

Министерство образования и науки  
Российской Федерации

**ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

# **ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 5 (371)  
2017**

*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:** *Р.М. АЛОЯН (чл.-корр. РААСН, д.т.н., проф.).*  
**Первый заместитель главного редактора:** *С.В. ФЕДОСОВ (академик РААСН, д.т.н., проф.).*

**Заместители главного редактора:**

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

**Члены редколлегии:**

*Н.М. АШНИН (д.т.н., проф.), М.Г. БАЛЫХИН (к.э.н., проф.), В.Н. БЛИНИЧЕВ (д.т.н., проф.),  
В.Ф. ГЛАЗУНОВ (д.т.н., проф.), Н.Н. ЕЛИН (д.т.н., проф.), В.А. ЗАВАРУЕВ (д.т.н., проф.),  
Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.), О.В. КАЩЕЕВ (д.п.с.н., проф.), А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.),  
М.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), Ж.Ю. КОЙТОВА (д.т.н., проф.), А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.),  
Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.), Н.А. КУЛИДА (д.т.н., проф.), В.Е. МИЗОНОВ (д.т.н., проф.),  
Е.Н. НИКИФОРОВА (д.т.н., проф.), С.Д. НИКОЛАЕВ (д.т.н., проф.), А.Ф. ПЛЕХАНОВ (д.т.н., проф.),  
Л.П. РОВИНСКАЯ (д.т.н., проф.), В.Е. РОМАНОВ (д.т.н., проф.), С.П. РУДОБАШТА (д.т.н., проф.),  
П.Н. РУДОВСКИЙ (д.т.н., проф.), В.В. САФОНОВ (д.т.н., проф.), П.А. СЕВОСТЬЯНОВ (д.т.н., проф.),  
Н.А. СМИРНОВА (д.т.н., проф.), Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.), А.А. ТЕЛИЦЫН (д.т.н., проф.),  
В.Н. ФЕДОСЕЕВ (д.т.н., проф.), Н.М. ФИЛИМОНОВА (д.э.н., проф.), А.В. ФИРСОВ (д.т.н., проф.),  
Л.П. ШЕРШНЕВА (д.т.н., проф.), Ю.С. ШУСТОВ (д.т.н., проф.), В.П. ЩЕРБАКОВ (д.т.н., проф.),  
С.С. ЮХИН (д.т.н., проф.).*

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

*В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (д.с.н., проф.), А.В. ДЕМИДОВ (д.т.н., проф.),  
К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.), В.Л. МАХОВЕР (д.т.н., проф.),  
А.П. СОРКИН (д.т.н., проф.), А.А. ТИТУНИН (д.т.н., проф.).*

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*

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

---

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 02.10.2017.  
Подписано в печать 30.10.2017. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 37,2;  
Усл. кр.-отт. 37,45. Заказ 1599.

Тираж 400 экз.

---

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

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

© "Известия вузов. Технология текстильной промышленности", 2017

Ministry of Education and Science  
of Russian Federation

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**TEXTILE  
INDUSTRY  
TECHNOLOGY**

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

**№ 5 (371)  
2017**

*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 Polytechnic University

**EDITORIAL BOARD**

**Chief editor:** R.M. ALOYAN (*corr. memb. RAACS, d.en.s., prof.*).  
**First deputy of chief editor:** S.V. FEDOSOV (*acad. RAACS, d.en.s., prof.*).

**Deputy editors:**

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

**Editorial board members:**

N.M. ASHNIN (*d.en.s., prof.*), M.G. BALKHIN (*c.ec.s., prof.*), V.N. BLINICHEV (*d.en.s., prof.*),  
V.F. GLASUNOV (*d.en.s., prof.*), N.N. ELIN (*d.en.s., prof.*), V.A. ZAVARUEV (*d.en.s., prof.*),  
E.N. KALININ (*d.en.s., prof.*), O.V. KASHCHEEV (*d.ps.s., prof.*), A.M. KISELEV (*d.en.s., prof.*),  
M.V. KISELEV (*d.en.s., prof.*), A.R. KORABELNIKOV (*d.en.s., prof.*), N.L. KORNILOVA (*d.en.s., prof.*),  
ZH.YU. KOYTOVA (*d.en.s., prof.*), N.A. KULIDA (*d.en.s., prof.*), V.E. MIZONOV (*d.en.s., prof.*),  
E.N. NIKIFOROVA (*d.en.s., prof.*), S.D. NIKOLAEV (*d.en.s., prof.*), A.F. PLEKHANOV (*d.en.s., prof.*),  
L.P. ROVINSKAYA (*d.en.s., prof.*), V.E. ROMANOV (*d.en.s., prof.*), S.P. RUDOBASHTA (*d.en.s., prof.*),  
P.N. RUDOVSKII (*d.en.s., prof.*), V.V. SAFONOV (*d.en.s., prof.*), P.A. SEVOSTYANOV (*d.en.s., prof.*),  
N.A. SMIRNOVA (*d.en.s., prof.*), G.G. SOKOVA (*d.en.s., prof.*), A.A. TELITSYN (*d.en.s., prof.*),  
V.N. FEDOSEEV (*d.en.s., prof.*), N.M. FILIMONOVA (*d.ec.s., prof.*), A.V. FIRSOV (*d.en.s., prof.*),  
L.P. SHERSHNEVA (*d.en.s., prof.*), YU.S. SHUSTOV (*d.en.s., prof.*), V.P. SHCHERBAKOV (*d.en.s., prof.*),  
S.S. YUKHIN (*d.en.s., prof.*).

**EDITORIAL COUNCIL**

V.S. BELGORODSKII (*d.soc.s., prof.*), A.V. DEMIDOV (*d.en.s., prof.*),  
K.I. KOBRAKOV (*d.en.s., prof.*), V.L. MAKHOVER (*d.en.s., prof.*),  
A.P. SORKIN (*d.en.s., prof.*), A.A. TITUNIN (*d.en.s., prof.*).

Executive secretary S.L. KHALEZOV

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

---

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 02.10.2017.  
Signed for printing on 31.10.2017. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 37.2 conventional sheets.  
37.45 conventional. Order 1599.

Circulation of 400.

---

"Proceedings of higher education institutions. Textile Industry Technology"

Published by Ivanovo State Polytechnic University  
153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.  
E-mail: ttp@ivgpu.com

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

УДК 332.1:687

**ОЦЕНКА УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА\***

**ASSESSMENT OF THE LEVEL OF DEVELOPMENT  
OF CLOTHING INDUSTRY SIBERIAN FEDERAL DISTRICT**

*Т.Д. СИНЯВЕЦ*  
*T.D. SINYAVETS*

(Омский государственный институт сервиса)  
(Omsk State Institute of Service)  
E-mail: omtibonn@rambler.ru

*Решение вопросов о путях повышения конкурентоспособности отраслей промышленности в отдельных регионах требует оценки их состояния и уровня развития. Исходя из поставленной задачи, в статье дана экспертная оценка конкурентоспособности швейной промышленности Сибирского федерального округа, определены перспективы ее развития в Омской области с учетом формирования отраслевого кластера.*

*The solution of questions of ways of increase in competitiveness of industries in certain regions requires assessment of their status and the level of development. Proceeding from an objective, in article the competitiveness of clothing industry of Siberian Federal District is expertized, perspectives of its development in the Omsk region taking into account formation of a branch cluster are defined.*

**Ключевые слова:** швейная промышленность, Сибирский федеральный округ, конкурентоспособность отрасли.

**Keywords:** sewing industry, Siberian Federal District, the branch competitiveness.

Вопрос о перспективах развития экономики России и экономики ее отдельных отраслей в регионах является актуальным в условиях кризисов отечественной и мировой экономики. Ответить на него можно,

оценив состояние отрасли и выявив ее конкурентные преимущества. В качестве объекта исследования выбрана швейная промышленность Сибирского федерального округа, который включает 12 субъектов, из

---

\* Статья написана по результатам исследования в рамках гранта РГНФ "Российское могущество прирастать будет Сибирью и Ледовитым океаном" 2016. Омская область", номер гос. регистрации АААА-А-16-116041310033-5 на тему "Оценка инвестиционной привлекательности предприятий сферы туризма Омской области в современных экономических условиях".

них только в шести активно развивается швейное производство – это Кемеровская, Новосибирская, Омская и Томская области, Красноярский край и Республика Хакасия. В остальных субъектах ФО швейным производством занимаются малые предприятия, ориентируясь на потребности локальных рынков.

Исходя из понимания конкурентоспособности как "...соперничества, борьбы за получение наивысших выгод и достижений..." [1] и анализа критериев оценки конкурентоспособности региона, предлагаемых А.А. Татаркиным, Л.С. Шеховцевой, Н.Н. Брагиным, Л.И. Ушвицким и В.Н. Парахиной, и критериев конкурентоспособности отрасли (И.А. Спиридонова, В. Петрова, А.А. Власенко, В. Н. Закировой и др.), установлено, что конкурентоспособность отрасли зависит не только от эффективности деятельности предприятий, входящих в ее состав, но и от состояния внешней среды, отраслевых особенностей, уровня развития кооперации и отраслевых институтов.

Общэкономическая ситуация в отрасли в Сибирском регионе на конец 2014 г. характеризовалась как тяжелая, но стабилизирующаяся, несмотря на то, что объемы производства 1990-х гг. до сих пор не были достигнуты. Условия для развития отрасли остаются сложными в силу:

- высокой конкуренции с производителями швейных изделий Китая, Турции, Индии и других стран;

- проблем с материально-ресурсным обеспечением (импорт хлопчатобумажных тканей составляет 15%, шерстяных около 60%, шелковых 95%) [2];

- низкой инвестиционной активности предпринимателей и недостаточной государственной поддержки (объем ожидаемых инвестиций к 2020 г. в модернизацию легкой промышленности согласно стратегии инновационного развития должен составить 172,826 млрд. руб., но большую часть средств планируется использовать для решения проблем текстильной промышленности, а не швейной) [3];

- низкого уровня рентабельности продаж, что влечет за собой низкий уровень

оплаты труда и проблемы с квалифицированными кадрами;

- недостаточного качества швейной продукции, которое оценивается как среднее по сравнению с европейскими стандартами, поскольку на предприятиях отрасли практически не внедряется международная система менеджмента качества.

Отраслевая структура швейной промышленности страны имеет нерациональный характер, так как большая часть крупных швейных предприятий сконцентрирована в Центральном и Поволжском ФО, в других субъектах федерации промышленность представлена в основном средними и мелкими предприятиями. Опытно-конструкторская и производственно-технологическая база швейной промышленности была разрушена в 90-е гг., и сейчас идет процесс ее восстановления. Ее развитие стимулирует Федеральный закон №187 "О техническом регулировании" от 27 декабря 2002 г.

В целом рыночная ситуация для швейной промышленности Сибирского ФО оценивается как сложная (острая нехватка материалов, экспорт продукции минимален, износ оборудования в среднем достигает 58%, объем инвестиций низкий). По оценкам экспертов лидерами швейной промышленности в Сибирском регионе являются Красноярский край и Новосибирская область, большой потенциал развития отрасли существует в Хакасии (с точки зрения государственной поддержки развития национальных производств).

Оценка конкурентоспособности швейной промышленности в Сибирском ФО строилась на основе метода экспертной оценки. В качестве экспертов выступили ведущие ученые Омского государственного института сервиса, а также руководители предприятий "Техноавиа-Омск", "Росэкипировка", "Лидер", "Форрпост" и другие (всего 12 человек). Экспертам был представлен избыточный перечень критериев для оценки конкурентоспособности отрасли, затем перечень критериев был сокращен до списка наиболее актуальных методом мозгового штурма.

Т а б л и ц а 1

Критерии	Новосибирская область	Томская область	Омская область	Кемеровская область	Красноярский край	Республика Хакасия
1.Количество крупных предприятий (Кз = 0,15)	10	1	6	2	8	3
2.Специализация производства (Кз = 0,1)	Женская одежда, одежда для молодежи, верхняя одежда, спецодежда для железнодорожников	Трикотажное производство, медицинская спецодежда и одежда для дома, спецодежда для охотников и рыболовов	Спецодежда для авиации, нефтехимического комплекса, спортивная одежда, мужская одежда, текстильная рекламно-сувенирная продукция	Спецодежда для угольной, энергетической, металлургической промышленности, машиностроения и транспорта	Школьная форма, спецодежда для активного отдыха, спецодежда для топливно-энергетического комплекса, металлургии, машиностроения, химической промышленности и др.	Производство одежды из меха, трикотажные аксессуары и куртки, пальники, детская одежда
3.Доступность сырья и материалов (Кз = 0,25)	Производство хлопчатобумажных тканей ( "Новосибирский ХПК "), производство и переработка льна (льнозавод корпорации "Хорс ")	Импорт тканей, производство нетканых материалов (ООО "Регионпласт ", "Экспро ")	Импорт тканей, производство утеплителей для одежды из нетканых материалов (ООО "Омская фабрика нетканых материалов ")	Импорт тканей, производство нетканых материалов ("Ортон ")	Производство синтетических материалов и волокон (вискоза, синтепон, нетканые материалы, вискозные нити, кордная ткань)	Производство шерстяных тканей (Фабрика первичной переработки шерсти, Камвольно-суконный комбинат)
4. Доступность госзаказов (Кз = 0,2)	низкая	низкая	низкая	высокая	высокая	высокая
5. Подготовка кадров для отрасли (Кз = 0,15)	Новосибирский технологический институт Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина(филиал), Новосибирский колледж легкой промышленности и сервиса	Томский колледж дизайна и сервиса, Северский промышленный колледж	Омский государственный институт сервиса, Сибирский казахский институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления имени К. Г. Разумовского, Омский техникум легкой промышленности	Прокопьевский промышленно-экономический техникум	Красноярский технологический колледж	Хакасский колледж профессиональных технологий, экономики и сервиса

6. Наличие центров НИОКР, а также органов сертификации продукции (Кз = 0,15)	Испытательная лаборатория продукции текстильной и легкой промышленности	Инжиниринговый химико-технологический центр Национального исследовательского Томского государственного университета	Испытательная лаборатория экспертизы качества текстиля, кожи и меха (при ФГБОУ ВПО "ОГИС ")	-	-	-
Уровень конкурентоспособности (max =5)	3,9	2	2,3	1,8	2,95	2,65

Примечание. Составлено с использованием следующих материалов: "Перспективы развития профессионального образования в сфере легкой промышленности и услуг в соответствии с прогнозом социально-экономического развития Российской Федерации до 2017 года: Информационно - аналитический сборник / Сост. В.А. Семенова – Екатеринбург: ПРИЦ ЛПУ, 2014. – 20 с. ", данных Федерального портала "Российское образование " (<http://www.edu.ru>), данных Народной энциклопедии городов и регионов России "Мой город " ([http://www.mojgorod.ru/novosib\\_obl/firms.html](http://www.mojgorod.ru/novosib_obl/firms.html)); информации специализированных информационных сайтов областей и республик Сибирского ФО и др.

В табл. 1 представлены результаты оценки экспертами информации о конкурентоспособности швейной промышленности в шести областях Сибирского ФО. На основе данных табл. 1 можно сделать вывод о том, что состояние отрасли сложное, но есть реальные возможности для дальнейшего развития. Так, наиболее перспективными для отрасли являются Новосибирская, Омская области и Красноярский край, поскольку в них работает сравнительно большое число предприятий, существуют перспективные возможности использования в производстве одежды как натуральных, так и нетканых материалов. В первых двух областях сложилась хорошая система отраслевого образования, а также работают испытательные лаборатории, стимулирующие производителей поддерживать определенный уровень качества продукции (в силу высокой доступности потребительской экспертизы).

Рассмотрим более подробно возможности повышения конкурентоспособности швейной промышленности Омской области.

1. Маркетинговые исследования, проведенные автором, показали, что в настоящее время произошли изменения потребительского спроса. Несмотря на кризис и снижение платежеспособности, потребители

предпочитают одежду более высокого качества, чем одежда из Индии, Китая, Пакистана и других стран, в силу ее несоответствия природно-климатическим условиям Омской области. Низкий уровень доходов населения сдерживает спрос на высококачественную одежду мировых брендов. Следовательно, существует ниша для производства одежды среднего качества по низким и средним ценам. Кроме того, сложился устойчивый спрос на специальную одежду у предприятий нефтеперерабатывающего, нефтехимического, машиностроительного и других комплексов.

2. Крупные предприятия нефтепереработки и нефтехимии ("ОАО "Газпромнефть – Омский НПЗ ", ЗАО "Группа компаний Титан", ОАО "Омсктехуглерод " и др.) дают возможность производить нетканые материалы из продуктов переработки нефти (например, полиэфирных, полиамидных, полиакрилонитрильных, полипропиленовых), что может стимулировать производство спецодежды.

3. В Омской области по оценкам ученых СибНИИСХ можно выращивать лен-долгунец, который целесообразно перерабатывать на льнозаводе Новосибирской области. Полученные материалы и ткани можно использовать для производства спец-



одежды, расходных материалов для медицины и других отраслей.

Невостребованным остается потенциал высших учебных учреждений города. С 1977 г. ведет подготовку кадров высшей квалификации Омский государственный институт сервиса, работает Сибирский казачий институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления имени К.Г. Разумовского, Технологический колледж, которые могут обеспечить специалистами всю швейную промышленность Сибирского ФО.

В области достаточно высокий уровень безработицы, что требует создания новых рабочих мест для снижения социальной напряженности. Тем более, что за последние 10...15 лет закрылись крупные предприятия текстильной и швейной промышленности, бывший персонал которых работает в настоящее время в мелких фирмах.

Оценивая перспективы повышения конкурентоспособности швейной промышленности Омской области, следует обратить внимание на возможное создание кластера на основе объединения в цепочку хозяйственных связей предприятий легкой промышленности Омской и Новосибирской областей. Выбор швейной промышленности Новосибирской области для объединения в кластер целесообразен по нескольким причинам: во-первых, территориально Новосибирская область граничит с Омской областью. Кроме того, г. Новосибирск является центром Федерального округа, в нем сосредоточены транспортно-логистические связи региона; во-вторых, исторически сложилось, что швейные предприятия Новосибирска специализируются в основном на пошиве женской повседневной одежды, одежды для молодежи, а омская швейная фабрика "Лидер" (бывшее швейное объединение "Большевичка") специализируется на верхней одежде, а также одежде для детей и мужчин.

Ассортимент предприятий позволяет удовлетворить потребности всех групп потребителей при организации единой торговой сети для сбыта продукции. В-третьих, предприятия обеих областей занимаются

производством спецодежды, ассортимент которой можно оптимизировать за счет изготовления изделий с использованием нетканых материалов, а также внедрения технологии создания систем многокомпонентных материалов, которая разработана в Омском государственном институте сервиса. В-четвертых, на базе вузов двух областей можно создать консультационно-инновационный центр, оказывающий услуги не только конструкторско-технологического характера, но и дизайна одежды.

## ВЫВОДЫ

1. Состояние швейной промышленности Сибирского ФО является сложным. Однако несмотря на низкий уровень доходов населения, нельзя отказаться от одежды, в силу повседневной потребности в ней, и других товаров швейной промышленности повседневного спроса. Сохранится спрос крупных нефтехимических, нефтеперерабатывающих, машиностроительных предприятий на спецодежду, поскольку она востребована в целях соблюдения техники безопасности, и кроме того имеет небольшой срок годности.

2. Повышение конкурентоспособности швейной промышленности региона и Омской области в том числе возможно за счет организационных и стимулирующих действий по кластеризации производства членов правительств областей, руководителей отраслевых союзов предпринимателей и при поддержке научного сообщества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ожегов С.И.* Словарь русского языка/ Под ред. Н.Ю. Шведовой. – 1-е изд. Стереотип. – М.: Русский язык, 1986.

2. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ №853 от 24 сентября 2009 г. "Стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года" [Электронный ресурс]. – URL: <http://old.minpromtorg.gov.ru/ministry/strategic/sectoral/3>

3. *Радаев В.В., Данилина В.Н., Котельникова З.В., Назарбаева Е.А.* Текущее состояние и перспективы развития легкой промышленности в России // Тез. докл. к XV Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 1...4 апр. 2014 г., Нац. исслед. ун-т "Высшая

школа экономики". – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014.

#### REFERENCES

1. Ozhegov S.I. Slovar' russkogo jazyka/ Pod red. N.Ju. Shvedovoj. – 1-e izd. Stereotip. – М.: Russkij jazyk, 1986.

2. Prikaz Ministerstva promyshlennosti i trgovli RF №853 ot 24 sentjabrja 2009 g. "Strategii razvitija legkoj promyshlennosti Rossii na period do 2020 goda" [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://old.minpromtorg.gov.ru/ministry/strategic/sectoral/3>

3. Radaev V.V., Danilina V.N., Kotel'nikova Z.V., Nazarbaeva E.A. Tekushhee sostojanie i perspektivy razvitija legkoj promyshlennosti v Rossii // Tez. dokl. k XV Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitija jekonomiki i obshhestva, Moskva, 1...4 apr. 2014 g., Nac. issled. un-t "Vysshaja shkola jekonomiki". – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014.

Рекомендована кафедрой экономики и менеджмента. Поступила 26.10.16.

УДК 339

## ВНЕШНЕТОРГОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕКСТИЛЬНОГО КРАЯ: ОЦЕНКА, НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ

### FOREIGN TRADE CAPACITY OF THE TEXTILE REGION: ASSESSMENT, NEW OPPORTUNITIES OF DEVELOPMENT

*Е.А. АБРАМОВА, Т.Н. БЕЛЯЕВА, Н.С. РЫЧИХИНА*  
*E.A. ABRAMOVA, T.N. BELYAEVA, N.S. RYCHIKHINA*

(Ивановский государственный химико-технологический университет)  
(Ivanovo State University of Chemical-Technology)  
E-mail: aea-77@yandex.ru; belyaev.ewg@yandex.ru

*Рассмотрено понятие внешнеторгового потенциала региона, определены составляющие его элементы, выявлено значение оценки внешнеторгового потенциала в развитии экономики области. Проведено исследование внешнеторгового потенциала Ивановской области за 2010-2016 гг. с помощью комплексной методики оценки аналитических показателей: коэффициента Балассы, коэффициента Грубела-Ллойда, коэффициента технологичности экспорта и коэффициентов территориальной специализации экспорта и импорта. Выявлено, что важным элементом, формирующим внешнеторговый потенциал области, является высокий уровень конкурентоспособности предприятий текстильной отрасли. Обозначены предпосылки для дальнейшего развития внешнеторгового потенциала текстильного края.*

*The concept of the foreign trade capacity of the region is considered, the elements making him are defined, the value of assessment of the foreign trade potential in development of economy of area is revealed. The research of the foreign trade capacity of the Ivanovo region for 2010-2016 by means of a complex technique of assessment of analytical indicators is conducted: Balassa's coefficient, coefficient of Grubela-Lloyda, coefficient of technological effectiveness of export and coefficients of territorial specialization of export and import. It is revealed that the important element forming the foreign trade capacity of the area is the high level of competitiveness of the enterprises of textile branch. Prerequisites for further development of the foreign trade capacity of the textile region are designated.*

**Ключевые слова: внешнеторговый потенциал региона, коэффициент Балассы, коэффициент Грубела-Ллойда.**

**Keywords: foreign trade capacity of the region, Balassa's coefficient, coefficient of Grubela-Lloyda.**

Внешнеторговый потенциал региона представляет собой возможности территориальных бизнес-структур производить конкурентоспособную продукцию и реализовываться на мировых рынках. Использование внешнеторгового потенциала региона способствует созданию взаимовыгодного сотрудничества, движению капиталов, товаров, услуг между внутренним и мировым рынками, занятости рабочей силы в рамках открытой экономики. Внешнеторговый потенциал в основном зависит от конкурентных преимуществ региона, его способности быстро приспосабливаться к изменению конъюнктуры внутренних и внешних рынков. Таким образом, внешнеторговый потенциал региона представляет собой обобщенную характеристику конкурентоспособности региональной экономики и ее открытости, то есть включения в систему международного разделения труда [1], [7].

Эффективное управление внешнеторговым потенциалом основывается на его качественной и количественной оценке, результаты которой способствуют своевременному принятию решений по развитию экономики региона. Качественная оценка выявляет ключевые особенности внешнеторговой деятельности в регионе, поддержку ее на уровне региональных органов власти; в свою очередь количественный подход позволяет с помощью определенных аналитических показателей определять уровень внешнеторгового потенциала и процент его использования.

Рассмотрим особенности оценки внешнеторговой деятельности на примере Ивановской области. Основными преимуществами внешнеэкономической деятельности Ивановской области являются квалифицированная рабочая сила, высокий научный потенциал и развитая инфраструктура. Целенаправленно ведется работа над созданием благоприятного инвестиционного

климата для эффективной работы предприятий в текстильной отрасли [2], [3]. Ведущее место в ней занимают вопросы формирования и реализации системы международного сотрудничества, развития внешнеэкономических связей, активизации инновационных процессов. Ивановская область развивает международное сотрудничество в соответствии с положениями Конституции Российской Федерации, федеральных законов от 04.01.1999 № 4-ФЗ "О координации международных и внешнеэкономических связей субъектов Российской Федерации" с изменениями и дополнениями от 13 июля 2015г. и от 08.12.2003 № 164-ФЗ (с изменениями и дополнениями) "Об основах государственного регулирования внешнеторговой деятельности", а также Устава (Основного Закона) Ивановской области и постановления Правительства Ивановской области от 23.11.2012 № 490-п "Об утверждении Регламента организации подготовки и проведения мероприятий в сфере международных и внешнеэкономических связей Правительства Ивановской области и исполнительных органов государственной власти Ивановской области" (в редакции Постановления Правительства Ивановской области от 27.05.2015 № 218-п).

В период 2005-2016 гг. основным направлением международного сотрудничества области являлось формирование внешнеторговых связей со странами - членами СНГ. В этот же период активизировались контакты со странами Европейского Сообщества. В настоящее время текстильные предприятия Ивановской области осуществляют торговлю со многими странами мира, крупнейшими экспортёрами являются Германия, Украина, Узбекистан и Британские Виргинские острова, импортёрами – Китай, Германия, Узбекистан, Италия и Турция.

Авторами было проведено исследование внешнеторгового потенциала Иванов-

ской области за 2010-2016 гг. с помощью ряда аналитических показателей [4], [5]: коэффициента Балассы, коэффициента Грубела-Ллойда, коэффициента технологичности экспорта и коэффициентов территориальной специализации экспорта и импорта (табл. 1). Из полученных данных при оценке внешнеэкономической деятельности Ивановской области следует, что показатели, оценивающие товарную структуру внешнеторгового оборота региона, имеют разнонаправленную динамику, а именно коэффициент Балассы стремится к единице на протяжении всего периода исследования, и на фоне значительного снижения стоимости экспорта и импорта в 2016 г. имеет значение 0,51, что составляет половину нормированного уровня данного показателя. Коэффициент Грубела-Ллойда

позволяет оценить внутриотраслевую торговлю и находится в пределах допустимых значений, и если в 2011 г. он достигал значения 0,28, то уже к 2016 г. составил 0,49. Большая часть экспортируемой областью продукции производится за счет импортных сырьевых ресурсов. Отчасти это связано со спецификой внешнеэкономической деятельности региона, которая формируется вследствие ее специализации. Сущность ее заключается в том, что импортная составляющая внешнеторгового оборота всегда будет достаточно велика, поскольку в основном импортируется сырье для текстильной промышленности (хлопок), которое у нас не произрастает. При этом текстильная продукция является основным экспортируемым товаром области, поэтому внешняя торговля в регионе приобрела внутриотраслевой характер.

Т а б л и ц а 1

Название коэффициента	Алгоритм расчета	Нормированное значение коэффициента	Значение коэффициента						
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Показатели, оценивающие товарную структуру внешнеторгового оборота региона									
Коэффициент Балассы	$K_{об} = \frac{\sum_{i=1}^n  \Delta_i - I_i }{\sum_{i=1}^n  \Delta_i + I_i }$ <p>где <math>\Delta_i</math> – экспорт товара <math>i</math> данной страной в другие страны;  <math>I_i</math> – импорт товара <math>i</math> в данную страну из других стран;  <math>n</math> – число товаров, принятых для расчета</p>	От 0 до 1	0,68	0,72	0,60	0,64	0,62	0,55	0,51
Коэффициент Грубела-Ллойда	$K_{гЛ} = \frac{\sum(\Delta_{ij} + I_{ij}) - \sum \Delta_{ij} - I_{ij} }{\sum(\Delta_{ij} + I_{ij})}$ <p>где <math>\Delta_{ij}</math>, <math>I_{ij}</math> – экспорт и импорт страны <math>j</math> группы продуктов вида <math>i</math></p>	От 0 до 1	0,32	0,28	0,40	0,36	0,38	0,45	0,49
Коэффициент территориальной специализации экспорта	$K_{тсэ1} = \frac{\Delta_{снг}}{\Delta}$ <p>где <math>\Delta_{снг}</math> – объем экспорта региона в страны СНГ, руб.</p>	Значение колеблется от 0 до 1, в зависимости от объема экспорта в страны СНГ и страны дальнего зарубежья	0,41	0,38	0,54	0,63	0,62	0,58	0,56
	$K_{тсэ2} = \frac{\Delta_{дз}}{\Delta}$ <p>где <math>\Delta_{дз}</math> – объем экспорта региона в страны дальнего зарубежья, руб.</p>		0,59	0,62	0,46	0,37	0,38	0,42	0,44

Коэффициент территориальной специализации импорта	$K_{тси1} = \frac{И_{снг}}{И}$ , где $И_{снг}$ – объем импорта региона из стран СНГ, руб.	Значение колеблется от 0 до 1, в зависимости от объема импорта из стран СНГ и стран дальнего зарубежья	0,38	0,38	0,37	0,35	0,40	0,50	0,57
	$K_{тси2} = \frac{И_{дз}}{И}$ , где $И_{дз}$ – объем импорта региона из стран СНГ, руб.		0,62	0,62	0,63	0,65	0,60	0,50	0,43
Коэффициент технологичности экспорта	$K_{тэ} = \frac{Э_m}{Э} \cdot 100\%$ , где $Э_m$ – экспорт машиностроения, руб.	Чем выше значение, тем выше технологичность экспорта	15,84	17,38	25,34	29,54	29,55	24,69	17,99

Примечание. Рассчитано по данным Федеральной таможенной службы [6].

Динамика коэффициента территориальной специализации экспорта Ивановской области в 2010-2016 гг., определяемого как отношение объема экспорта в данную группу стран к общей величине экспорта региона, позволяет сделать вывод о преобладании экспорта в страны дальнего зарубежья до 2012 г., в настоящее время экспортные поставки преобладают в государства СНГ. В 2016 г. соотношение экспорта составило: в страны СНГ – 0,56 против 0,44 в страны дальнего зарубежья. Современные геополитические события осложнили экономическую ситуацию как в стране в целом, так и в регионе, что количественно нашло отражение в динамике коэффициента технологичности экспорта, который снизился до значений 2011 г. и в 2016 г. составил 17,99.

## ВЫВОДЫ

По данным проведенного анализа можно заключить, что Ивановская область имеет значительные предпосылки для дальнейшего развития внешнеторговой деятельности, прежде всего за счет исторически сложившегося имиджа текстильного края (в течение полутора веков экономика Ивановского региона складывалась как моноиндустриальная, ориентированная преимущественно на производство хлопчатобумажных тканей), а также в связи с налаженными контактами с зарубежными парт-

нерами, осуществляющейся технологической модернизацией хлопчатобумажных комбинатов, существующим квалифицированным научно-техническим и кадровым обеспечением, а также государственной поддержкой текстильной и легкой промышленности. Важнейшим направлением дальнейшего использования внешнеторгового потенциала Ивановской области является привлечение инвестиций в экономику региона, в том числе иностранных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамова Е.А.* Механизм антикризисного саморазвития регионов: методология анализа и управления. – Иваново: Ивановский гос. хим.-технол. ун-т, 2015.
2. *Абрамова Е.А.* Кризис текстильной отрасли: самозанятость безработных как "стратегия выживания" // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С.8...10.
3. *Абрамова Е.А.* Особенности антикризисного развития предприятий текстильного промышленного комплекса Ивановского региона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С.167...170.
4. *Анненкова А.А.* Методические подходы к оценке внешнеэкономического потенциала региона // Среднерусский вестник общественных наук. – 2004, №3(4). С. 152...157.
5. *Мартыанова О.В.* Разработка системы ключевых показателей оценки эффективности внешнеторговых операций // Аудит и финансовый анализ. – 2013, №3. С. 99...115.
6. Официальный сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.customs.ru> (16.06.2017)

7. Рычихина Н.С., Куканина К.С. Оценка локального экспортного потенциала промышленных предприятий развивающихся стран // Экономика и предпринимательство. – 2014, № 1 (ч.2). С. 41...45.

#### REFERENCES

1. Abramova E.A. Mehanizm antikrizisnogo samorazvitiya regionov: metodologija analiza i upravlenija. – Ivanovo: Ivanovskij gos. him.-tehnol. un-t, 2015.

2. Abramova E.A. Krizis tekstil'noj otrasli: samozanjatost' bezrobotnyh kak "strategija vyzhivaniya " //Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5. S.8...10.

3. Abramova E.A. Osobennosti antikrizisnogo razvitiya predpriyatij tekstil'nogo promyshlennogo kompleksa Ivanovskogo regiona // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S.167...170.

4. Annenkova A.A. Metodicheskie podhody k

ocenke vneshnejekonomicheskogo potenciala regiona //Srednerusskij vestnik obshhestvennyh nauk. – 2004, №3(4). S. 152...157.

5. Mart'janova O.V. Razrabotka sistemy kljuchevyh pokazatelej ocenki jeffektivnosti vneshnetorgovyh operacij // Audit i finansovyj analiz. – 2013, №3. S.99...115.

6. Oficial'nyj sajt Federal'noj tamozhennoj sluzhby [Jelektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: <http://www.customs.ru> (16.06.2017)

7. Rychihina N.S., Kukanina K.S. Ocenka lokal'nogo jeksportnogo potenciala promyshlennyh predpriyatij razvivajushihhsja stran // Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2014, № 1 (ch.2). S. 41...45.

Рекомендована кафедрой управления и экономико-математического управления. Поступила 17.10.17.

УДК 338.242.2

### **АКСИОМАТИКА ВЗАИМОСВЯЗИ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ\***

#### **AXIOMATICS OF INTERACTION OF QUALITY EVALUATION AND ANALYSIS OF FINANCIAL ACTIVITY IN DECISION MAKING ON ENTERPRISES OF THE TEXTILE INDUSTRY**

*А.А. БАКУЛИНА, А.Б. ПЕТРУХИН, П.С. СЕЛЕЗНЕВ, Н.Н. ЧАЛЕНКО, И.И. САВЕЛЬЕВ*  
*A.A. BAKULINA, A.B. PETRUKHIN, P.S. SELEZNEV, N.N. CHALENKO, I.I. SAVELYEV*

**(Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,  
Владимирский юридический институт ФСИН России,  
Ивановский государственный политехнический университет)  
(Financial University under the Government of the Russian Federation,  
Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs,  
Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia,  
Ivanovo State Polytechnical University)**  
E-mail: seleznev Pavel@gmail.com; sii-33@mail.ru

***В статье рассмотрены механизмы определенной взаимосвязи между качественной интерпретацией оценки и анализом финансово-хозяйственной деятельности на основе методов нечеткой классификации. Используя расчет рационального соотношения стоимости затрат и эффективности, мы***

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ, проект 16-12-33003/16 – Региональный конкурс «Центральная Россия: прошлое, настоящее, будущее» 2016 – Владимирская область – «Разработка методического обеспечения оценки эффективности реализации государственных программ (федеральный и региональный аспекты) для оптимизации бюджетного планирования и повышения результативности государственного управления».

*обосновали выбор в качестве основного инструментария трехуровневого нечеткого классификатора. Авторами также определена базовая аксиома взаимосвязи между количественными результатами анализа и качественной оценкой финансово-хозяйственной деятельности.*

*The article describes the mechanisms of a certain relationship between the qualitative interpretation of the assessment and the analysis of financial and economic activity based on the methods of fuzzy classification. In addition, we justified the choice as a basic tool of a three-level fuzzy classifier using the calculation of the rational ratio of cost and effectiveness. Also the authors determined the basic axiom of the relationship between quantitative analysis results of analysis and qualitative assessment of financial and economic activity.*

**Ключевые слова:** анализ финансово-хозяйственной деятельности, качественная оценка, принятие эффективных решений, нечеткая классификация решений.

**Keywords:** analysis of financial and economic activity, qualitative assessment, effective decision making, fuzzy classification of decisions.

Анализ финансовой и хозяйственной деятельности является важным элементом процесса формирования актуальных отчетов о функционировании организаций и компаний, в том числе для оценки их финансовой устойчивости. Аналитические процедуры строятся на базах действующих статистических и бухгалтерских отчетностей, на основе которых могут быть составлены системы показателей для анализа финансово-хозяйственной деятельности организаций или даже целых отраслей [1], [2]. Основная цель такой системы показателей заключается в необходимости определения потенциала делового сотрудничества, возможностей для инвестирования, принятия деловых производственно-хозяйственных и управленческих решений, направленных на улучшение или стабилизацию финансово-хозяйственной деятельности. В задачи анализа финансово-хозяйственной деятельности входят расчеты количественных значений показателей. При этом итоговые выводы, которые могут служить основой для принятия решений, должны иметь качественную характеристику и полностью отображать количественные показатели, в чем кроется базовая аксиома взаимосвязи между анализом финансово-хозяйственной деятельности и ее качественной оценкой.

Однако принятие решений требует более конкретных способов расшифровки качественных характеристик. В этом случае для решения данной проблемы и повышения эффективности расшифровки и качественной интерпретации количественных показателей может быть использован определенный математический аппарат.

Переходя к математическому аппарату, следует отметить, что итоговые результаты, которые могут быть критериями принятия решений, имеют лингвистическую форму, что создает дополнительные требования к выбору такого аппарата. Однако в современной математической науке существует метод нечеткой классификации [3]. Данный метод широко используется в финансовом менеджменте, когда возникает необходимость количественной оценки нечетких качественных показателей, принимающих различную качественную форму и наоборот, например: [Высокий]; [Высокий, Низкий]; [Низкий, Средний, Высокий]; [Очень Низкий, Низкий, Средний, Высокий] и т.д., что называется терм-множеством.

Можно рассматривать и n-уровневые классификаторы, однако в рамках данной работы нам представляется возможным использование трехуровневого нечеткого классификатора.

Для обоснования выбора стандартной трехуровневой нечеткой классификации при принятии решений на основе анализа финансово-хозяйственной деятельности проведен расчет рационального сочетания стоимости затрат и эффективности управленческих решений для одноуровневого, двухуровневого, трехуровневого и четырехуровневого нечеткого классификатора. Оценка проводилась на основе расчетов для коэффициентов 0,2; 0,5 и 0,8 снижения стоимости затрат при введении последующих уровней нечеткой классификации, которая выражена в виде диаграммы на рис. 1 (диаграмма расчета рационального сочетания снижения стоимости и эффективности управленческих решений трехуровневого нечеткого классификатора; источник: рассчитана авторами).

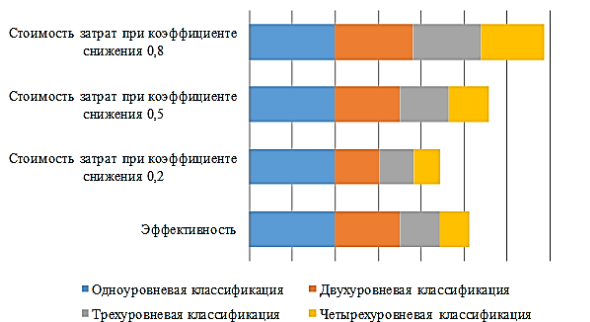


Рис. 1

Проведенная оценка позволила выявить, что рациональнее всего, исходя из стоимости затрат и уровня эффективности управленческих решений, использовать стандартный, трехуровневый нечеткий 01-классификатор (эффективность: Низкая, Средняя, Высокая) с функциями принадлежности  $\mu(x)$ , представленными в формулах (1)...(3). Следует также отметить, что точки зрения рационализации при выборе уровней стандартных нечетких классификаторов придерживается А. Недосекин, рассматривая это в исследовании [3].

Определение эффективности принятия решений в текстильной отрасли с использованием данного метода в качестве инструментария проводится в несколько методических шагов.

Вводится набор так называемых узловых точек ( $\alpha = 0,1; 0,5; 0,9$ ), которые являются, с одной стороны, абсциссами максимумов соответствующих функций принадлежности на 01-носителе, а с другой – могут равномерно отстоять друг от друга на 01-носителе и симметричны относительно узла 0,5.

Низкий уровень:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1; & 0 \leq x < 0,2, \\ 5(0,4-x); & 0,2 \leq x < 0,4, \\ 1; & 0,4 \leq x \leq 1. \end{cases} \quad (1)$$

Средний уровень:

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0; & 0 \leq x < 0,2, \\ 5(x-0,2); & 0,2 \leq x < 0,4, \\ 1; & 0,4 \leq x < 0,6, \\ 5(0,8-x); & 0,6 \leq x < 0,8, \\ 0; & 0,8 \leq x \leq 1. \end{cases} \quad (2)$$

Высокий уровень:

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0; & 0 \leq x < 0,6, \\ 5(x-0,6); & 0,6 \leq x < 0,8, \\ 1; & 0,8 \leq x \leq 1. \end{cases} \quad (3)$$

Построенные трапециевидные функции принадлежности приведены на рис. 2 (трехуровневые трапециевидные функции принадлежности 01-классификации; источник: построены авторами).

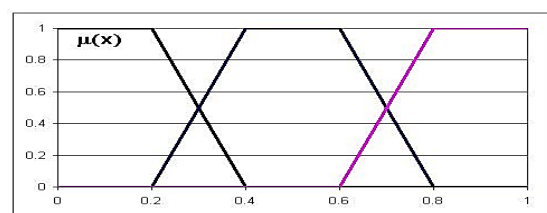


Рис. 2

Свертка функций  $\mu_i(x)$  будет иметь вид:

$$\mu(x) = \sum_i \alpha_i \mu_i(x), \quad (4)$$

где  $\alpha_i$  – абсциссы узловых точек.



Для распознавания количественных показателей и интерпретации их качественной формы необходимо составить матричную схему, на которой будет отображено соотношение функций принадлежности терм-множеств и координатных индексов для качественного параметра, выбранного

для интерпретации количественного значения при определении эффективности принятия решения. Такая матричная схема распознавания может быть представлена в табличном виде, как, например, в табл. 1 (источник: разработана авторами).

Т а б л и ц а 1

Значения функции принадлежности терм-множеств	Координатный индекс качественного параметра для определения эффективности принятия решения
$[0, \mu(\alpha_1)]$	Координатный индекс – (Н) Низкий уровень эффективности
$[\mu(\alpha_1), \mu(\alpha_2)]$	Координатный индекс – (С) Средний уровень эффективности
$[\mu(\alpha_2), \mu(\alpha_3)]$	Координатный индекс – (В) Высокий уровень эффективности

Инструментарий в виде метода нечеткой классификации дает возможность определения качественных параметров, которые могут быть ключевыми для принятия эффективного решения по итогам анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятий текстильной отрасли.

## ВЫВОДЫ

В современных условиях развития экономики текстильная отрасль встречается с различными угрозами со стороны финансовой, экономической, технологической и политической обстановки. При этом возникает острая необходимость достоверного мониторинга изменений в финансово-хозяйственной деятельности самих себя. Его целью является выявление угроз для оперативного принятия мер по стабилизации экономического состояния предприятий, производящих текстиль. Данная проблема требует разработки механизма, позволяющего в краткие сроки оценить состояние устойчивости по максимальному перечню величин и показателей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бакулина А.А. Методологические основы оценки стоимости объектов собственности с учетом их обременения: Дис. ... докт. экон. наук. – М., 2016.
2. Бакулина А.А. Оценка девелоперских проектов в сфере коммерческой недвижимости: Дис. ... канд. экон. наук. – М., 2007.
3. Недосекин А.О. Нечеткий финансовый менеджмент. – М.: AFA Library, 2003.

## REFERENCES

1. Bakulina A.A. Metodologicheskie osnovy ocenki stoimosti ob"ektov sobstvennosti s uchetom ih obremeneniya: Dis. ... dokt. jekon. nauk. – M., 2016.
2. Bakulina A.A. Ocenka developerskih projektov v sfere kommercheskoj nedvizhimosti: Dis. ... kand. jekon. nauk. – M., 2007.
3. Nedosekin A.O. Nchetkij finansovij menedzhment. – M.: AFA Library, 2003.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 10.10.17.

**АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА  
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ**

**CURRENT ASPECTS OF IMPROVING  
THE ORGANIZATION OF PRODUCTION OF HIGH-TECH PRODUCTS**

*А.С. АБДУЛКАДЫРОВ, И.В. РЫЖОВ, А.И. СТРОКОВ, Ю.В. КАМЗОЛОВ  
A.S. ABDULKADYROV, I.V. RYZHOV, A.I. STROKOV, YU.V. KAMZOLOV*

**(Военный университет Министерства обороны Российской Федерации,  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации)  
(Military University of the Russian Defense Ministry,  
Financial University under the Government of the Russian Federation)**  
E-mail: ars.rggu@mail.ru; ryzhovi@mail.ru; stroll@inbox.ru

*В статье обоснована необходимость осуществления процесса производства высокотехнологичной продукции в современных условиях на основе модульного принципа, обеспечивающего оптимизацию использования инвестиционных ресурсов при сохранении эффективности и качества готовой продукции посредством создания производственно-коммерческих модулей. Показана важность сочетания модульного принципа инвестирования в производственный аппарат современных предприятий с использованием при производстве высокотехнологичной продукции интегрированных микрологистических концепций – как средства оптимизации их производственного аппарата. Обоснована необходимость использования для этих целей микрологистических концепций "тянущего типа", включающих систему "тощего производства".*

*In this article the necessity of realization of process of production of high-tech products in modern conditions on the basis of the modular principle for optimization of the use of investment resources while maintaining the efficiency and quality of finished products through the establishment of production and commercial modules. Shows the importance of combining the modular principle of investment in the productive apparatus of modern enterprises using in the production of high-tech products integrated micrologistical concepts as means of optimization of its production apparatus. The necessity of the use for these purposes of micrologistical of the concepts of "pull" type, including a system of "lean production".*

**Ключевые слова:** высокотехнологичная продукция, организация производства, модульный принцип, производственно-коммерческий модуль, оптимизация производственного аппарата, система "тощего производства".

**Keywords:** high-tech production, organization of production, modular, industrial-commercial module, optimization of the production apparatus, the system of "lean production".

Революционные изменения, произошедшие в конце XX века в средствах и предметах труда, явились, с одной стороны, результатом нового качества совокупной ра-

бочей силы, а с другой стороны – обусловили ее дальнейшее развитие в направлении политехнизации знаний и повышении образовательного ценза. Таким образом,

наметилась тенденция не только профессионального роста, но и интеграции основных составляющих персонала любого предприятия как руководства, специалистов, рабочих, так и обслуживающего персонала [1].

Взаимосвязь экономики и технологии осуществляется сегодня посредством взаимоотношений работников в рамках реализации производственных процессов, характеризуя тем самым появление так называемых технологических отношений, вобравших в себя совокупность отношений производительных сил в рамках производственной деятельности, способствующих развитию и росту производственных возможностей.

С точки зрения экономической науки только те процессы, связанные с реализацией технологических решений, будут считаться оптимальными, которые обеспечивают наиболее полное удовлетворение не только материальных, но и духовных потребностей личности. Степень новизны и эффективности используемой технологии оказывает решающее воздействие на показатели экономической деятельности предприятия, такие как издержки производства, рентабельность, прибыль, производительность и др. В связи с этим современный экономист обязан иметь четкое представление о реализуемых технологиях, а инженер обязан иметь необходимый минимум экономических знаний. В свою очередь, предприниматель должен обладать и технологическими, и экономическими знаниями [2].

Организация производственной деятельности представляет собой методический инструментальный, посредством которого обеспечивается наиболее эффективное применение в пространстве и времени непосредственно труда, а также его средств и предметов для рационального и оптимального осуществления процесса производства и предпринимательства в целом.

Структура и характер производства во многом связаны с особенностями изготавливаемой продукции, применяемых машин и механизмов, типа производственной деятельности и, конечно, используемых технологий. Для осуществления грамотной организации производства необходимо соблю-

дение ряда принципов, наиболее важными среди которых являются непрерывность, специализация, ритмичность, пропорциональность, прямоточность и ряд других. Процессы производства, организованные на основе указанных принципов, называются рациональными.

При этом предприниматель сегодня выступает ключевым элементом кадровых ресурсов компании, поскольку играет решающую роль в повышении эффективности используемых материальных ресурсов. Будучи полным собственником или совладельцем предприятия, предприниматель осуществляет, как правило, главные контрольные, а также исполнительно-распределительные функции в отношении финансовых ресурсов предприятия. И это связано прежде всего с тем, что от того, насколько эффективно идут на предприятии процессы мобилизации финансовых ресурсов, их распределения и использования, прямо зависят и бизнес предпринимателя, и его личное благосостояние.

Кроме того, необходимо принять во внимание, что произошедшие революционные изменения как в личных, так и в производственных факторах, сегодня обусловили:

во-первых, возможность строительства сравнительно небольших предприятий, способных, тем не менее, технически, технологически и организационно производить сложные виды производственного оборудования и высокотехнологичной продукции;

во-вторых, налицо повышение ответственности собственников не только крупных, но и большинства средних фирм за последствия выбора стратегии развития предприятия. При безусловном приоритете корпоративного интереса экономический выбор должен строиться и на безусловном учете интересов государства, региона, отдельных социальных слоев и национальных групп. Предприниматель при этом становится как бы "слугой двух господ" – собственного бизнеса и всего общества.

Как свидетельствует анализ практики хозяйственной деятельности, инвестиционный процесс сегодня, особенно в неблагоприят-

ных конъюнктурных условиях, следует осуществлять в соответствии с модульным принципом, не вкладывая все свободные ресурсы в строительство новых гигантских производств, а постепенно создавая компактные производственно-коммерческие модули. Как отметил в связи с необходимостью наращивания выпуска высокотехнологичной, особенно оборонной продукции Президент РФ В.В. Путин: "Основу оборонно-промышленного комплекса и "мобилизационного резерва" должны составлять современные технологичные производства, готовые выпускать конкурентную высококачественную продукцию. Они могут создаваться как на базе уже существующих заводов и предприятий, нуждающихся в реформировании, так и с "нуля" [3].

*Производственно-коммерческий модуль* (далее – ПКМ), по мнению авторов, должен включать в себя наименьшее для организации конкретного оборонного производства количество трудовых, материальных, финансовых, информационных ресурсов, совместное интегрированное функционирование которых в профессиональном, научно-техническом, производственно-технологическом и организационно-управленческом отношении обеспечит возможность безубыточного ведения производства и сбыта высокотехнологичной продукции, выпускаемой предприятием.

Для создания такого модуля следует решить задачу определения предельного выпуска продукции в его рамках при оптимальных значениях логистических издержек и обеспечении необходимого уровня рентабельности. Алгоритм решения данной задачи следует строить, используя следующие параметры:

во-первых, параметры, описывающие производственную деятельность предприятия;

во-вторых, параметры, характеризующие взаимоотношения предприятия с обществом (государством).

К числу показателей, традиционно используемых в отечественной практике описания технологических и производственных процессов, относятся производительность машин, механизмов, технологических линий ( $C_i$ ) и трудозатраты ( $V_i$ ).

Процесс изготовления товарной продукции в большинстве случаев сопряжен с совместной работой людей и механизмов. Значит для определения обоснованной численности рабочих следует вычислять затраты труда, необходимые для производства единицы продукции и сравнивать их с производительностью технологических линий.

Производительность технологических линий и затраты труда рабочих связаны между собой следующей зависимостью:

$$C = N_v / V_i, \quad (1)$$

где  $N_v$  – количество рабочих, работающих на технологической линии.

Из этого выражения вычисляется интенсивность выпуска продукции в единицу времени:

$$Y = C_i - N_v / N_i \quad \begin{matrix} > 0 \Rightarrow Y = N_v / V_i \\ < 0 \Rightarrow Y = C_i \end{matrix} \quad (2)$$

Интенсивность (мощность) производства – количество продукции, выпускаемой в единицу времени. Значение интенсивности производства характеризует организационно-технологические особенности выпуска продукции (оказания услуг).

Рыночная система хозяйствования устанавливает паритет интересов общества и отдельного предприятия через систему налогообложения. Поскольку интересы общества защищает и соблюдает государственная власть (представительная и исполнительная), то и средства для решения общественных проблем собирает власть в виде налогов с предприятий и организаций.

Анализируя отечественный и зарубежный опыт разработки инвестиционных программ (техничко-экономических обоснований и бизнес-планов), а также осуществляя анализ хозяйственной деятельности предприятий, нетрудно заметить, что система налогообложения четко сориентирована на различные источники доходов. Таким образом, налоги можно классифицировать по источнику налогообложения: выручка предприятия, прибыль, выплаченная заработная плата, имущество.

Использование четырех видов налогов позволяет значительно упростить систему налогообложения при определении общего объема обязательных отчислений предприятия. Поэтому в модели целесообразно использовать суммарные ставки налогообложения, вычисленные для любого исследуемого промежутка времени:

- суммарная ставка налога на валовую выручку " $\eta_z$ ";
- суммарная ставка налога на заработную плату " $\eta_v$ ";
- суммарная ставка налога на прибыль " $\eta_p$ ";
- суммарная ставка налога на имущество " $\eta_f$ ".

Получение прибыли возможно в результате продажи товаров на потребительском рынке. При этом продажная цена должна обеспечивать возмещение затрат, связанных с приобретением сырья, уплату налогов, выплату заработной платы, а также стоимость эксплуатации технологического оборудования. Продажную (рыночную) цену можно в укрупненном виде представить как совокупность четырех основных частей: материальные затраты, заработная плата, сумма обязательных налоговых платежей и сборов, прибыль.

Доля материальных затрат включает в себя все производственные и непроизводственные затраты, в том числе и амортизацию, за исключением заработной платы. Необходимость рассматривать заработную плату отдельно вызвана самостоятельным налогообложением этого показателя.

Заработная плата включает в себя оплату труда персонала, занятого производством, а также аппарата управления (администрации). В рыночных условиях разделение суммы оплаты труда между рабочими и служащими не имеет смысла.

Сумма налогов и сборов определяется по действующим правилам. Однако рекомендуется для облегчения расчетов первоначально установить суммарные ставки налогов и сборов по основным источникам налогообложения.

Для описания структуры продажной цены произведенной продукции, а также получения информации об экономическом положении предприятия достаточно пяти показателей, которые формируют исход-

ную базу данных для построения микроэкономической модели. При определении количества исходных значений учитываются возможности органов государственной статистики, а также различных систем бухгалтерского учета с точки зрения достоверного предоставления информации об их изменениях. К числу таких показателей традиционно относят:

1) объем реализованной продукции  $Z$  (в стоимостном выражении) за определенный промежуток времени  $t$ . Вычисление этого показателя осуществляется при помощи выражения:

$$Z = Y Z_i, \quad (3)$$

где  $Y$  – интенсивность производства высокотехнологичной продукции в единицу времени  $t$ ;  $Z_i$  – продажная цена единицы объема высокотехнологичной продукции;

2) стоимость имущества предприятия (земля и основные фонды)  $Z_f$ . Значение этого показателя может определяться в результате независимой оценки и находиться в тесной корреляции с соответствующими определенной группе имущества нормами амортизации;

3) количество работающих (занятых) на предприятии  $N_v$ . В рыночных условиях определение количества рабочих мест находится в исключительной компетенции владельца (или управляющего) производственных мощностей исходя из экономической целесообразности;

4) средняя заработная плата на предприятии  $Z_v$ , определяемая как частное от деления суммы заработной платы, выплаченной (или начисленной) за время  $t$ , на количество работающих на предприятии  $N_v$ ;

5) прибыль, полученная предприятием в результате хозяйственной деятельности за время  $t$ ,  $P$ . Этот показатель, как правило, используется для оценки результата взаимодействия всех вышеперечисленных показателей с действующей системой налогообложения.

Математические выражения, используемые для вычисления экономических критериев, представлены в табл. 1.

Наименование критерия	Математическое выражение
1. Производительность труда в единицу времени $t$ , при $NV = \text{const}$ , руб.	$Pv = Z/Nv$
2. Фондоотдача в единицу времени $t$ , при $F = \text{const}$ (где $F$ – среднегодовая стоимость основных фондов предприятия)	$\varphi = Z/F$
3. Фондовооруженность, руб.	$\Psi = F/Nv$
4. Рентабельность (продаж)	$0 < p = P/Z < 1$
5. Доля заработной платы в продажной цене с единицы объема продукции	$0 < \mu = Zv/ Zi < 1$

Необходимо заметить, что количественное значение критериев зависит от времени года (месяца), и поэтому они представлены в виде функциональной зависимости от единичного промежутка времени. Для двух последних показателей значения в заданном диапазоне от 0 до 1 являются нормальными, но могут выходить за пределы указанных значений.

При рыночной схеме хозяйствования любое производство товаров связано с получением прибыли в результате продажи произведенной продукции на внутреннем или внешнем рынках. Производство любой продукции предполагает использование сырья, материалов или полуфабрикатов для придания им потребительских свойств, востребованных на рынке. Ассортимент исходных материалов для получения продукции может быть самым различным.

Если затраты, связанные с выпуском единицы продукции (сырье, энергия, стоимость эксплуатации машин, накладные расходы), обозначить  $C_z$  и задать значение прибыли предприятия, то в результате моделирования определяется размер продажной цены единичного объема:

$$Z(1-\eta_z) - (Z_v N_v(1+\eta_v) - C_z - Z_F \eta_F) = P > 0, \quad (4)$$

где  $P$  – неотрицательная прибыль предприятия;  $T$  – единица времени.

При помощи этой модели вычисляются экономические показатели деятельности предприятия, а также осуществляется аналитическое и графическое нахождение точки безубыточности.

Такова последовательность операций по расчету оптимальной структуры социально-интегрированного ПКМ предприятия, выпускающего высокотехнологичную

продукцию. Все показатели модуля рассчитываются исходя из того, что трудовые и материальные ресурсы будут задействованы конкретным трудом в одну смену.

В дальнейшем, по мере роста заказов на продукцию, объем производства в пределах одного модуля может повышаться до уровня 100-процентной занятости производственных рабочих второй смены. Решение о строительстве второго модуля, по мнению авторов, следует принимать, если коэффициент сменности на первом модуле превысит 150%.

В случае повышения спроса на высокотехнологичные товары, выпускаемые ПКМ, рост их производства обеспечивается:

- 1) повышением коэффициента сменности,
- 2) строительством новых модулей,
- 3) модернизацией старых модулей.

При снижении спроса сокращение производства достигается за счет:

- 1) понижения коэффициента сменности,
- 2) ликвидации старых модулей.

Одновременно активизируется поиск наиболее оптимальных направлений диверсификации [4].

Преимущества построения ПКМ заключаются в следующем:

во-первых, рост производственных объемов за счет сооружения второго, третьего и т.д. ПКМ обеспечивает оптимальное использование не только материальных, финансовых и информационных, но и человеческих ресурсов, значительная часть которых (работающих в основном во 2-ю смену) без существенных затрат на переподготовку, может быть переведена на новый модуль;

во-вторых, сокращение производства может осуществляться за счет ликвидации более старых, в большей степени изношенных модулей, в которых основные производственные фонды максимально физически и морально устарели, что обеспечивает как модернизацию производства по основному профилю, так и диверсификацию производственной деятельности.

Следует заметить, что алгоритм процесса формирования интегрированных ПКМ в рамках конкретного предприятия определяет сам предприниматель, опираясь на кадры менеджеров и используя имеющиеся на предприятии технику, технологию и организацию производства [5].

Модульный принцип инвестирования в производственный аппарат высокотехнологичных предприятий следует, по мнению авторов, сочетать с внедрением в производство ВВТ микрологистических концепций как средства оптимизации процесса эффективной реализации производственного аппарата предприятия.

В генезисе микрологистических концепций и систем выделяют, как правило, два направления:

- во-первых, формирование логистических концепций и систем "тянущего типа";
- во-вторых, формирование систем "толкающего типа".

К категории систем "тянущего типа" обычно относят системы "точно в срок", "kanban", и концепцию так называемого "тощего производства".

К числу микрологистических концепций и систем "толкающего типа" обычно относят систему "планирования ресурсов/потребностей" и ее различные модификации [6].

Применительно к задачам настоящей статьи авторы сосредоточили особое внимание на системах "тянущего типа" в совокупности с концепцией "тощего производства".

Наиболее известной и применимой в мировой практике систем "тянущего типа" является концепция микрологистики JIT ("just-in-time" – "точно в срок"). Изначальной идеей данной концепции явилось отсутствие каких-либо материальных запав

сов, полуфабрикатов и различных компонентов в процессе производства автомобилей и агрегатов, исходя из того, что если существует определенный производственный план (без учета изменений спроса и количества заказов), то он позволяет таким образом осуществлять движение материальных ресурсов и комплектующих, что все они поступят в необходимом количестве, в нужное время и в конкретную точку конвейерной сборки для выпуска готовых изделий. При такой системе сборки отпала необходимость в дополнительных ресурсах, способствующих расконцентрации финансов компании.

Система JIT характеризуется следующими составляющими:

- нулевым (минимальным) количеством запасов материальных ресурсов, незаконченного производства и готовой продукции;
- непродолжительными логистическими (производственными) циклами;
- незначительными производственными объемами готовой продукции и восполнения ресурсов;
- наличием небольшого количества связей с наиболее надежными поставщиками ресурсов;
- результативным обеспечением необходимой информацией;
- необходимым качеством логистики и готовой продукции [7].

Важной попыткой практического применения концепции JIT выступила концепция микрологистики KANBAN ("карта" в переводе с японского), которая начала использоваться компанией Toyota Motors. Данная система ознаменовала собой самую первую попытку применения микрологистических систем (микроЛС) "тянущего типа" в реальном производстве, на полное внедрение которой Toyota затратила более 10 лет. Длительный период внедрения KANBAN был обусловлен тем обстоятельством, что данная микроЛС не могла самостоятельно функционировать без определенного окружения, соответствующего логистической концепции JIT. Основными составляющими данного окружения выступили:

- сбалансированность и рационализация производства;

- повсеместный строгий контроль за качеством выпускаемой продукции на каждой стадии производства и качеством поставляемых материальных ресурсов;

- осуществление партнерских связей с исключительно надежными перевозчиками (поставщиками) ресурсов;

- высокая трудовая дисциплина и ответственность всего задействованного в производственном процессе персонала.

Принципиальная суть концепции KANBAN состоит в том, что все структурные подразделения, задействованные в производстве, обеспечиваются необходимыми ресурсами только к такому сроку и в том количестве, которое необходимо для выполнения заказа, заданного потребителем. В связи с этим следует констатировать, что подразделение, задействованное в производстве готовой продукции, в отличие от традиционной организации производственного процесса, не завязано на жесткий производственный график, а получает возможность оптимизации собственной деятельности с учетом имеющегося заказа и деятельности следующего подразделения, участвующего в технологическом цикле компании.

В последние годы базовая микрологистическая концепция JIT в производстве, а также соответствующая ей система KANBAN получили дальнейшее развитие. Примером этому может служить концепция "Lean production" ("тощего производства"). Сущность микроЛС "Lean production" состоит в творческом объединении ряда важнейших элементов: 1) высокого качества; 2) малых партий выпускаемой продукции; 3) низких (нулевых) запасов материальных ресурсов; 4) высококвалифицированного персонала; 5) гибких средств производства и оборудования.

Данная система получила название "тощего производства" в силу того, что на ее реализацию необходимо меньшее количество ресурсов, времени на производство продукции по сравнению с традиционным производством, а также меньше потерь от бракованной продукции и т.п., то есть "тощее производство" содержит в себе как

преимущества, характерные для массового производства, состоящие в низкой себестоимости готовой продукции, так и малого бизнеса, который находит сегодня широкое применение при производстве современной высокотехнологичной продукции.

Ключевыми целями "тощего производства" с точки зрения логистики выступают:

- высокое качество готовой продукции;

- низкие издержки на ее изготовление;

- быстрая реакция на платежеспособный спрос;

- гибкая и быстрая переналадка производственного оборудования.

Основными составляющими при реализации данных целей в процессе применения системы "тощего производства" являются.

1. Сокращение подготовительного и заключительного периода.

2. Малые размеры партий готовой продукции.

3. Непродолжительный производственный цикл.

4. Строгий контроль качества производственных процессов.

5. Общее ресурсное обеспечение.

6. Поддержание связей только с надежными поставщиками.

7. Эластичный характер потоков и процессов.

8. Информационная система "тянущего типа".

Применение в рамках "тощего производства" концепции KANBAN обеспечивает значительное снижение запасов материальных ресурсов и позволяет осуществлять процесс производства с минимальными (и даже нулевыми) страховыми запасами без их складирования, что во многом обеспечивается сотрудничеством только с надежными поставщиками.

Большую роль в системе "Lean production" играет общая технологическая поддержка с целью нахождения производственного оборудования в полной готовности при абсолютном исключении любых отказов, при повышении качества его ремонта и техобслуживания. Совместно со строгим контролем качества технологическая поддержка обеспечивает сокращение запасов незавершенного производства (бу-



ферных запасов) между производственными участками до минимума. Важное значение при осуществлении данных задач имеет квалификация среднего и низового персонала как логистического, так и производственного менеджмента, который должен:

- иметь четкое представление о выходных спецификациях, а также соответствующих им требованиях логистических и производственных процессов;
- уметь анализировать и оценивать результаты труда и осуществлять контроль логистических активностей;
- быть снабжен необходимыми инструкциями и качественно подготовлен;
- четко понимать ключевую цель управленческой деятельности.

Как в системе JIT, так и в "Lean production" важнейшую роль играет наличие прочных связей с надежными поставщиками, наличие которых может быть продемонстрировано на следующих моментах:

- поставщик является партнером, но ни в коем случае не конкурентом;
- как продавец, так и покупатель необходимых материальных ресурсов осуществляют координацию своей рыночной деятельности для общего успеха;
- продавец обязан осуществлять сертификацию собственной продукции, основываясь на мировых стандартах качества [8];
- в обязанности покупателя не входит проверка качества приобретаемых ресурсов;
- продавец материальных ресурсов должен вести целенаправленную деятельность по уменьшению цен продукции при наличии стабильных долгосрочных связей с покупателями;
- продавец должен стремиться к интеграции своих активностей в сфере логистики со стратегией логистики покупателя его ресурсов;
- продавец должен стремиться к кооперации с покупателем в случае внесения соответствующих изменений в номенклатуру МР или в случае производства (разработки) новой продукции.

Важнейшей целью данного партнерства выступает формирование и последующее

упрочение длительных связей с ограниченным числом наиболее надежных поставщиков по всей номенклатуре необходимого предприятию ресурсного обеспечения. В рамках системы "Lean production" поставщики являются важной частью организации не только производственной, но также логистической и маркетинговой деятельности, способствующей достижению миссии и стратегических целей компании. Данный подход к выбору поставщиков обеспечивает отсутствие входного контроля за приобретаемыми ресурсами и способствует интеграции со стратегией логистики компании, делая поставщиков и покупателей МР настоящими бизнес-партнерами.

Важное значение при практическом осуществлении системы "Lean production" в производственной микроЛС имеют строгий контроль качества на всех стадиях производства ГП, а также стремление убрать бесполезные операции.

Еще одним элементом "тощего производства" выступает принцип "тянущих систем" ("Pull systems"). Для данной концепции это означает отсутствие каких-либо складов, минимум имеющихся запасов на стеллажах, максимум – на производственных участках, что обеспечивает применения только тех комплектующих, которые нужны для выполнения потребительского заказа. В рамках "тощего производства" сокращение запасов в процессе сборки продукции, связанное с уменьшением потребительского спроса, обуславливает наличие автоматического отслеживания имеющихся заказов для производственных подразделений, что, как правило, способствует активизации обратной связи в рамках цепи заказов от поставщиков внутри компании, что обеспечивает его доведение до внешнего поставщика.

Реализация системы "тощего производства" в процессе функционирования высокотехнологического предприятия обуславливает необходимость учета ключевых принципов:

- приоритет людских ресурсов как основы, интегрирующей всю систему логистики предприятия;
- наличие микроЛС "тянущего типа";

- приоритетное значение принципа синергии в совокупности со связанной диверсификацией в рамках построения моделей ключевых микроЛС;

- обеспечение гибкости и устойчивости компании в долгосрочной перспективе с учетом существующего логистического окружения;

- баланс закупок материальных ресурсов, производства высокотехнологичной продукции и ее реализации в соответствии с фазами циклов логистики и производства продукции для обеспечения равновесного состояния между ростом продаж и рентабельностью производства как в долгосрочной, так и в краткосрочной перспективе.

Приоритет людских ресурсов как основы для интеграции всей микрологистической системы проявляется: во-первых, в особой роли предпринимателя как инициатора, регулятора и интегратора потоков трудовых, финансовых, материальных, а также информационных ресурсов; во-вторых, в интегрирующей роли процесса труда, который, с одной стороны, выступает как процесс целесообразной производительной деятельности, обуславливающей направленное движение материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой высокотехнологичной продукции, а с другой стороны – выступает как процесс формирования стоимости конечной продукции [9].

Таким образом, реализация системы "тощего производства" в практику функционирования высокотехнологичных предприятий обеспечивает им возможность результативного решения вопросов оптимизации ресурсного обеспечения при осуществлении стратегии микроЛС при:

- оптимизации функционирования транспортно-складской системы предприятия;

- сокращении времени цикла производства готовой продукции;

- минимизации (оптимизации) запасов материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой высокотехнологичной продукции как в рамках складской системы, так и в рамках производственного цикла;

- сокращении издержек, связанных с логистикой, при производстве высокотехнологичной продукции.

## ВЫВОДЫ

1. Осуществленный в статье анализ современной, характеризующейся революционными изменениями в личных и производственных факторах, практики хозяйственной деятельности, связанной с производством высокотехнологичной, в том числе оборонной продукции, позволяет сделать вывод, что инвестиционный процесс на современных предприятиях следует осуществлять в соответствии с модульным принципом, не вкладывая все свободные ресурсы в строительство новых гигантских производств, а постепенно создавая компактные производственно-коммерческие модули. *Производственно-коммерческий модуль* должен включать в себя наименьшее для организации конкретного оборонного производства количество трудовых, материальных, финансовых, информационных ресурсов, совместное интегрированное функционирование которых в профессиональном, научно-техническом, производственно-технологическом и организационно-управленческом отношении обеспечит возможность безубыточного ведения производства и сбыта высокотехнологичной продукции, выпускаемой предприятием.

2. Преимущества построения ПКМ, как свидетельствует проведенный анализ, заключаются в следующем:

- во-первых, рост производственных объемов за счет сооружения второго, третьего и т.д. ПКМ обеспечивает оптимальное использование не только материальных, финансовых и информационных, но и прежде всего человеческих ресурсов, значительная часть которых без существенных затрат на переподготовку может быть переведена на вновь создаваемый производственно-коммерческий модуль;

- во-вторых, сокращение производства может осуществляться за счет ликвидации более старых, в большей степени изношен-

ных, модулей, в которых основные производственные фонды максимально физически и морально устарели, что, в свою очередь, обеспечивает как модернизацию производства по основному профилю, так и диверсификацию производственной деятельности.

3. Как свидетельствуют выводы по результатам анализа основных проблем публикации, внедрение концепции "тощего производства" в хозяйственную практику высокотехнологичных предприятий в сочетании с модульным принципом позволяет им наиболее эффективно решать проблемы оптимизации материальных потоков в рамках реализации логистической стратегии с точки зрения:

- минимизации (оптимизации) запасов материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой высокотехнологичной продукции как в рамках складской системы, так и в рамках производственного цикла;
- оптимизации функционирования транспортно-складской системы предприятия;
- сокращения времени цикла производства высокотехнологичной продукции;
- сокращения издержек, связанных с логистикой, при производстве готовой продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Никитина О.Н.* Ресурсный потенциал оборонного предприятия и его реализация // Экономика и предпринимательство. – 2013, №6.
2. *Никитин Н.А., Рыжов И.В., Строков А.И.* Проблемы методологии анализа оборонно-промышленного комплекса и его ресурсного потенциала // Экономика и предпринимательство. – 2013, №12 (часть 4).
3. *Путин В.В.* Быть сильным: гарантии национальной России // Российская газета. – 2012, 20 февраля.
4. *Строков А.И.* Оптимальное сочетание производства собственно оборонной и гражданской продукции // Экономика и предпринимательство. – 2015, №10 (часть 1).
5. *Никитин Н.А.* Оборонно-промышленный комплекс России: проблемы оптимизации. – М.: ООО Фирма "Светотоп-ЛТД", 2006.

6. *Сергеев В.И.* Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001.

7. *Хачатурян А.А., Абдулкадыров А.С., Жигулина Е.П.* Логистические составляющие в системе управления качеством функционирования нефтегазовых компаний // Транспортное дело России. – 2015, №6. С.36...37.

8. *Абдулкадыров А.С., Жигулина Е.П.* Методические аспекты управления качеством функционирования предприятий нефтегазового сектора // Научное обозрение. Серия 1: Экономика и право. – 2015, № 4. С.33...37.

9. *Мищенко В.Я., Добросоцких М.Г.* Нр-разрешимая задача календарного планирования строительства, реконструкции и ремонта объектов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6 . С. 13...20.

#### REFERENCES

1. *Nikitina O.N.* Resursnyj potencial oboronogo predprijatija i ego realizacija // Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2013, №6.
2. *Nikitin N.A., Ryzhov I.V., Strokov A.I.* Problemy metodologii analiza oboronno-promyshlennogo kompleksa i ego resursnogo potenciala // Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2013, №12 (chast' 4).
3. *Putin V.V.* Byt' sil'nym: garantii nacional'noj Rossii // Rossijskaja gazeta. – 2012, 20 fevralja.
4. *Strokov A.I.* Optimal'noe sochetanie proizvodstva sobstvenno oboronnoj i grazhdanskoj produkcii // Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2015, №10 (chast' 1).
5. *Nikitin N.A.* Oboronno-promyshlennyj kompleks Rossii: problemy optimizacii. – М.: ООО Фирма "Svetotop-LTD", 2006.
6. *Sergeev V.I.* Logistika v biznese. – М.: INFRA-M, 2001.
7. *Hachaturjan A.A., Abdulkadyrov A.S., Zhigulina E.P.* Logisticheskie sostavljajushhie v sisteme upravlenija kachestvom funkcionirovanija neftegazovyh kompanij // Transportnoe delo Rossii. – 2015, №6. S.36...37.
8. *Abdulkadyrov A.S., Zhigulina E.P.* Metodicheskie aspekty upravlenija kachestvom funkcionirovanija predpriyatij neftegazovogo sektora // Nauchnoe obozrenie. Serija 1: Jekonomika i pravo. – 2015, №4. S.33...37.
9. *Mishhenko V.Ja., Dobrosockih M.G.* Np-razreshimaja zadacha kalendarnogo planirovanija stroitel'stva, rekonstrukcii i remonta ob"ektov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 6 . S. 13...20.

Рекомендована кафедрой технологий, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью ВГТУ. Поступила 19.09.17.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ  
СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ  
НА ПРЕДПРИЯТИИ  
НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

**THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF PLANNING  
OF DIFFICULT PRODUCTIONS AT THE ENTERPRISE  
ON THE BASIS OF METHODS OF NETWORK PLANNING**

*Д.И. ЕМЕЛЬЯНОВ, Н.А. ПОНЯВИНА, Е.А. ЧЕШОКОВА  
D.I. EMELYANOV, N.A. PONYAVINA, E.A. CHESNOKOVA*

*(Воронежский государственный технический университет)  
(Voronezh State Technical University)  
E-mail: oseun@yandex.ru*

*В статье рассматривается совершенствование методики сетевого моделирования для решения задач планирования сложных производственных процессов. Приведен подход к оптимизации распределения ресурсов по производственным процессам. В предлагаемой авторами методике моделирования применена усовершенствованная матрично-сетевая модель, позволяющая учитывать возможность изменения количества используемых ресурсов, а также оптимизацию распределения ресурсов. Рассмотрены предложения по формированию целевой функции плана производства работ и сформулирован математический подход к решению проблемы оптимизации распределения ресурсов, использующий алгоритмы поиска экстремума функции многих переменных. Приводятся начальные результаты исследований, показывающие принципиальную перспективность выбранного направления.*

*In article improvement of a technique of network modeling, for the solution of problems of planning of difficult productions is considered. Approach to optimization of distribution of resources on productions is given. In the technique of modeling offered by authors the advanced matrix and network model allowing to consider a possibility of change of quantity of the used resources and also optimization of distribution of resources is applied. Offers on formation of criterion function of the plan of works are considered and the mathematical approach to a solution of the problem of optimization of distribution of resources using algorithms of search of an extremum of function of many variables is formulated. The initial results of researches showing basic prospects of the chosen direction are given.*

**Ключевые слова:** календарное планирование, оптимизация, моделирование, алгоритм, распределение ресурсов.

**Keywords:** scheduling, optimization, modeling, algorithm, distribution of resources.

Сложность задачи планирования производственного процесса заключается в оперировании большим количеством параметров, имеющих разную природу.

Задача совмещения во времени разных технологических процессов является одной из самых сложных на современном производстве [1...6].

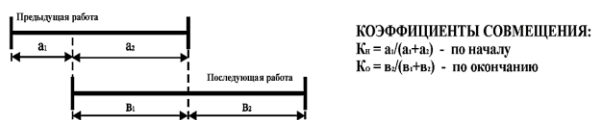
В реальной практике производственная программа предприятия включает в себя большое количество разнообразных технологических циклов, работы на которых ведутся с различной интенсивностью. Попыткой автоматизировать процесс планирования с помощью формализации процедуры совмещения во времени технологических процессов было предложение метода, который оперирует коэффициентами совмещения работ. Известно два вида таких коэффициентов: 1) коэффициент совмещения по началу и 2) коэффициент совмещения по окончанию. Первый определяет, какая часть предыдущей работы должна быть выполнена к моменту начала последующей, второй определяет, какая часть последующей работы должна оставаться невыполненной к моменту окончания предыдущей. Математически это можно записать так:

$$K_n = a_1 / (a_1 + a_2),$$

$$K_o = b_2 / (b_1 + b_2).$$

Значения коэффициентов совмещения могут изменяться от 0 до 1.

Алгоритм построения плана работ, основанный на матрице коэффициентов совмещения (элементами матрицы коэффициентов совмещения являются номера работ и названия видов работ), описан в [1], [5]. Он создан для ведения работ специализированными бригадами и использует сетевой метод расчета параметров с автоматическим построением топологии сети (рис. 1 – определение значений и построение матрицы коэффициентов совмещения работ).



КОЭФФИЦИЕНТЫ СОВМЕЩЕНИЯ:  
 $K_n = a_1 / (a_1 + a_2)$  - по началу  
 $K_o = b_2 / (b_1 + b_2)$  - по окончанию

Матрица коэффициентов совмещения работ

Наименование работ	Коэффициенты совмещения	Продолжительность
Предыдущая работа	$K_n$	$t_i$
Последующая работа	$K_o$	$t_{i+1}$

Рис. 1

При анализе данной методики были выявлены следующие недостатки:

- невозможность вводить ограничения по ресурсам;
- невозможность выхода за пределы сетевой модели при оптимизации;
- сложность подготовки исходных данных (необходим предварительный расчет продолжительности работ).

Для устранения этих недостатков в модель внесены изменения. Работы разбиваются на участки не по времени, а по объемам, что более точно отражает зависимости между смежными работами и не требует предварительных расчетов продолжительности. Это делает модель чувствительной к ограничениям по ресурсам и позволяет в некоторых случаях уйти от жесткой сетевой модели. Коэффициенты совмещения рассматриваются как переменные величины, изменяющиеся под воздействием ограничений по ресурсам, то есть если фрагмент работы, оговоренный коэффициентами совмещения, не удается выполнить за интервал времени, ограниченный связанными с ним другими участками, вследствие ограничений по ресурсам, то значения коэффициентов изменяются. В исходных данных задается не продолжительность работ, а трудозатраты в человеко-сменах.

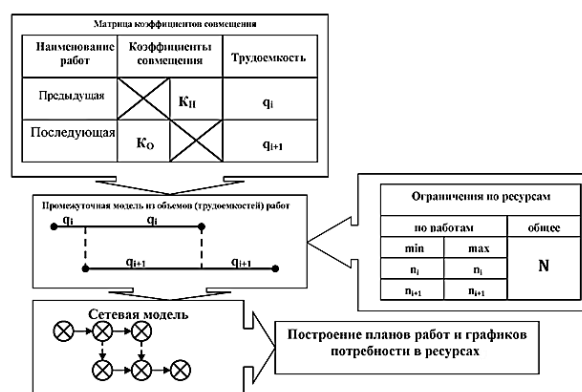


Рис. 2

Численность исполнителей (при расчете из условия ограничения по трудовым ресурсам) задается переменной с ограничениями по минимуму и максимуму. Это позволяет проводить оптимизацию из условия

ограничения по ресурсам. Следует отметить, что такой подход позволяет проводить расчеты не только для специализированных бригад, но и для комплексных, что делает его более универсальным (рис. 2 – схема формирования модели производственного процесса и построение плана работ).

Коэффициенты совмещения могут определяться экспертным путем или моделироваться по методике, описанной [1], [5].

Задачи календарного планирования являются оптимизационными в связи с тем что, всегда присутствуют ограничения по ресурсам или по времени. Сетевая модель, описывающая производственный процесс, имеет две группы характеристик. Первая группа определяет топологию сетевой модели. Это матрица коэффициентов совмещения работ [1] и производные от нее параметры. Вторая группа характеристик определяет распределение ресурсов в течение времени выполнения работ. Это функции распределения ресурсов на работах в зависимости от времени. В общем виде задачу оптимизации планов работ можно сформулировать как нахождение таких функций распределения ресурсов, которые обеспечивали бы требуемое качество получаемого плана работ. Для формализации функции плана работ рассмотрим график движения трудовых ресурсов, построенный при некоторых начальных условиях (рис. 3). Проведем на нем горизонтальную линию, соответствующую численности бригады ( $n_B$ ), силами которой предполагается данный процесс осуществить. На графике имеются участки, когда линия занятого числа ресурсов проходит ниже линии численности бригады (ab и cd), а также участки, на которых линия занятого числа ресурсов проходит выше (bc и de).

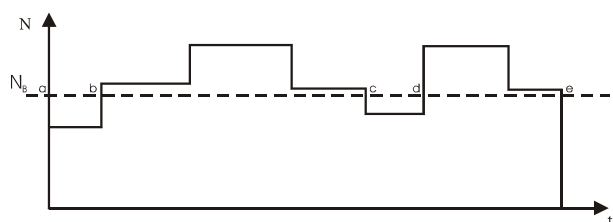


Рис. 3

На таких участках области, ограниченные линией графика ресурсов и линией численности бригады, показывают в первом случае объем работы, который мог бы быть выполнен бригадой, но не выполняется по причине плохого качества плана работ, во втором – объем работы, который должен быть выполнен сверх имеющихся возможностей бригады. Назовем эти объемы *объемами мнимых работ*. В этом случае мы можем утверждать, что для данной численности бригады план работ будет идеального качества, если объемы мнимых работ будут равны 0. Чем больше сумма объемов мнимых работ, тем хуже качество плана работ.

Суммарный объем мнимых работ может быть определен по формуле:

$$\Lambda = \int_0^{t_{\max}} |n_B - n(t)| dt, \quad (1)$$

где  $\Lambda$  – объем мнимых работ;  $t_{\max}$  – общее время выполнения строительного процесса;  $n_B$  – численность бригады;  $n(t)$  – функция числа ресурсов в момент времени  $t$  (графиком этой функции является линия ресурсного графика).

Распределение ресурсов во времени полностью определяется некоторым набором скалярных величин. Этот набор скалярных величин назовем *обобщенным вектором распределения ресурсов* и обозначим его буквой  $D$ . Распределение ресурсов во время производственного процесса может быть полностью описано с помощью двух векторов:

$$D = \{N, R\}, \quad (2)$$

где  $N$  –  $q$ -мерный вектор, каждый компонент которого равен числу ресурсов на соответствующем интервале соответствующей работы;  $q$  – суммарное число всех интервалов всех работ;  $R$  –  $p$ -мерный вектор, каждый компонент которого определяет величину сдвига соответствующего фрагмента соответствующей работы по времени в рамках резервов времени, определенных сетевой моделью;  $p$  – суммарное число всех фрагментов всех работ ( $p \leq q$ ).

## ВЫВОДЫ

В дальнейшем мы будем использовать различные представления вектора  $D$ , однако любое распределение ресурсов во времени может быть описано с помощью совокупности векторов  $N$  и  $R$ . Следствием этого является следующее заключение. Любое изменение распределения ресурсов во времени в конечном итоге сводится к суперпозиции двух видов изменений: *численных* – когда изменяются компоненты вектора  $N$ , и *временных* – когда изменяются компоненты вектора  $R$  и временные границы интервалов работ.

Таким образом, можно сформулировать функцию плана работ:

$$\Omega^1(D) = \int_0^{t_{\max}} |n_B - n(t)| dt. \quad (3)$$

И оптимальному расписанию работ будет соответствовать минимум этой функции. Однако определенная таким образом функция плана работ не является дифференцируемой (в частности,  $\Omega^1(N,R)$  имеет разрывные частные производные по компонентам этих векторов).

Вместо нее введем функцию:

$$\Omega(D) = \int_0^{t_{\max}} (n_B - n(t))^2 dt, \quad (4)$$

которая является непрерывно дифференцируемой по всем своим аргументам при наложении определенного условия на распределение ресурсов по интервалам работ. Отметим, что функция  $\Omega$  имеет экстремумы того же вида и в тех же точках, что и функция  $\Omega^1$ , поэтому с точки зрения задачи оптимизации планов работ такая замена абсолютно равноценна. В дальнейшем, при исследовании функции  $\Omega$  на экстремумы, там, где это более удобно, будем использовать исследование на экстремумы функции  $\Omega^1$ , однако при поиске экстремума с помощью операций дифференциального исчисления всегда будет использоваться функция  $\Omega$ .

Предлагаемый подход к моделированию и формализации задачи календарного планирования позволяет снизить трудоемкость построения модели производственного процесса и применять для решения оптимизационных задач распределения ресурсов любой из известных алгоритмов поиска экстремума функции многих переменных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мищенко В.Я. Моделирование и автоматизация организационно-технологического проектирования строительного производства. – Воронеж: ВГАСА, 1997.

2. Мищенко В.Я., Драпалюк Д.А., Понявина Н.А. Планирование проведения ремонтно-строительных работ с целью достижения максимального срока эксплуатации строительных объектов // Промышленное и гражданское строительство. – 2010, № 9. С.28...31.

3. Мищенко В.Я., Драпалюк Д.А. Система информационных матриц при организации конкурентоспособного управления в жилищно-коммунальном комплексе // Первая междунар. научн.-практ. конф.: Оценка риска и безопасность строительных конструкций. – Воронеж, 2006. С. 68...75.

4. Мищенко В.Я., Емельянов Д.И., Тихоненко А.А. Разработка методики оптимизации распределения ресурсов в календарном планировании строительства на основе генетических алгоритмов // Промышленное и гражданское строительство. – 2013, № 11. С. 76...78.

5. Мищенко В.Я., Емельянов Д.И. Методы решения задач календарного планирования на основе композиционных матрично-сетевых моделей // Изв. вузов. Строительство. – 2002, № 5. С. 58...63.

6. Понявина Н.А., Емельянов Д.И., Чеснокова Е.А. Методика рационального распределения исполнителей при выполнении комплекса работ по воспроизводству объектов недвижимости с учетом изменения уровня трудовых потенциалов бригад // Изв. Юго-Западн. гос. ун-та. – 2017, № 3 (72). С.59...67.

## REFERENCES

1. Mishhenko V.Ja. Modelirovanie i avtomatizacija organizacionno-tehnologicheskogo proektirovanija stroitel'nogo proizvodstva. – Voronezh: VGASA, 1997.

2. Mishhenko V.Ja., Drapaljuk D.A., Ponjavina N.A. Planirovanie provedenija remontno-stroitel'nyh rabot s cel'ju dostizhenija maksimal'nogo sroka jekspluatcii stroitel'nyh ob"ektov // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2010, № 9. S.28...31.

3. Mishhenko V.Ja., Drapaljuk D.A. Sistema informacionnyh matric pri organizacii konkurentosposobnogo upravlenija v zhilishhno-kommunal'nom komplekse // Pervaja mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Ocenka riska i bezopasnost' stroitel'nyh konstrukcij. – Voronezh, 2006. S. 68...75.

4. Mishhenko V.Ja., Emel'janov D.I., Tihonenko A.A. Razrabotka metodiki optimizacii raspredelenija resursov v kalendarnom planirovanii stroitel'stva na osnove geneticheskikh algoritmov // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2013, № 11. S. 76...78.

5. Mishhenko V.Ja., Emel'janov D.I. Metody reshenija zadach kalendarnogo planirovanija na osnove

kompozicionnyh matrichno-setevyh modelej // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. – 2002, № 5. S. 58...63.

6. Ponjavina N.A., Emel'janov D.I., Chesnokova E.A. Metodika racional'nogo raspredelenija ispolnitelej pri vypolnenii kompleksa rabot po vosproizvodstvu ob"ektov nedvizhimosti s uchetom izmenenija urovnja trudovyh potencialov brigad // Izv. Jugo-Zapadn. gos. un-ta. – 2017, № 3 (72). S.59...67.

Рекомендована кафедрой технологий, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью. Поступила 05.09.17.

УДК 332.6

## **ОСПАРИВАНИЕ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ НЕДВИЖИМОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТРАСЛЕВЫХ ОБЪЕКТОВ**

### **FEASIBILITY OF THE CADASTRE VALUE OF THE REAL ESTATE AS THE INTRUSION OF INCREASING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF INDUSTRIAL BRANCHED OBJECTS**

*V.M. KRUGLYAKOVA, E.A. CHESNOKOVA*  
*V.M. KRUGLYAKOVA, E.A. CHESNOKOVA*

(Воронежский государственный технический университет)  
(Voronezh State Technical University)  
E-mail: vinikat@mail.ru

*Переход к налогообложению промышленной недвижимости на основе кадастровой стоимости негативно отражается на показателях финансово-хозяйственной деятельности производителей текстильной продукции. Статья содержит результаты исследования правовых и экономических механизмов приведения налогооблагаемой базы промышленных предприятий отрасли в соответствие со справедливой рыночной стоимостью недвижимости на основе процедуры оспаривания ее кадастровой стоимости с учетом показателей ее экономической эффективности.*

*Transition to the taxation of the industrial real estate on the basis of cadastral cost negatively is reflected in indicators of financial and economic activities of producers of textile products. Article reflects results of a research of legal and economic mechanisms of reduction of a taxable basis of industrial enterprises of an industry in compliance with fair market value of the real estate on the basis of the procedure of contest of its cadastral cost taking into account indicators of its cost efficiency.*

**Ключевые слова:** промышленная недвижимость, налогообложение, стоимость, кадастровая оценка, экспертиза, оспаривание.



**Keywords: industrial real estate, taxation, cost, cadastral assessment, examination, contest.**

В условиях постоянного развития финансово-экономической системы страны происходит трансформация института стоимостной оценки промышленной недвижимости. Эти изменения прежде всего выражаются в существенной переработке нормативно-правовой базы определения стоимости производственных активов в рамках новой системы налогообложения объектов недвижимого имущества на основе величины их кадастровой оценки.

Основу заключения сделок с недвижимостью и их налогообложения теперь составляют два вида стоимости: рыночная и кадастровая. Их внедрение в практику налогообложения недвижимости и определения платы за пользование государственным имуществом вызывает серьезные возражения у владельцев недвижимости и участников рынка. Для промышленных предприятий этот процесс оказывается болезненным в связи с тем, что для организации производств необходимы большие территории (площадь земельных участков как объектов налогообложения оказывается значительной), также нужны промышленные здания большой площади и технологические сооружения. В текстильной промышленности, характеризующейся высокой капиталоемкостью производства, переход к системе налогообложения активов на основе кадастровой стоимости недвижимости приводит к существенному росту имущественной налогооблагаемой базы. Как следствие, в результате проведения государственной кадастровой оценки земельных участков и объектов капитального строительства происходит увеличение себестоимости продукции предприятий, снижаются показатели эффективности инвестиций в отрасль.

В настоящей статье авторы представляют свое видение основных проблем проведения государственной кадастровой оценки и процедур оспаривания кадастровой стоимости промышленной отраслевой недвижимости в современном экономическом пространстве.

Как известно, основой заключения сделок с недвижимостью является величина рыночной стоимости прав на объект. Понятие рыночной стоимости сформулировано в законодательстве об оценочной деятельности в следующем виде: "...под рыночной стоимостью объекта оценки понимается наиболее вероятная цена, по которой данный объект оценки может быть отчужден на открытом рынке в условиях конкуренции, когда стороны сделки действуют разумно, располагая всей необходимой информацией, а на величине цены сделки не отражаются какие-либо чрезвычайные обстоятельства". В свою очередь, под кадастровой стоимостью понимают "...стоимость, установленную в результате проведения государственной кадастровой оценки или в результате рассмотрения споров о результатах определения кадастровой стоимости..." [1].

Известно, что процесс определения рыночной стоимости основывается на применении различных методов индивидуальной оценки объекта (группы объектов), регламентируется федеральными стандартами оценки и описан в методических изданиях [2]. Тема определения кадастровой стоимости, основывающейся на применении методов массовой оценки недвижимости, пока основывается на разработанных временных методических рекомендациях, а научно-методическая база, позволяющая обеспечить учет особенностей массовой оценки промышленной недвижимости, находится в дискуссионной плоскости [3].

Федеральный закон №237-ФЗ от 03.07.2016 г. "О государственной кадастровой оценке" был принят лишь 3 июля 2016 г. Его содержание не включает методологические основы определения кадастровой стоимости. Более того, закон содержит ряд переходных организационных положений на период до 2020 г., последствия внедрения которых могут существенно ухудшить качество определения кадастровой стоимости объектов, не имеющих активного обращения на рынке промышленной недвижимости [4]. Принятие данного

закона вводит четкое разделение процесса определения кадастровой и рыночной стоимости. Если процесс определения рыночной стоимости объекта и подготовки отчета об оценке по-прежнему подчиняется классическим общепринятым представлениям о методологии определения стоимости недвижимости, то регулирование определения и внедрения кадастровой стоимости теперь регулируется отдельным законодательством, не имеющим прямого отношения к институту независимой профессиональной оценки.

Внедрение новой нормативно-правовой базы оценки кадастровой стоимости для промышленной сферы может иметь серьезные последствия. Ведь применение кадастровой стоимости недвижимости касается следующих затратных позиций.

1. Налоги на имущество организаций.
2. Налоги на земельную собственность.
3. Плата за пользование землей и зданиями, переданными предприятиям на праве аренды и находящимся в государственной или муниципальной собственности.
4. Затраты на выкуп прав на арендуемые земельные участки под объектами недвижимости, принадлежащими предприятиям.

Также в случае привлечения инвестиций кадастровая стоимость применяется в качестве базы стоимости обеспечения ипотечных обязательств при кредитовании отрасли, а также при выделении цены земельного участка в составе цены единого объекта недвижимости при отчуждении промышленной недвижимости.

В текущих сложных политических и социально-экономических условиях вопросы налогообложения собственности должны решаться максимально корректно. Таким образом, создание условий для определения кадастровой стоимости недвижимости текстильной отрасли на "справедливом" уровне является одной из важных задач поддержки отрасли и ее развития.

Сформировавшийся опыт проведения государственной кадастровой оценки недвижимости и детальный анализ ее результатов подтверждает несовершенство применяемых методик массовой оценки объек-

тов недвижимости. Это вызывает у правообладателей претензии к качеству процесса проведения кадастровой оценки. Причины таких расхождений могут иметь как объективный, так и субъективный характер [5].

В связи с этим предприятия имеют право оспорить величину кадастровой стоимости в досудебном и судебном порядке. Досудебное оспаривание допускает возможность пересмотра КС объекта на основе установления независимым оценщиком рыночной стоимости объекта и рассмотрения заявления в региональной Комиссии Росреестра. Однако с учетом проведенного авторами исследования результативность работы Комиссии в значительной степени зависит от региональной инвестиционной политики и в кризисных условиях выражается в незначительной доле положительных решений от общего объема заявлений о снижении КС [6], [7].

Если заявитель получает отказ Комиссии, он может оспорить стоимость в судебном порядке. В этом случае, основываясь на сложившейся судебной практике, суд при принятии решения о пересмотре величины КС объекта на основе определения его рыночной стоимости с высокой степенью вероятности будет руководствоваться результатами судебной экспертизы, которая назначается судом в соответствии с процессуальными нормами административного судопроизводства. Таким образом, процедура оспаривания в настоящее время четко регламентирована.

Это означает, что стремление предприятия, владеющего недвижимостью, снизить кадастровую стоимость, может привести к экономии значительных средств на налогах и других выплатах, основывающихся на величине КС. С другой стороны, следует понимать, что в определенных случаях намерение снизить величину КС не имеет под собой объективного основания – в частном случае величина КС может быть сопоставима с величиной рыночной стоимости. В этом случае затраты на оспаривание не принесут желаемого эффекта и окажутся бессмысленными.

Процедура оспаривания КС объекта недвижимости сопряжена со следующими издержками и рисками.

1. В отличие от Комиссии, которая может принять положительное решение по пересмотру КС строго в размере величины рыночной стоимости, указанной в отчете независимого оценщика, в суде основным ориентиром, как правило, является заключение судебного эксперта. Вероятность того, что выводы судебного эксперта о величине рыночной стоимости объекта не совпадут с мнением оценщика, высока. Таким образом, заранее определить гарантированную экономию на снижении КС для предприятия практически невозможно.

2. Затраты предприятия на оспаривание в Комиссии фактически равны затратам на составление отчета об оценке рыночной стоимости объекта. При этом состав документов для суда, наряду с отчетом об оценке, предусматривает наличие положительного заключения, выданного саморегулируемой организацией оценщиков (оплата заключения практически удваивает стоимость затрат на оценку). Кроме этого, судебные издержки включают не только оплату пошлин и гонорара юриста, но и оплату судебной экспертизы. Таким образом, общая величина затрат на судопроизводство может оказаться значительной.

3. Государственная кадастровая оценка проводится не реже 1 раза в 5 лет (для городов федерального значения – не реже 1 раза в 2 года). Следовательно, если речь идет о снижении имущественных налогов, необходимо учитывать срок, оставшийся до следующей кадастровой оценки, поскольку оспаривание распространяется только на действующую величину КС в период ее применения от года, в котором было проведено оспаривание.

Таким образом, до принятия решения об оспаривании кадастровой стоимости необходимо провести оценку его экономической эффективности, которая может выражаться в анализе следующих показателей.

1. При снижении налоговой нагрузки прогнозируемая экономия на налогах в результате ожидаемого снижения КС за весь

период, оставшийся до новой государственной кадастровой оценки, должна быть уменьшена на величину затрат на оспаривание КС в суде.

2. При снижении аренды и выкупной цены арендуемого у государства или муниципалитета имущества на основе величины КС прогнозируемое снижение ожидаемой цены выкупа и экономия на аренде в период до выкупа имущества уменьшается на величину затрат на оспаривание в суде. При проведении анализа необходимо учитывать, что время выкупа ограничено сроком очередной государственной кадастровой оценки.

Принятие решения об оспаривании величины КС недвижимости должно основываться на сопоставлении величины предполагаемых затрат и ожидаемого снижения объема выплат предприятия, зависящих от величины кадастровой стоимости. С другой стороны, следует помнить о возможных "побочных эффектах" оспаривания. Например, если предприятие находится на инвестиционной фазе развития и использует кредитные ресурсы, обеспечением обязательств по которым выступает земельная собственность с определенной кадастровой стоимостью, снижение кадастровой стоимости может повлечь за собой снижение стоимости обеспечения, что затруднит обслуживание инвестиционного кредита.

## ВЫВОДЫ

Результаты проведенного исследования показывают, что оспаривание величины КС является одним из инструментов повышения эффективности управления активами промышленного предприятия. Однако применение данного инструмента должно проводиться с учетом всех вытекающих последствий. Учитывая большое количество организационных и методологических проблем, характерных для современного этапа развития института государственной кадастровой оценки, предприятиям текстильной промышленности необходимо обеспечивать постоянный мониторинг кадастровой стоимости недвижимости и макси-

мально использовать все возможности, которые предоставляются действующим законодательством в этом направлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Об оценочной деятельности в Российской Федерации: Федеральный закон от 29 июля 1998 года №135-ФЗ. Доступ из справочной правовой системы "Консультант-Плюс".

2. *Круглякова В.М.* Оценка объектов недвижимости. – Воронеж, 2009.

3. *Пылаева А.В.* Развитие кадастровой оценки недвижимости. – Н.Новгород, 2012.

4. О государственной кадастровой оценке: Федеральный закон от 3 июля 2016 года №237-ФЗ. Доступ из справочной правовой системы "Консультант-Плюс".

5. *Круглякова В.М.* Кадастровая оценка недвижимости – проблемы определения и процедуры оспаривания КС объектов // *Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Теория и практика функционирования финансовой и денежно-кредитной системы России: (г.Воронеж, 7-8 декабря 2016 г.)* – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2016. С.133...138.

6. *Круглякова В.М.* Региональная политика в сфере оспаривания результатов государственной кадастровой оценки на примере регионов Центрального Черноземья // *Имущественные отношения*. – 2014, №9(156). С.80...89.

7. *Мищенко В.Я., Горбанева Е.П., Мануковский А.Ю., Сафонов А.О.* Повышение энергоэффективности в бюджетной сфере Воронежской области // *Строительство и архитектура*. – 2014, № 3 (35). С.71...76.

#### REFERENCES

1. Ob ocenochnoj dejatel'nosti v Rossijskoj Federacii: Federal'nyj zakon ot 29 ijulja 1998 goda №135-FZ. Dostup iz spravochnoj pravovoj sistemy "Konsul'tant-Pljus".

2. *Krugljakova V.M.* Ocenka ob"ektov nedvizhimosti. – Voronezh, 2009.

3. *Pylaeva A.V.* Razvitie kadaastrovoj ocenki nedvizhimosti. – N.Novgorod, 2012.

4. O gosudarstvennoj kadaastrovoj ocenke: Federal'nyj zakon ot 3 ijulja 2016 goda №237-FZ. Dostup iz spravochnoj pravovoj sistemy "Konsul'tant-Pljus".

5. *Krugljakova V.M.* Kadaastrovaja ocenka nedvizhimosti – problemy opredelenija i procedury osparivanija KS ob"ektov // *Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Teorija i praktika funkcionirovanija finansovoj i denezhno-kreditnoj sistemy Rossii: (g.Voronezh, 7-8 dekabrja 2016 g.)* – Voronezh: Izdatel'sko-poligraficheskij centr "Nauchnaja kniga", 2016. S.133...138.

6. *Krugljakova V.M.* Regional'naja politika v sfere osparivanija rezul'tatov gosudarstvennoj kadaastrovoj ocenki na primere regionov Cen-tral'nogo Chernozem'ja // *Imushhestvennye otnoshenija*. – 2014, №9(156). S.80...89.

7. *Mishhenko V.Ja., Gorbaneva E.P., Manukovskij A.Ju., Safonov A.O.* Povysenie jenergojeffektivnosti v bjudzhetnoj sfere Voronezhskoj oblasti // *Stroitel'stvo i arhitektura*. – 2014, № 3 (35). S.71...76.

Рекомендована кафедрой технологий, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью. Поступила 19.09.17.

УДК 338.4

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ КОНТРОЛЯ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

### MODERN APPROACHES TO CONTROL THE COST OF CONSTRUCTION OF INDUSTRIAL FACILITIES

*О.К. МЕЩЕРЯКОВА, М.А. МЕЩЕРЯКОВА, Р.Л. КОЧЕТОВ*  
*O.K. MESHCHERYAKOVA, M.A. MESHCHERYAKOVA, R.L. KOCHETOV*

(Воронежский государственный технический университет)  
(Voronezh State Technical University)

E-mail: onora@list.ru; masha0207@mail.ru; oseun@ya.ru

***В статье рассматривается вариант проверки формирования цены на строящийся промышленный объект текстильной промышленности с использованием современных технологий, позволяющий заказчику прозрачно отслеживать путь строительства и движения вложенных инвестиций.***

*The article examines the option of checking the formation of prices for a textile plant under construction using modern technologies, which allows the customer to transparently track the way of construction and movement of investments.*

**Ключевые слова:** сметная стоимость строительства, объект текстильной промышленности, информационная модель, контроль денежных средств, экономический эффект.

**Keywords:** estimated cost of construction, object of textile industry, information model, control of money resources, economic effect.

Для развития производственной деятельности различного назначения необходимы современные здания и сооружения. Их возведение требует определенных затрат, обозначенных в проектно-сметной документации. Стоит заметить, что ценообразование в строительстве – это гибкий механизм формирования цены на строительные услуги, материалы, являющийся инструментом решения стоимостных вопросов между заказчиком и исполнителем работ [1], [7]. Совершенствование подходов контроля формирования цены на строящиеся объекты в соответствии с обозначенной сметной стоимостью является актуальным вопросом для участников данного процесса с целью сокращения материальных, временных затрат, а также возможных судебных исков.

Как показывает практика, большинство исков, предъявляемых к строительным организациям или проектным институтам, касается именно вопросов ценообразования. Это чаще всего связано с неестественным завышением или занижением стоимости строительства. Причины завышения зачастую оказываются не совсем понятны заказчику, так как он не видит полной картины освоения вложенных денежных средств [2], [6]. Анализ структуры отклонения стоимости выполненных строительных работ определил, что самое большое удорожание (примерно 46%) происходит из-за изменения исходных данных от производителей оборудования. Любая замена оборудования – это изменение проекта, а изменение проекта влияет на величину его стоимости. Также изменение стоимости объекта происходит и на этапе строительства из-за

причин, показанных на рис. 1 (причины изменения стоимости в процессе строительства).

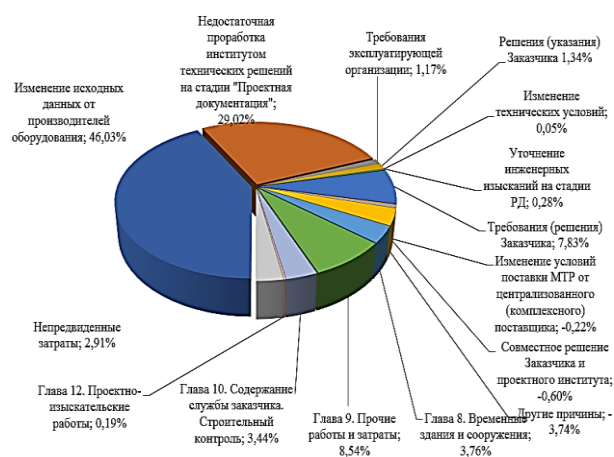


Рис. 1

С целью соответствующего использования денежных средств заказчика относительно сметного расчета в процессе строительства объекта был предложен подход более детализированного контроля инвестиций с применением современных технологий.

Базой исследования явилась информационная модель строящегося объекта – компрессорной газовой станции, используемой в текстильной отрасли. Это трехмерная модель, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты (параметры) в соответствии с ведомостью объемов работ.

Информационное моделирование здания (ИМ) – это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта). Он предполагает сбор и

комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями – когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

ИМ используется для различных решений на протяжении жизненного цикла объекта (от планирования до проектирования, выпуска рабочей документации, строительства, эксплуатации и сноса).

ИМ редактируется и обновляется на протяжении всех этапов реализации объекта строительства. Это необходимо прежде всего для качественного предоставления данных, поскольку зачастую в проект вносятся изменения, и они должны сразу же отражаться в модели.

Информационная модель при корректном использовании является "снабженцем" данных для таких систем, как:

- системы закупок,
- системы календарного планирования,
- системы управления проектами и других систем предприятия.

Информационная модель может быть детализирована на разных уровнях – все зависит от поставленных целей. Модель должна содержать тот объем данных, который позволит при принятии различных решений оперативно вносить корректировки или дополнения.

ИМ имеет массу преимуществ: сокращение ошибок при проектировании, сокращение количества проектных изменений, сокращение продолжительности разработки проекта до выхода на новые рынки.

Первым этапом разработки рассматриваемого подхода является построение или наличие 3D-модели объекта строительства. Именно современные технологии дают массу возможностей для более эффективного ведения объекта.

Одним из главных направлений предлагаемого контроля формирования цены объекта является ведение авторского надзора на всех этапах строительства данного объекта. Авторский надзор – один из видов услуг по надзору автора проекта за строительством, осуществляемых в целях обес-

печения соответствия решений, содержащихся в рабочей документации, выполняемым строительными-монтажными работам на объекте [3], [4].

В ходе авторского надзора 3D-модель позволяет удаленно рассматривать подобъекты, на которых могут возникать проблемы, и выдавать решение. Также в целях соблюдения проектных решений 3D-изображение может изменяться по ходу строительства (то есть на объекте возводится стена и она раскрывается в 3D-модели).

Для отслеживания освоения денежных средств строится график. В него вносится стоимость каждого подобъекта, согласно объектной смете, процентное выполнение данного подобъекта, и затем путем вычисления показывается количество освоенных средств на каждый подобъект и строительство в целом, а также период, в который началось и закончилось строительство.

В результате заказчику еженедельно в виде графика предоставляются сведения и справки с использованием 3D-модели. В справке указываются подобъекты, по которым в настоящее время ведутся работы, с их конкретизацией и процентом выполнения.

Для визуализации и сравнения 3D-модели (то есть разработанных в проекте решений) и реального объекта составляется справка о ходе строительства (рис. 2). В ней указывается общая процентная готовность объекта, процентная готовность каждого подобъекта, описание работ на каждом подобъекте, а также визуализация данных процессов.

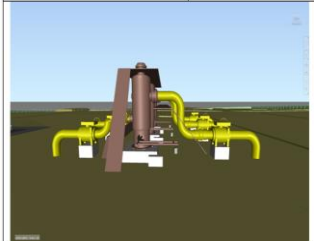

<u>Установка очистки газа</u>	27.02.2017	<u>Установка очистки газа.</u> Выполняются работы по заготовке и монтажу трубопроводов, монтажу кранов, обратных клапанов, отводов разного диаметра. Процент выполнения 35%.	27.02.2017
			

Рис. 2

При получении таких детальных отчетов заказчик строго отслеживает собственные инвестиции, а также сам процесс строительства. Соотносит освоение средств и готовый объект, в результате чего у него не возникает прецедентов, связанных с подачей в суд по причине нецелесообразного освоения средств или отклонения от сметных расчетов.

В заключение хочется отметить, что по данным Минстроя РФ использование только информационной модели дает видимые экономические эффекты (рис. 3) [5].

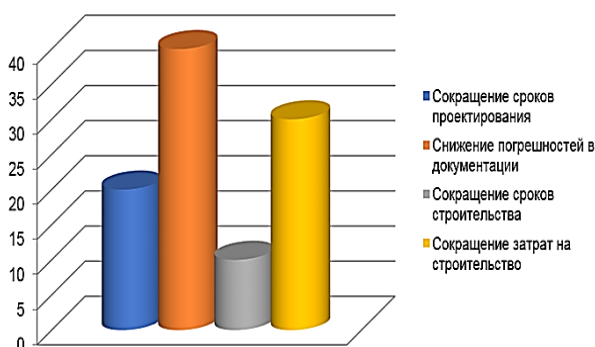


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

1. Результаты, полученные после апробации рассмотренного подхода по этапам строительства объекта, показали еще большие возможности контроля процесса формирования цены строящегося объекта, что несомненно сократит отклонения стоимости и, как следствие, – возможность судебных конфликтов между заказчиком и подрядчиком.

2. Предложенный вариант контроля цены строящегося объекта позволяет:

- улучшить отношения с заказчиком,
- своевременно вносить изменения в проект,
- более оперативно выявлять ошибки сметной документации, что позволяет избежать дополнительных затрат,
- заказчику четко и прозрачно регулировать освоение денежных средств, что минимизирует вероятность судебных исков.

1. Мецерьякова О.К., Булавина Е.В. Исследование развития сметного нормирования в России // Сб. научн. ст.: Современные проблемы и перспективы развития строительства, эксплуатации объектов недвижимости. – Воронеж, 2016. С. 178...182.

2. Мецерьякова О.К., Булавина Е.В. Анализ современных изменений сметно-нормативной базы в строительстве // Сб. научн. ст.: Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости. – Воронеж, 2017. С.187...191.

3. <http://dolche-vitakrs.ru/index.php/upravlenie-personalom/ekonomistu/5824-cenoobrazovanie>

4. <http://sroportal.ru/news/regional/rask-suditsyastali-chashhe/>

5. <http://www.minstroyrf.ru/press/?d=infografika>

6. Мищенко В.Я. Проблемы содержания и обновления жилищного фонда. – Воронеж: Воронежск. гос. архит. -строит. ун-т, 2004.

7. Чеснокова Е.А., Понявина Н.А., Арчакова С.Ю. Особенности планирования и контроля в управлении организаций жилищной сферы на основе надежности системы // III Междунар. научн.-практ. конф.: Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия.. – 2014. С.12...15.

## REFERENCES

1. Meshherjakova O.K., Bulavina E.V. Issledovanie razvitija smetnogo normirovanija v Rossii // Sb. nauchn. st.: Sovremennye problemy i perspektivy razvitija stroitel'stva, jekspluatacii ob"ektov nedvizhimosti. – Voronezh, 2016. S. 178...182.

2. Meshherjakova O.K., Bulavina E.V. Analiz sovremennyh izmenenij smetno-normativnoj bazy v stroitel'stve // Sb. nauchn. st.: Sovremennye tendencii stroitel'stva i jekspluatacii ob"ektov nedvizhimosti.– Voronezh, 2017. S.187...191.

3. <http://dolche-vitakrs.ru/index.php/upravlenie-personalom/ekonomistu/5824-cenoobrazovanie>

4. <http://sroportal.ru/news/regional/rask-suditsyastali-chashhe/>

5. <http://www.minstroyrf.ru/press/?d=infografika>

6. Mishhenko V.Ja. Problemy soderzhanija i obnovlenija zhilishhnogo fonda. – Voronezh: Voronezhsk. gos. arhitekt.-stroit. un-t, 2004.

7. Chesnokova E.A., Ponjavina N.A., Archakova S.Ju. Osobennosti planirovanija i kontrolja v upravlenii organizacij zhilishhnoj sfery na osnove nadezhnosti sistemy // III Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Nauchnye perspektivy XXI veka. Dostizhenija i perspektivy novogo stoletija.. – 2014. S.12...15.

Рекомендована кафедрой технологий, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью. Поступила 05.09.17.

**ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО КЛИМАТА  
И ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ  
ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ  
В СРЕДНЕСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ**

**THE ISSUES OF IMPROVING THE INVESTMENT CLIMATE  
AND INVESTMENT ATTRACTIVENESS  
OF RUSSIAN INDUSTRIES  
IN THE MEDIUM-TERM PERSPECTIVE**

*А.А. ХАЧАТУРЯН, А.С. АБДУЛКАДЫРОВ, Е.П. ЖИГУЛИНА, Н.В. СИРОТКИНА*  
*A.A. KHACHATURYAN, A.S. ABDULKADYROV, E.P. ZHIGULINA, N.V. SIROTKINA*

**(Военный университет Министерства обороны Российской Федерации,  
Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,  
Воронежский государственный технический университет)  
(Military University of the Russian Defense Ministry,  
Russian State University of Oil and Gas named after I.M. Gubkin,  
Voronezh State Technical University)**

E-mail: karutyun@yandex.ru; ars.rggu@mail.ru; zhigulina.ep@mail.ru; docsnat@yandex.ru

*Вопрос формирования благоприятного инвестиционного климата и повышения инвестиционной привлекательности актуален для всех государств, особенно в условиях нехватки средств для финансирования промышленных отраслей и обеспечения преодоления последствий кризиса. Для привлечения иностранных инвесторов важно сформировать инвестиционный климат, построенный на принципе диверсификации предлагаемых потенциальным инвесторам институциональных условий, множественности вариантов для вложения средств. Также актуальным становится вопрос расширения спектра отраслей промышленности для потенциальных вложений, в том числе увеличение объема привлекаемых прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в обрабатывающие отрасли.*

*The issue of forming a favorable investment climate and increasing investment attractiveness is relevant for all states, especially in the context of a lack of funds to finance industrial sectors and to ensure the overcoming of the consequences of the crisis. To attract foreign investors, it is important to form an investment climate built on the principle of diversifying the institutional conditions offered to potential investors, the multiplicity of options for investing. Also, the issue of expanding the range of industries for potential investments, including Increase in the volume of attracted FDI in the manufacturing sector.*

**Ключевые слова:** инвестиции, инвестиционный климат, инвестиционная привлекательность, прямые иностранные инвестиции, промышленность, предприятия промышленности.

**Keywords:** investments, investment climate, investment attractiveness foreign investments, industry, industrial enterprises.



Сложившаяся в последние годы ситуация в России в вопросе формирования и совершенствования инвестиционного климата и привлечения иностранных инвестиций вызывает серьезную обеспокоенность со стороны органов власти государства, представителей промышленности, ряда экспертов, что находит отражение в аналитических исследованиях [1] и законопроектах, направленных на привлечение инвестиций и формирование благоприятного инвестиционного климата в различных отраслях отечественной промышленности. На сегодняшний день создание благоприятного инвестиционного климата – крайне важная мера для привлечения в страну инвестиций, приток которых остро необходим не только для поступательного развития приоритетных, базисных отраслей промышленности (что характерно для развитых экономик), но в большей степени – для поддержания функционирования отдельных отечественных секторов экономики, отдельных предприятий, смягчения кризисных явлений, стабилизации и восстановления их деятельности.

Важнейшим фактором при формировании благоприятного климата для иностранных инвестиций является диверсификация предлагаемых на отечественном рынке условий (институциональных, правовых, в сфере законодательного регулирования, системы налогообложения). Высокий риск вложений в российскую экономику, сопряженный с жестко ограниченными рамками институционального регулирования, существующими сегодня в России, является демотивирующим фактором для потенциальных инвесторов, в связи с чем необходимо обеспечить множественность выбора вариантов для инвесторов, что позволило бы расширить их круг и повысить общую привлекательность государства как площадки для инвестиций.

Причем диверсификация необходима не только в разрабатываемых режимах: институциональных и налоговых режимах, но и среди отраслей промышленности, в которые направляются инвестиционные вложения. Необходимо формирование благоприятного климата в различных сферах дея-

тельности, а не только в базисных, наиболее выгодных секторах во избежание "нехватки" лимита в инвестициях.

Некоторые эксперты высказывают мнение, что увеличение инвестиций в базисные, наиболее привлекательные и высокодоходные отрасли промышленности (нефтегазовая промышленность, энергетика, ядерная промышленность), предопределяет сокращение и нехватку инвестиций для инвестиций в другие отрасли. Подобное предположение может быть справедливым лишь в случае с государственными (прямо или опосредованно бюджетными) инвестициями [2]. Однако помимо государственных вложений существует возможность привлечения средств негосударственных организаций, иностранных инвестиций [3], которые в условиях глобализации мировой экономики и кризиса приобретают все более важное значение. Следует отметить, что потоки прямых иностранных инвестиций (ПИИ) сегодня составляют более 40 процентов внешнего финансирования в целях развития для развивающихся и переходных экономик. Данные сведения отражены на официальном сайте Конференции Организаций Объединенных Наций (ООН) по торговле развитию [4].

На рис. 1 представлена тенденция (динамика) притока иностранных инвестиций за последние годы в мире в целом с выделением доли России в общей структуре ПИИ.

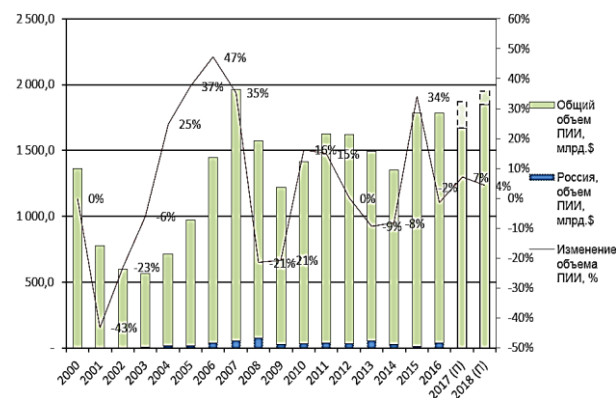


Рис. 1

(Примечание к рис. 1: значения о величине ПИИ в 2017 и 2018 гг. приведены на уровне прогнозных показателей в диапазоне значений (2017 (П) и 2018 (П) соответственно)).

В 2016 г. можно наблюдать существенное увеличение доли России в общей структуре ПИИ. Свидетельством этого является расширение круга иностранных инвесторов в последние годы. Кроме того, прогнозируется повышение инвестиционной привлекательности российской экономики и инвестиционного климата для иностранных инвесторов в ближайшие годы, и это обусловлено ожиданиями экспертов и аналитиков оживлением и подъемом российской экономики в ближайшие годы. Соответственно вложения в развивающуюся экономику, особенно в условиях стабилизации цен на нефть (что является плюсом для экономики страны), становятся для инвесторов потенциально более доходными, нежели вложения в экономику развитых стран со средним уровнем доходности, а также более привлекательными, чем вложения в развивающиеся страны.

При этом более привлекательными с точки зрения потенциальных инвесторов (как в российской экономике, так и в целом в мире), безусловно, будут являться отрасли с меньшим уровнем риска. А с точки зрения государства более выгодным будет привлечение инвестиций и развитие отраслей, обеспечивающих создание продукции с высокой добавленной стоимостью, что позволит повысить конкурентоспособность отечественной экономики и укрепить положение страны на мировой арене [5].

Таким образом, привлекательными для обеих сторон (государства и иностранных инвесторов), с позиций нашей страны, могут стать направления обрабатывающей промышленности, перерабатывающей промышленности, в частности, сфера нефтепереработки, нефтехимии, отдельные направления текстильной и пищевой промышленности, отрасль автомобилестроения.

Рассматривая фактически сложившуюся ситуацию в структуре распределения инвестиций по секторам – основные тенденции в структуре распределения прямых иностранных инвестиций (в %) по отраслям промышленности за последние годы представлены на рис. 2 [4], можно сделать выводы о том, что в последнее время происхо-

дит увеличение объема инвестиций в обрабатывающую промышленность при снижении величины ПИИ в первичный сектор экономики (добывающие отрасли).

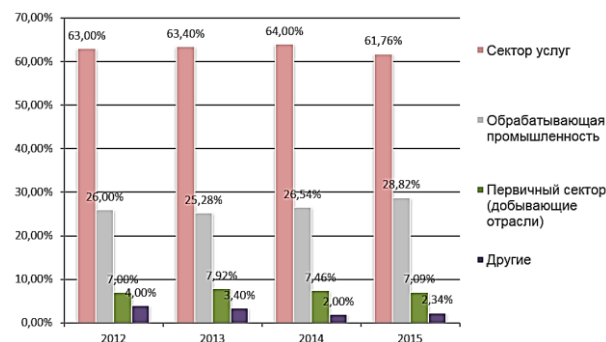


Рис. 2

На основании представленных данных можно заключить, что приток ПИИ несомненно способствует общему развитию экономики и отдельных отраслей промышленности, деятельности отдельных компаний, являющихся ее составляющими элементами [6], а величина привлеченных инвестиционных вложений является показательным индикатором, характеризующим и уровень развития любой страны, и привлечение в нее инвестиций.

## ВЫВОДЫ

1. Для привлечения инвестиций, что на сегодняшний день является важнейшей и неотъемлемой мерой развития и поддержания функционирования отдельных отраслей промышленности, крайне важно обеспечить формирование благоприятного инвестиционного климата. В рамках создания такого климата необходима диверсификация предлагаемых на отечественном рынке условий (институциональных, правовых, в сфере законодательного регулирования, системы налогообложения), а также среди отраслей промышленности, в которые направляются инвестиционные вложения. Необходимо формирование благоприятного климата в различных сферах деятельности, а не только в базисных, наиболее выгодных секторах.

2. Очевидно, что величина иностранных инвестиций в мире в целом имеет тенденцию к увеличению. Наблюдается прирост величины ПИИ и в российскую экономику, то есть можно говорить об улучшении инвестиционного климата и повышении инвестиционной привлекательности российской экономики для иностранных инвесторов в ближайшей перспективе в силу ряда экономических и политических факторов. При этом имеет место диверсификация отраслей промышленности, в которые инвесторы предпочитают вкладывать средства. На основании фактических данных о величине иностранных инвестиций в последние годы и прогнозов на среднесрочную перспективу можно сделать выводы об усилении значения обрабатывающих отраслей и увеличении их инвестиционной привлекательности на фоне снижения инвестиций в первичный сектор экономики. В то же время развитие и инвестиции в обрабатывающие отрасли промышленности, для которых характерно создание продукции с высокой добавленной стоимостью, являются для российской экономики весьма выгодным и мощным фактором в целях потенциального развития в среднесрочной перспективе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор. Доклад о мировых инвестициях, 2016 год. Организация Объединенных Наций. Нью-Йорк и Женева [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. - URL: [http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2016\\_overview\\_ru.pdf](http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2016_overview_ru.pdf)
2. Конопляник А.А. Бухгалтерская арифметика или экономика развития: Бюджетные проблемы с точки зрения налогообложения нефтегазовой отрасли // Независимая газета. - Приложение "НГ-Энергия". - 2015. - 10 ноября [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. - URL: <http://www.konoplyanik.ru/ru/publications/Pages%20from%20ng240.pdf>
3. Федеральный закон от 09.07.1999 № 160-ФЗ (ред. от 01.05.2017) "Об иностранных инвестициях в Российской Федерации"//Консультант Плюс.
4. Официальный сайт Организации Объединенных Наций. Нью-Йорк и Женева - [Электронный ресурс]. URL: <http://unctad.org>
5. Абдулкадыров А.С., Жигулина Е.П. Перспективы инновационного развития нефтегазового сектора

России в условиях глобализации мировой экономики // Экономика и предпринимательство. - 2015, №2 (55). С. 138...141.

6. Абдулкадыров А.С., Жигулина Е.П. Вопросы управления качеством функционирования нефтегазовых компаний – основное направление повышения инвестиционной привлекательности отрасли // Мат. XII Междунар. научн. конф.: Современные проблемы управления природными ресурсами и развитием социально-экономических систем. - М., 2016. Ч. 3. С.42...47.

7. Doroshenko S.V., Shelomentsev A.G., Sirotkina N.V., Khusainov B.D. Paradoxes of the "natural resource curse" regional development in the post-soviet space // Экономика региона. - 2014, № 4 (40). С. 81...93.

#### REFERENCES

1. Obzor. Doklad o mirovyh investitsijah, 2016 god. Organizacija Ob"edinennyh Nacij. N'ju-Jork i Zheneva [Jelektronnyj resurs]. Sistem. trebovanija: Adobe Acrobat Reader. - URL: [http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2016\\_overview\\_ru.pdf](http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2016_overview_ru.pdf)
2. Konopljanik A.A. Buhgalterskaja arifmetika ili jekonomika razvitija: Bjudzhetnye problemy s točki zrenija nalogoobloženija neftegazovoj otrasli // Nezavisimaja gazeta. - Prilozhenie "NG-Jenergija". - 2015. - 10 nojabrja [Jelektronnyj resurs]. Sistem. trebovanija: Adobe Acrobat Reader. - URL: <http://www.konoplyanik.ru/ru/publications/Pages%20from%20ng240.pdf>
3. Federal'nyj zakon ot 09.07.1999 № 160-FZ (red. ot 01.05.2017) "Ob inostrannyh investitsijah v Rossijskoj Federacii"//Konsul'tant Pljus.
4. Oficial'nyj sajt Organizacii Ob"edinennyh Nacij. N'ju-Jork i Zheneva - [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://unctad.org>
5. Abdulkadyrov A.S., Zhigulina E.P. Perspektivy innovacionnogo razvitija neftegazovogo sektora Rossii v uslovijah globalizacii mirovoj jekonomiki // Jekonomika i predprinimatel'stvo. - 2015, №2 (55). S.138...141.
6. Abdulkadyrov A.S., Zhigulina E.P. Voprosy upravlenija kachestvom funkcionirovanija neftegazovyh kompanij – osnovnoe napravlenie povyshenija investicionnoj privlekatel'nosti otrasli // Mat. XII Mezhdunar. nauchn. konf.: Sovremennye problemy upravlenija prirodnyimi resursami i razvitiem social'no-jekonomicheskikh sistem. - M., 2016. Ch. 3. S.42...47.
7. Doroshenko S.V., Shelomentsev A.G., Sirotkina N.V., Khusainov B.D. Paradoxes of the "natural resource curse" regional development in the post-soviet space // Jekonomika regiona. - 2014, № 4 (40). S.81...93.

Рекомендована кафедрой технологий, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью ВГТУ. Поступила 19.09.17.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ПРЕДПРИЯТИЙ АПК КАЗАХСТАНА  
НА ОСНОВЕ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР**

**INCREASE IN EFFICIENCY OF ACTIVITY  
OF THE AIC ENTERPRISES OF KAZAKHSTAN  
ON THE BASIS OF FORMATION OF THE INTEGRATED STRUCTURES**

*Г.К. ДЖОЛДАСБАЕВА, Ж.Е. ЕСИЛЬБАЕВА*  
*G.K. DZHOLDASBAEVA, ZH.E. ESILBAYVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: gulnara\_00@mail.ru

*Проведен анализ современного состояния предприятий легкой промышленности в Южно-Казахстанской области РК. В целях создания и развития эффективного хлопково-текстильного кластера рассмотрены факторы, влияющие на формирование территориально-отраслевого кластера в АПК и основные принципы взаимодействия предприятий.*

*The analysis of the current state of the enterprises of light industry in the Southern Kazakhstan RK area is carried out. For creation and development of an effective cotton and textile cluster the factors influencing formation of a territorial and branch cluster in agrarian and industrial complex and the basic principles of interaction of the enterprises are considered.*

**Ключевые слова:** легкая промышленность, хлопково-текстильный кластер, интегрированные структуры, хозяйствующий субъект.

**Keywords:** light industry, a cotton and textile cluster, the integrated structures, economic entity.

Для развития экономики страны приоритетными задачами являются выпуск конкурентоспособной, экспортно-ориентированной продукции, повышение производительности труда, увеличение прибыли и рентабельности. Одним из важнейших направлений при решении этих проблем является организация интегрированных структур, в том числе и кластеров в легкой промышленности Республики Казахстан.

В современных условиях задача формирования интегрированных структур во всех секторах экономики Казахстана особенно актуальна в связи с низкой эффективностью производства и недостаточной конкурентоспособностью продукции на рынке.

Интеграция – это объединение экономических субъектов, усиление их взаимодей-

ствия, развитие взаимосвязей [1]. Основная цель интеграции заключается в консолидации всех ресурсов хозяйствующих субъектов для улучшения эффективности их деятельности, повышения доходов и рентабельности. Для достижения этих целей необходимость интеграции всех звеньев агропромышленного комплекса по всей технологической цепочке является очевидной.

Существуют следующие виды интеграции: горизонтальная, вертикальная и смешанная. Горизонтальная интеграция – это объединение хозяйствующих субъектов, имеющих схожие технологии, виды производимой продукции или услуг, рынки сбыта. Вертикальная интеграция – это объединение двух и более хозяйствующих субъектов для производства конечной гото-

вой продукции, где процесс производства осуществляется последовательно [2].

Оба вида интеграции имеют свои преимущества, поэтому на практике многие хозяйствующие субъекты предпочитают использование смешанной интеграции, при которой создаются интегрированные межотраслевые комплексы на основе комбинированных связей, в которых хорошо прослеживаются как горизонтальные, так и вертикальные цепочки.

Экономическими показателями эффективности объединения являются увеличение объема произведенной продукции, сокращение суммы общих затрат на управление (условно-постоянных затрат) и, как следствие, рост прибыли и рентабельности производства и продукции в целом. Сельское хозяйство РК считается одной из основных отраслей экономики государства, и каждый год оно дает 38% общего национального дохода. В этой сфере трудится приблизительно 16% рабочего населения страны.

На сегодняшний момент агропромышленный сектор Казахстана имеет целый ряд проблем, решить которые самостоятельно предприятиям очень сложно. В связи с этим особую значимость приобретают различные формы интеграции, в том числе и кластеры.

В современных условиях кластерная политика широко распространяется во всем мире – как средство эффективного механизма инновационного развития, позволяющее создать новые производства и услуги

с высокой рентабельностью и наукоемкостью, повышающее конкурентоспособность страны как на отечественном, так и на мировом рынке. Основным преимуществом кластерного подхода является ориентация на создание высокотехнологичного и инновационного бизнеса, а также развитие межотраслевых связей.

Повышение конкурентоспособности на основе кластерного подхода получило широкое распространение в стратегиях развития большинства стран мира. Это показывает анализ более 500 кластерных инициатив, реализованных за последние 10 лет в 20 странах мира.

Рассмотрим возможность создания и развития кластера по переработке хлопка в Южно-Казахстанской области РК.

Хлопчатник является основной культурой для сельского хозяйства Южно-Казахстанской области (ЮКО). Среднегодовой объем заготовок хлопка-сырца в среднем составляет около 300 тыс.т, а средняя урожайность 23,4 ц/га и в ближайшие годы планируется увеличение его объема до 500 тыс.т.

Данные, представленные на рис. 1, свидетельствуют, что показатели переработки хлопка-волокна в 2015-2016 гг. были самыми низкими в области за последние 16 лет. Эти обстоятельства повлияли на снижение посевных площадей и валовой продукции хлопка-сырца: табл. 1 – объем посевных площадей хлопка в ЮКО за 2010-2016 гг. и табл. 2 – валовой объем производства хлопка-сырца в ЮКО за 2010-2016 гг.

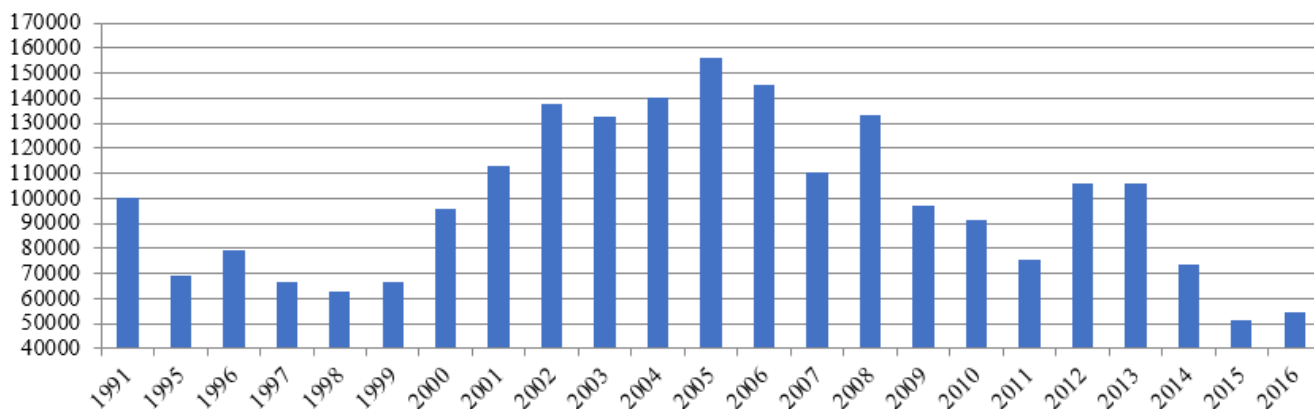


Рис. 1

Таблица 1

Показатель \ Годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Объем посевных площадей хлопка, га	137272	160632	147780	140568	127563	99304,7	109600

Из табл. 1 видно, что за анализируемый период произошли некоторые изменения в объеме посевов хлопчатника. В частности: наиболее высокий показатель объемов посевной площади приходится на 2011 г., он составил 160632 га, а в 2015 г. данный показатель, по сравнению с 2011 г., сократился на 38% и составил 99304,7 га. В 2016 г. объем посевных площадей возрос на

10%, по сравнению с предыдущим годом, и составил 109600 га, что является положительной тенденцией и оказывает влияние на рост объема производства хлопка-сырца.

Главными причинами такого роста являются смена текущих посевных площадей хлопчатника и применение методов капельного орошения.

Таблица 2

Показатель \ Годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Валовой объем производства хлопка-сырца, т	239848	336055	397661	396729	320706	273903	287150

Анализ табл. 2 показывает, что наибольший валовой объем производства хлопка-сырца приходится на 2012 г., и составляет 397661 тонн. В то же время за 2013-2015 гг. данный показатель несколько снизился, что связано с сокращением посевных площадей на 14%. В 2016 г. валовой объем производства хлопка сырца составил 28715 тонн, то есть прирост, по сравнению с 2015 г., составил 4,8% за счет роста объема посевных

площадей на 10%, хотя урожайность снизилась с 27,8 ц/га в 2015 г. до 26,2 ц/га в 2016 г. Однако в целом общая производительность за анализируемый период имеет тенденцию к росту.

На рис. 2 представлена динамика обработки трикотажных изделий машинной и ручной вязки в период с 1995 по 2016 гг. по ЮКО РК.

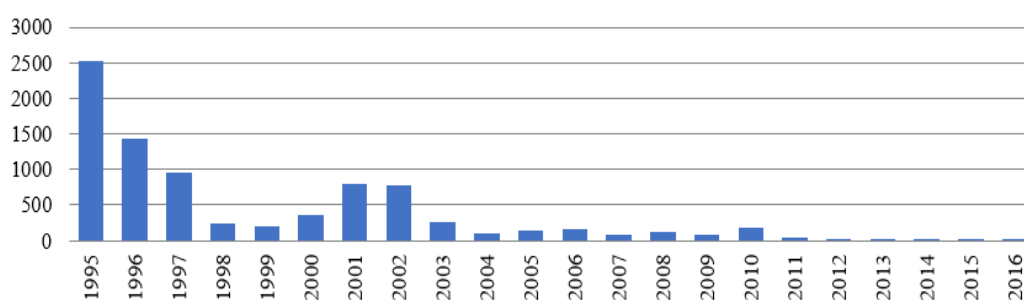


Рис. 2

Из рис. 2 видно, что за рассматриваемый период с 1995 по 2016 гг. в ЮКО происходит резкое снижение объема производства трикотажных изделий машинной и ручной вязки.

Многие проблемы в текстильной и швейной промышленности, а также в хлопковой отрасли связаны с неэффективной работой хлопково-текстильного кластера в

течение последних лет. Неэффективность работы обусловлена низким уровнем использования производственных мощностей перерабатывающих предприятий, составляющим 60%.

Анализ современного состояния отрасли позволяет сделать вывод об имеющихся возможностях, потенциале и стремлении хозяйствующих субъектов к разви-

тию хлопково-текстильного кластера, который дает конкурентные преимущества, синергетический эффект.

Исходя из проведенного исследования научно-методологических аспектов механизма формирования и функционирования кластеров в АПК, можно заключить, что качество работы кластера будет зависеть от степени взаимодействия межотраслевых связей. Кроме этого, необходимо учиты-

вать специфические особенности, а также имеющийся ресурс трудового и финансового потенциалов отрасли [3].

Нами определены основные факторы, определяющие выбор способа взаимодействия предприятий при формировании территориально-отраслевого кластера (рис. 3), и основные принципы совершенствования взаимоотношений компаний в сфере АПК (рис. 4).



Рис. 3



Рис. 4

Для регулирования взаимоотношений участников кластера, обеспечения общности их интересов, согласования индивидуальных и корпоративных целей, регулирования внутренних ассортиментных, ресурсных, ценовых и других пропорций рекомендуется использовать соответствующие регулирующие механизмы:

- нормативы обменно-распределительных отношений;
- цены на продукцию, потребляемую внутри кластера, и реализуемую конечную продукцию;

- нормативы рентабельности отдельных стадий технологической цепочки;
- порядок формирования централизованных фондов в случае их создания;
- материальное стимулирование роста качества товаров (промежуточный, конечный);
- условия и порядок взаиморасчетов [4].

Использование предлагаемых нами основных факторов, влияющих на формирование отраслевого кластера, и принципов взаимодействия предприятий позволят по-

высить эффективность формирования отраслевых кластеров в регионах.

## ВЫВОДЫ

Участие в хлопково-текстильном кластере позволяет укрепить вертикальные и горизонтальные связи между участниками, решить проблемы регионального значения: подготовку кадров, приобретение техники и оборудования, покупку семян, улучшение работы племенного хозяйства, формирование справедливо низких цен на продукцию, а также эффективно решить общие задачи по формированию цепи: хлопковое сырье – хлопок-волокно – хлопковая текстильная нить – производство ткани и швейных изделий – реализация.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Жунусов Б.Г., Бельгибаева А.С.* Вертикально интегрированные структуры в агропромышленном комплексе страны в современных условиях. – Алматы, 2012.

2. *Байдурин М.С.* Экономический механизм развития интеграционных процессов в АПК Республики Казахстан: Дис....канд. экон. наук. – Алматы, 2010.

3. *Тиреуов К.М.* Методология формирования агропродовольственного кластера // Исследования, результаты. – Алматы, 2011, №3.

4. *Акимбекова Г.У.* Актуальные проблемы развития сферы переработки сельскохозяйственной продукции в Республике Казахстан // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии и Казахстана, 1-4 августа, 2011 г. – Красноярск, Красноярский НИИСХ, Красноярский НИИ животноводства.

## REFERENCES

1. Zhunusov B.G., Bel'gibaeva A.S. Vertikal'no integrirovannye struktury v agropromyshlennom komplekse strany v sovremennyh usloviyah. – Almaty, 2012.

2. Bajdurin M.S. Jekonomicheskij mehanizm razvitija integracionnyh processov v APK Respubliki Kazahstan: Dis....kand. jekon. nauk. – Almaty, 2010.

3. Tireuov K.M. Metodologija formirovanija agroproduvol'stvennogo klastera // Issledovaniya, rezul'taty. – Almaty, 2011, №3.

4. Akimbekova G.U. Aktual'nye problemy razvitija sfery pererabotki sel'skohozjajstvennoj produkcii v Respublike Kazahstan // Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Agrarnaja nauka – sel'skohozjajstvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii i Kazahstana, 1-4 avgusta, 2011 g. – Krasnojarsk, Krasnojarskij NIISH, Krasnojarskij NII zhivotnovodstva.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.



УДК 691+677

**АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ И ВОДОСТОЙКОСТИ  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛИТ  
ИЗ ОТХОДОВ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА**

**ANALYSIS THE DURABILITY AND WATER RESISTANCE  
OF HEAT INSULATING COMPOSITE PLATES  
FROM WASTE OF FLAX FIBER**

*A.A. ТИТУНИН, Т.Н. ВАХНИНА, И.В. СУСОЕВА*  
*A.A. TITUNIN, T.N. VAKHNINA, I.V. SUSOEVA*

(Костромской государственный университет)  
(Kostroma State University)  
E-mail: i.susoeva@yandex.ru

*В статье представлены результаты исследования методом регрессионного анализа физико-механических показателей теплоизоляционных плитных композиционных материалов, изготовленных из отходов производства льняного волокна. Разработаны регрессионные модели второго порядка показателей плит, построены поверхности отклика. Анализ математических моделей позволяет оценить степень влияния факторов на физико-механические показатели композиционных материалов.*

*The article presents the results of a study by regression analysis physical and mechanical parameters of heat-insulating slab of the composite materials made from waste products of flax fiber. The developed regression models of second order indicators slabs, constructed response surface. Analysis of mathematical models allows to estimate the degree of influence of factors on the physico-mechanical properties of composite materials.*

**Ключевые слова:** отходы прядения льняного волокна, композиционные плиты, регрессионная модель, предел прочности, статический изгиб, разбухание по толщине, коэффициент теплопроводности.

**Keywords:** waste spinning of flax fiber, composite plate, the regression model, tensile strength, static bending, swelling in thickness, coefficient of thermal conductivity.

В лаборатории кафедры лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств (КГУ, г. Кострома) разрабатываются композиционные плитные материалы с наполнителем из пылевидных отходов

производства льняного волокна [1]. Композиционный материал изготавливался средней плотности 375 кг/м<sup>3</sup>. В качестве матрицы использовали синтетические и неорганические связующие, расход КФС

варьировался на трех уровнях 0, 20 и 40% от массы наполнителя; использовалась добавка алюмохромфосфатного связующего 0, 15 и 30%. Образцы материала сушились при температуре 80, 120 и 160°C.

Материалом-аналогом являются теплоизоляционные мягкие древесно-волоконистые плиты. Для обоснования возможности использования пылевидных отходов прядения льна в качестве наполнителя композиционного плитного материала необходимо обеспечить соответствие показателей композита физико-механическим и эксплуатационным показателям материала-аналога. Исследования на предыдущем этапе выявили значительный разброс показателей композитов. С помощью дисперсионного анализа были выявлены факторы, значимо влияющие на физико-механические и эксплуатационные показатели композиционных плит [2].

Для оценки области значений показателей композитов было решено использовать метод регрессионного анализа, в частности В-план второго порядка. План второго порядка дает возможность численно оценить влияние варьируемых технологических

факторов процесса производства на физико-механические и эксплуатационные показатели композита. К преимуществам плана второго порядка перед классическим однофакторным экспериментом следует отнести возможность оценки эффектов взаимодействия управляемых факторов. Для числа варьируемых факторов (к) квадратичная модель имеет вид:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i X_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} X_i^2 + \sum_{i,u} b_{iu} X_i X_u . \quad (1)$$

Интерпретация регрессионных математических моделей показателей плитного материала позволяет выявить факторную область, обеспечивающую соответствие показателей композита требуемым значениям.

Варьируемые в эксперименте факторы и их уровни представлены в табл. 1, план эксперимента в кодированных и натуральных обозначениях факторов – в табл. 2. План и результаты статистической обработки экспериментальных данных сведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Наименование фактора	Обозначение фактора		Уровни варьирования			Интервал варьирования, $\Delta_i$
	натуральное	кодированное	-1	0	+1	
1. Доля добавки связующего, %	$P_{св}$	$X_1$	0	20	40	20
2. Температура сушки, °С	$T_{суш}$	$X_2$	80	120	160	40
3. Доля добавки алюмохромфосфата (АХФ), %	$D_{АХФ}$	$X_3$	0	15	30	15

Т а б л и ц а 2

№	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$P_{св}, \%$	$T_{суш}, ^\circ\text{C}$	$D_{АХФ}, \%$
1	+	+	+	40	160	30
2	-	+	+	0	160	30
3	+	-	+	40	80	30
4	-	-	+	0	80	30
5	+	+	-	40	160	0
6	-	+	-	0	160	0
7	+	-	-	40	80	0
8	-	-	-	0	80	0
9	+	0	0	40	120	15
10	-	0	0	0	120	15
11	0	+	0	20	160	15
12	0	-	0	20	80	15
13	0	0	+	20	120	30
14	0	0	-	20	120	0

Выходные величины:  $Y_1$  – прочность при статическом изгибе  $\sigma_n$ , МПа;  $Y_2$  – разбухание плит по толщине за 24 ч  $P_h$ , %.

Оценку физико-механических показателей плит проводили в соответствии с ГОСТом 19592–80 [3].

Т а б л и ц а 3

№	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$\bar{Y}_1$ , МПа	$S_1^2$ , МПа <sup>2</sup>	$\bar{Y}_2$ , %	$S_2^2$ , % <sup>2</sup>
1	+	+	+	0,66	0,002	5,61	1,88
2	-	+	+	0,47	0,002	16,0	2,09
3	+	-	+	0,58	0,002	7,03	2,04
4	-	-	+	0,34	0,003	19,5	1,95
5	+	+	-	0,5	0,003	4,95	1,96
6	-	+	-	0,26	0,003	18,10	2,07
7	+	-	-	0,37	0,002	10,25	3,56
8	-	-	-	0,19	0,005	19,10	1,57
9	+	0	0	0,33	0,003	10,21	1,35
10	-	0	0	0,42	0,001	17,70	1,51
11	0	+	0	0,34	0,003	10,0	1,34
12	0	-	0	0,41	0,003	17,6	1,34
13	0	0	+	0,42	0,002	11,2	1,5
14	0	0	-	0,34	0,002	16,5	1,34

Были получены математические модели:  
- в кодированных обозначениях факторов

$$Y_1 = 0,354 + 0,076X_1 + 0,034X_2 + 0,081X_3 + 0,021X_1^2 + 0,021X_2^2 + 0,026X_3^2 - 0,001X_1X_2 + 0,001X_1X_3 + 0,001X_2X_3, \quad (2)$$

$$Y_2 = 14,765 - 5,000X_1 - 1,160X_2 - 1,620X_3 - 0,561X_1^2 - 0,461X_2^2 - 0,661X_3^2 - 0,150X_1X_2 + 0,050X_1X_3 - 0,175X_2X_3, \quad (3)$$

- в натуральных обозначениях факторов

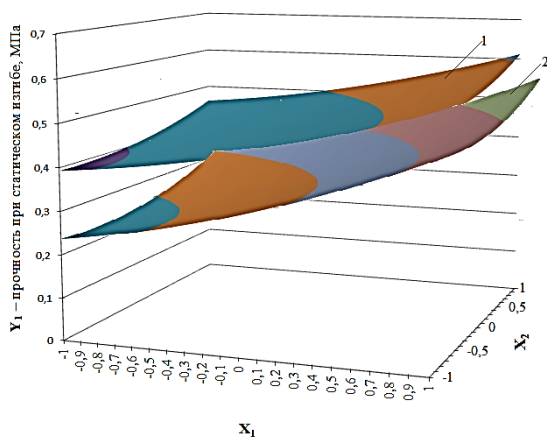
(после отбрасывания незначимых коэффициентов)

$$\sigma_n = 0,331 + 0,0017D_{св} - 0,0023T + 0,0019D_{АХФ} + 0,00005D_{св}^2 + 0,000013T^2 + 0,00012D_{АХФ}^2, \quad (4)$$

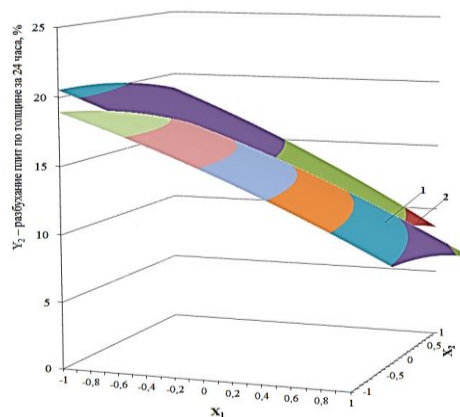
$$P_h = 20,794 - 0,201D_{св} - 0,044T - 0,032D_{АХФ} - 0,0014D_{св}^2 - 0,00029T^2 - 0,003D_{АХФ}^2. \quad (5)$$

На рис. 1 приведены поверхности отклика – зависимости прочности плит при статическом изгибе (1-а) и разбухания плит по толщине за 24 ч (1-б) от доли добавки

связующего и температуры сушки: 1 – поверхность отклика при  $X_3 = +1$ ; 2 – поверхность отклика при  $X_3 = -1$ .



а)



б)

Рис. 1

## ВЫВОДЫ

При доле добавки КФС 20% и более, при любой температуре сушки и максимальной доле добавки АХФ прочность плит при статическом изгибе превышает 0,4 МПа, что отвечает требованиям, предъявляемым к материалу-аналогу (теплоизоляционным мягким ДВП). При этом разбухание по толщине минимально и не превышает 11...12%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Титунин А.А., Вахнина Т.Н., Сусоева И.В. Исследование свойств теплоизоляционных материалов из отходов производства хлопковых и льняных волокон // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2017, № 2(46). С. 37...46.
2. Сусоева И.В., Вахнина Т.Н., Титунин А.А. Влияние вида связующего на прочность композиционных материалов из лигноцеллюлозных отходов

// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №1. С. 109 ... 111.

3. ГОСТ 19592–80. Плиты древесно-волоконистые. Методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1987.

## REFERENCES

1. Titunin A.A., Vahnina T.N., Susoeva I.V. Issledovanie svojstv teploizoljacionnyh materialov iz othodov proizvodstva hlopkovyh i l'njanyh volokon // Nauchnyj zhurnal stroitel'stva i arhitektury. – 2017, №2(46). S. 37...46.
2. Susoeva I.V., Vahnina T.N., Titunin A.A. Vlijanie vida svjazujushhego na prochnost' kompozicionnyh materialov iz lignocelljuloznyh othodov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, №1. S. 109 ... 111.
3. GOST 19592–80. Plity drevесno-voloknistye. Metody ispytaniy. – М.: Izd-vo standartov, 1987.

Рекомендована кафедрой лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств. Поступила 03.10.17.

УДК 677.02.001.5

## ВЛИЯНИЕ ВКЛЮЧЕНИЙ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ИХ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

## INFLUENCE OF SILVER NANOPARTICLES INCLUSIONS IN TEXTILE MATERIALS ON THEIR THERMOPHYSICAL PROPERTIES

*К.И. КОБРАКОВ, Д.Н. КУЗНЕЦОВ, В.И. РОДИОНОВ, Р.И. СОКОЛОВСКИЙ, А.И. ФЕДОСЕЕВ*  
*K.I. KOBRAKOV, D.N. KUZNETSOV, V.I. RODIONOV, R.I. SOKOLOVSKY, A.I. FEDOSEEV*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
ООО Эдельхаус,  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art),  
LLC Edelhaus,  
Moscow State University named after M.V. Lomonosov)  
E-mail: occd@mail.ru

*В статье приводятся теплофизические параметры модифицированных наноразмерными частицами серебра текстильных материалов. Принципиально показано, что подавление радиационной составляющей теплового потока открывает возможности для управления теплофизическими свойствами текстильных материалов.*

*The article presents thermophysical parameters of textile materials modified with nanosized silver particles. It is shown that the suppression of the radiative compo-*

*ment of the heat flux opens up opportunities for controlling the thermophysical properties of textile materials.*

**Ключевые слова:** наномодифицирующий препарат, наномодифицирование, наноразмерные частицы серебра, теплофизические характеристики.

**Keywords:** nanomodifying preparation, nanomodification, nanosilver particles, thermophysical characteristics.

Изучение химизма закрепления наноразмерных частиц серебра на волокнистых материалах и разработка эффективной технологии процесса без введения дополнительных операции и нового оборудования осуществлялась на этапе отделки текстильных материалов [1...3]. В результате были разработаны рекомендации к нормам технологических режимов наномодифицирования шерстяной, полушерстяной, полиамидной и хлопчатобумажной тканей, а также трикотажных полотен и изделий из них, коллоидным раствором, содержащим микрокапсулированные наноразмерные частицы серебра [4].

Изделия, произведенные по разработанной технологии, прошли опытно-промышленную апробацию на предприятиях отрасли и опытную эксплуатацию в соответствующих структурах: МЧС РФ, Следственном комитете, на Калининской АЭС, а также использовались спортсменами сборной РФ и других организаций [5].

Разработанная методика в зависимости от условий эксплуатации изделий и требований к уровню и характеру биозащиты позволяет получать материалы, содержащие количества серебра от единиц до сотен ppm и сохранять биоцидные свойства после многократных стирок и мокрых обработок.

Обработка образцов окрашенной шерстяной ткани наномодифицирующим препаратом проводилась по методике, описанной в работе [3].

Количество серебра в наноразмерной форме, закрепленного на волокне, определялось методом лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии в отделе мониторинга Института проблем мониторинга загрязнения природных сред НПО "Тайфун"

(аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.5R 774) и составило 7...8 ppm.

Эксперимент проводили следующим образом.

На медную пластину, температура которой поддерживалась равной 54°C, помещали три образца. Первый – образец шерстяной ткани, содержащий наноразмерные частицы серебра, помещенный на подложку из шерстяной ткани (рис. 1-а); второй – эталонный образец с  $\varepsilon = 1$  (рис. 1-б); третий – образец шерстяной ткани, не содержащий наноразмерных частиц серебра, помещенный на подложку из шерстяной ткани (рис. 1-в).

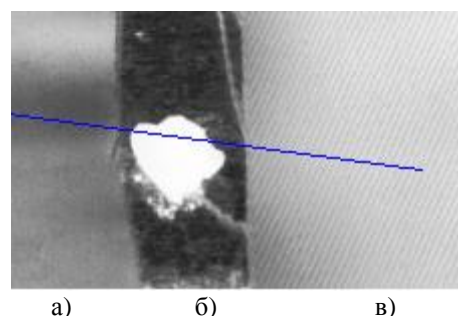


Рис. 1

Система образцов рассматривалась на экране монитора тепловизора Flir-SC-7700 (область регистрации 3,7...4,8 мкм), где черным цветом выделена прямая линия, вдоль которой измерялась температура (рис. 2).

Теплообмен человеческого тела с окружающей средой происходит через пакет одежды. Тепловой поток состоит из двух составляющих: конвекции и излучения. Для твердой нагретой поверхности до температуры порядка 40°C их величины одного порядка. Для тела, покрытого одеждой, потоки различны. В силу различия их

физической природы они могут подавляться по отдельности различными способами. В частности, металл (в данном случае серебро) оказывает достаточно сильное влияние на радиационную составляющую потока, вплоть до ее практического исчезновения.

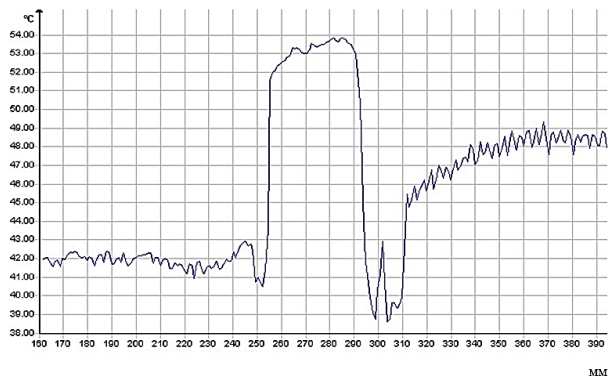


Рис. 2

Радиационный поток, излученный нагретой поверхностью, испытывает рассеяние на внедренных в покрытие металлических частицах с некоторым сечением рассеяния  $\sigma$ . В результате распространения света в теплоизоляционном покрытии часть  $r$  потока отражается назад и вновь возвращается к излучателю. В результате на излучающее тело падает дополнительный радиационный поток  $E_{\pi}$ , часть которого поглощается с коэффициентом поглощения  $A$ , а часть отражается с коэффициентом отражения  $R$ . Так как рассматривается излучение непрозрачного тела, то

$$R + A = 1.$$

Эффективный радиационный поток [6]:

$$E_{\text{эф}} = E + RE_{\pi},$$

где  $E = \varepsilon\sigma T^4$ ;  $T$  – абсолютная температура излучателя;  $\varepsilon$  – степень черноты излучателя;  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана.

Выражая падающий тепловой поток через эффективный:

$$E_{\pi} = rE_{\text{эф}},$$

получим следующее уравнение:

$$E_{\text{эф}} = E + (1 - A)rE_{\text{эф}},$$

решение которого:

$$E_{\text{эф}} = \frac{E}{1 - (1 - \varepsilon)r}. \quad (1)$$

При выводе формулы (1) использовался закон Кирхгофа, строго справедливый для равновесного излучения [6]. Формула дает выражение для эффективного потока теплового излучения, который распространяется между внешней поверхностью теплоизоляционного покрытия и излучаемой поверхностью. Наружу выходит только часть этого потока, так как другая часть отражается обратно. Тепловизор фиксирует поток, выходящий из теплоизоляционного покрытия:

$$E_T = (1 - r)E_{\text{эф}},$$

а следовательно, измеряемая им по величине температура определяется выражением для теплового потока:

$$E_T = f(r)\sigma T^4,$$

где первый множитель зависит от размера, сечения рассеяния и поверхностной концентрации наноразмерных металлических частиц, внедренных в теплоизоляционный материал. Он находится по формуле:

$$f(r) = \frac{1 - r}{1 - (1 - \varepsilon)r}. \quad (2)$$

График функции  $f(r)$  изображен на рис. 3.

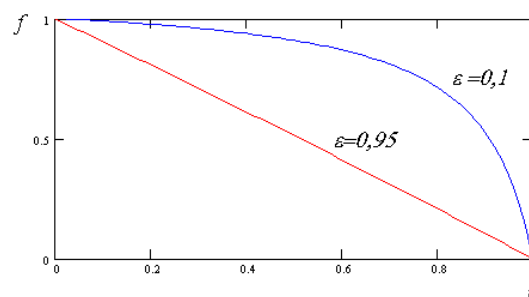


Рис. 3

Фактор  $f(r)$  показывает: какая часть теплового потока проходит через ткань, закрывающую источник теплового излучения. Из рис. 3 видно, что измеряемый прибором тепловой поток в результате рассеяния излучения металлическими частицами можно заметно ослабить, подбирая пару: теплоизоляционное покрытие – излучаемая подложка, вплоть до его полного исчезновения. Физический механизм явления довольно простой. Рассеянное назад излучение возвращается к излучающему объекту, где частично поглощается и частично отражается. Когда  $\epsilon$  близко к единице (см. формулу (1) и рис. 3), зависимость выходящего наружу потока от коэффициента рассеяния практически линейная. Чем больше излучения отражается, тем меньше его выходит и меньше попадает в объектив тепловизора. Соответственно он фиксирует более низкую температуру объекта, защищаемого тканью, чем она есть на самом деле. Одновременно уменьшаются радиационные потери объекта в окружающую среду, а следовательно, и затраты объекта на нагревание окружающей среды за счет расхода своей энергии.

Как видно из рис. 2, в местах, где были дислоцированы наночастицы (использованная технология наномодифицирования не смогла обеспечить равномерного распределения наночастиц по материалу), температура, фиксируемая тепловизором, примерно на  $6^\circ\text{C}$  ниже, что приблизительно равно относительному изменению теплового потока:

$$\frac{\Delta E_T}{E_T} \approx 4 \frac{\Delta T}{T} = \frac{24}{320} = 0,075.$$

Относительное изменение теплового потока, рассчитанное по формуле (2), дает величину 0,069 при значении  $\rho_{\text{рт}} = 7$ . При отсутствии равномерности нанесения наночастиц на материал это вполне приемлемый результат, подтверждающий выводы теории.

## ВЫВОДЫ

Экспериментально показано, что теплофизические характеристики текстильных материалов зависят от включения в них дос-

таточно малого по массе количества металлических наночастиц серебра.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кобраков К.И., Родионов В.И., Ручкина А.Г., Станкевич Г.С., Золина Л.И., Кузнецов Д.Н., Ковальчукова О.В. Синтез гетарилсодержащих бисазокрасителей и исследование их взаимодействия с ионами и наноразмерными частицами металлов // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2013. Т. 56, №. 4. С. 33...37.
2. Кобраков К.И., Кузнецов Д.Н., Станкевич Г.С., Ковальчукова О.В., Родионов В.И. Спектрофотометрическое изучение взаимодействия некоторых азокрасителей, содержащих хелатирующие группы, с ионами и наноразмерными частицами серебра // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С.82...87.
3. Кобраков К.И., Дмитриева М.Б., Золина Л.И., Родионов В.И., Ручкина А.Г., Серенко О.А., Станкевич Г.С. Получение наномодифицированных биоцидных шерстяных материалов и исследование устойчивости их фунгицидных свойств к мокрым обработкам // Бутлеровские сообщения. – 2014. Т.37. №2. С. 53...59.
4. Пат. 2405557 РФ. Композиция на основе гидрозоля серебра для придания антимикробных свойств волокнисто-сетчатым материалам / Баранов В.Д., Золина Л.И., Мишаков В.Ю., Жихарев А.П., Полухина Л.М., Межуев С.В.
5. Кобраков К.И., Закусин С.Г., Кузнецов Д.Н., Золина Л.И., Станкевич Г.С., Родионов В.И. Наномодифицированные текстильные материалы с биоцидными свойствами: разработка и опытно-промышленная апробация технологии изготовления // Химическая технология. – 2016, №7. С. 322...327.
6. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1969.

## REFERENCES

1. Kobrakov K.I., Rodionov V.I., Ruchkina A.G., Stankevich G.S., Zolina L.I., Kuznecov D.N., Koval'chukova O.V. Sintez getarilsoderzhashhih bisazokrasitelej i issledovanie ih vzaimodejstvija s ionami i nanorazmernymi chasticami metallov // Izv. vuzov. Himija i himicheskaja tehnologija. – 2013. T. 56, №. 4. S. 33...37.
2. Kobrakov K.I., Kuznecov D.N., Stankevich G.S., Koval'chukova O.V., Rodionov V.I. Spektrofotometricheskoe izuchenie vzaimodejstvija nekotoryh azokrasitelej, soderzhashhih helatirujushhie grupy, s ionami i nanorazmernymi chasticami serebra // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S.82...87.
3. Kobrakov K.I., Dmitrieva M.B., Zolina L.I., Rodionov V.I., Ruchkina A.G., Serenko O.A., Stankevich G.S. Poluchenie nanomodificirovannyh biocidnyh sherstjanyh materialov i issledovanie

ustojchivosti ih fungicidnyh svojstv k mokrym obrabotkam // Butlerovskie soobshhenija. – 2014. T.37. №2. S. 53...59.

4. Pat. 2405557 RF. Kompozicija na osnove gidrozolja serebra dlja pridaniya antimikrobnym svojstv volknisto-setchatym materialam / Baranov V.D., Zolina L.I., Mishakov V.Ju., Zhiharev A.P., Poluhina L.M., Mezhuiev S.V.

5. Kobrakov K.I., Zakuskin S.G., Kuznecov D.N., Zolina L.I., Stankevich G.S., Rodionov V.I.

Nanomodificirovannye tekstil'nye materialy s biocidnymi svojstvami: razrabotka i opytno-promyshlennaja aprobacija tehnologii izgotovlenija // Himicheskaja tehnologija. – 2016, №7. S. 322...327.

6. Isachenko V.P., Osipova V.A., Sukomel A.S. Teploperedacha. – M.: Jenergija, 1969.

Рекомендована кафедрой материаловедения РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 03.10.17.

УДК 666.972.55

## **О САМОЗАЛЕЧИВАНИИ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА, ПОДВЕРГНУТОГО ДЕСТРУКЦИИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ЗАМОРАЖИВАНИИ**

### **ABOUT SELF-HEALING HIGH-STRENGTH CONCRETE, UNDERLOADED DESTRUCTION IN CYCLIC FREEZING**

*S.S. KAPRIELOV, A.L. GOLDENBERG, A.G. TAMRAZYAN*  
*S.S. KAPRIELOV, A.L. GOLDENBERG, A.G. TAMRAZYAN*

(Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева, структурное подразделение АО "НИЦ "Строительство", ООО НИЛ "СТРОЙМАТЕРИАЛЫ",

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)  
(Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete  
named after A.A. Gvozdev, a Structural Unit of JSC "SIC "Construction",  
LLC NILE "STROYMATERIALY",

National Research Moscow State University of Civil Engineering)

E-mail: kapriellov@mail.ru; alexandrgolden@gmail.com; tamrazian@mail.ru

*Приводятся данные по самозалечиванию высокопрочных бетонов при периодическом знакопеременном воздействии. Дается экспериментальная количественная оценка процессов деструкции и самозалечивания, описаны процессы, развивающиеся в цементном камне на микроуровне. Степень деструкции бетона с добавкой МБ-30С при морозном воздействии в сравнении с обычным меньше, а степень самозалечивания, напротив, выше, чем у обычного бетона, что связано с интенсивностью гидратации остаточного клинкерного фонда. Выявленные тенденции свидетельствуют, что эксплуатационные свойства бетона с органоминеральным модификатором МБ-30С сохраняются значительно дольше, чем у обычного бетона.*

*The information is about self-healing high strength concrete performance properties under alternating temperature influence. Experimental quantitative mark of destruction and self-healing processes is given, processes developing in the cement stone at the micro-structure level are described in the article. Degree of destruction of the concrete with the additive of MB-30C with frost effects in comparison with*



*the usual is smaller, and the degree of self-healing, however, is higher than for conventional concrete, which is associated with the intensity of the residual clinker hydration fund. Identified trends indicate that the performance properties of concrete by organic modifier with the MB-30C lasts longer than for conventional concrete.*

**Ключевые слова:** высокопрочный бетон, долговечность, самозалечивание, микротрещина, периодическое воздействие, знакопеременная температура.

**Keywords:** durability, self-healing of concrete, high strength concrete, periodical influence of alternating temperatures.

Массовое применение высокопрочного бетона и некоторые особенности его свойств и поведения при циклическом воздействии отрицательной температуры дают повод обратиться к проблеме объективной оценки долговечности высокопрочного бетона при сезонном замораживании и последующем выдерживании в нормальных условиях. Исходя из частой формулировки требований к бетонным конструкциям – они должны быть стойкими, пригодными к эксплуатации, долговечными, экономичными и эстетичными [4]. Тема исследования ранее освещалась в [11], [12].

Объект исследований – высокопрочный бетон, приготовленный с использованием традиционного цемента и заполнителей, а также органоминерального модификатора МБ-30С, содержащего в своем составе мик-

рокремнезем, золу-унос и суперпластификатор.

Исследовали изменения основных физико-технических свойств бетона, определяющих эксплуатационную надежность конструкций, в зависимости от периодического воздействия низкой отрицательной температуры с последующим выдерживанием в нормальных температурно-влажностных условиях.

Экспериментально определяли прочность при сжатии (кубиковую, призмическую), статический и динамический модули упругости, склонность к шелушению по изменению массы, диффузионную проницаемость, относительные деформации.

Исследования проводили на трех разновидностях высокопрочного бетона, отличающихся между собой вещественным составом цементного теста (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

№ состава	Состав бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>							Свойства смеси				
	Ц	П	Щ	В	МБ-30С	СП	КЭ	В/Ц	В/(Ц+МБ)	ОК, см	γ, кг/м <sup>3</sup>	V <sub>вв</sub> , %
1-К	585	690	965	150	-	7	-	0,26	0,26	20	2396	2,1
2-МБ	475	755	950	145	98	-	-	0,31	0,25	22	2423	2
3-МБ	465	740	930	145	96	-	0,5	0,31	0,26	22	2375	4

П р и м е ч а н и е. Ц – цемент марки ПЦ 500-Д0-Н, соответствующий ГОСТу 10178–85; П – песок с M<sub>кр</sub> = 2,8, соответствующий ГОСТу 8736–2014; Щ – щебень прочностью М 1400 фр. 5–20 мм, соответствующий ГОСТу 8267–93; В – вода; СП – суперпластификатор С-3 на основе сульфированных нафталинформальдегидных поликонденсатов, соответствующий ТУ 5870-002-58042865–03; КЭ – кремнийорганическая эмульсия КЭ 30-04 50% концентрации, соответствующая ТУ 2251-035-00209013–2004; ОК – осадка конуса; γ – плотность; V<sub>вв</sub> – воздухововлечение.

Характеристики бетона после твердения в течение 28 суток в нормальных температурно-влажностных условиях (t=20±2°C, относительная влажность 96...98%) приведены в (табл. 2). По прочности при сжатии, с учетом коэффициента вариации 13,5%,

образцы соответствовали классам В60...В70.

Значения характеристик в табл. 2 приняты в качестве исходных величин, относительно которых впоследствии оценивали изменения при выдерживании бетона в разных условиях.

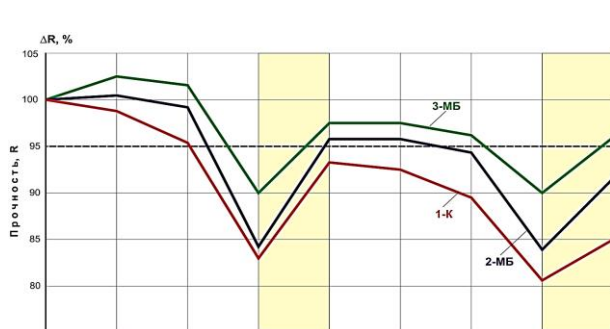
№ состава	Класс бетона	Характеристики в возрасте 28 суток нормального твердения				
		прочность, МПа		модуль упругости, ГПа		коэффициент диффузии, $1 \cdot 10^{-9}$ см <sup>2</sup> /с
		кубиковая	призменная	статический	динамический	
1-К	B60	76,3	72,4	35,8	49,4	32,8
2-МБ	B70	89,2	83,1	44,0	47,7	3,2
3-МБ	B70	88,1	83,8	46,7	48,8	3,1

Испытания проводили после периодов замораживания-оттаивания и чередующимися с ними периодами восстановления в нормальных условиях в две стадии: замораживание-оттаивание при температуре  $-50^{\circ}\text{C}$  в 5%-ном растворе NaCl по ГОСТу 10060–2012, затем в течение 28 суток выдерживание образцов при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  в воздушной и водной средах при влажности соответственно 96...98% и 100%. Графическое изображение методики и полученные результаты приведены на рис. 1, 2.

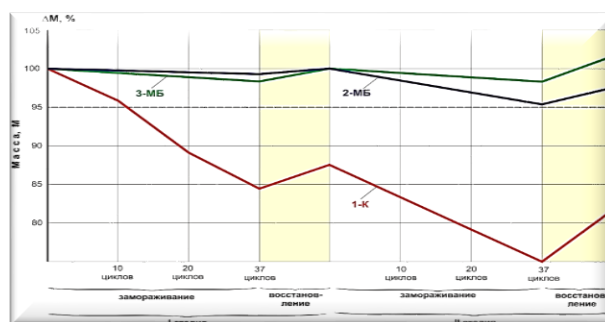
Для анализа результатов эксперимента использовали два показателя: степень деградации и степень самозалечивания. Под первым подразумевается изменение той или иной характеристики бетона в течение одной стадии эксперимента. Определяли отношением значения физической характеристики до начала циклического замораживания к значению той же характеристики после 37 циклов замораживания-оттаивания.

Под вторым показателем подразумевается отношение значения одних и тех же характеристик бетона после восстановительного периода отнесенных к значению до восстановления.

Оказалось, что для всех разновидностей бетона снижение прочности вследствие деструктивных процессов, связанных с замораживанием-оттаиванием, частично компенсируется приростом прочности, связанным с самозалечиванием в восстановительном периоде. Графическое изображение результатов исследований приведено на (рис. 1 – относительные значения прочности при сжатии (а) и массы (б) образцов при двухстадийном циклическом замораживании-оттаивании и восстановлении в воде при температуре  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  (100% на оси ординат соответствуют абсолютным значениям исходных характеристик каждого образца по табл. 2)).



а)



б)

Рис. 1

Исследования, проведенные в работе, показали, что выдерживание в водной среде может способствовать повышению прочности после снижения при цикличе-

ском замораживании до уровня 5%, что соответствует значению потери прочности при испытаниях на морозостойкость (ранее нормировалось по ГОСТу 10060). Это озна-

чает, что частично утраченный при замораживании прочностной потенциал бетона может быть восстановлен.

Шелушение при замораживании в солях, как известно [2], [3], связано с такими факторами, как водопоглощение, то есть с плотностью структуры, и реакционной способностью цементного камня по отношению к жидкому агрессивному агенту, в данном случае к хлорид-ионам, содержащимся в 5%-ном растворе хлорида натрия. К тому же растворимость портландита значительно повышается в растворах NaCl [2]. Так как плотность, или непроницаемость модифицированного бетона, значительно выше, что подтверждается данными о характере дифференциальной пористости [12] и полученными в эксперименте результатами испытаний диффузионной проницаемости, а фазовый состав цементного камня отличается от обычного (контрольного) минимизированным содержанием кристаллов

портландита, стойкость к шелушению у него, в отличие от обычного, также выше.

Характер изменения статического модуля упругости подобен изменению прочности при сжатии, однако при восстановлении в водной среде заметен более интенсивный, в сравнении с прочностью, прирост значений модуля. В данном случае это не только свидетельство высокой степени самозалечивания структуры, но и следствие водонасыщения материала, которое способствует, как известно [7], повышению значений модуля упругости (рис. 2 – относительные значения статического модуля упругости ( $\Delta E_{ст}$ ) при двухстадийном циклическом замораживании–оттаивании и восстановлении на воздухе (а) и в воде (б) при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (100% на оси ординат соответствуют абсолютным значениям исходных характеристик по табл. 2)).

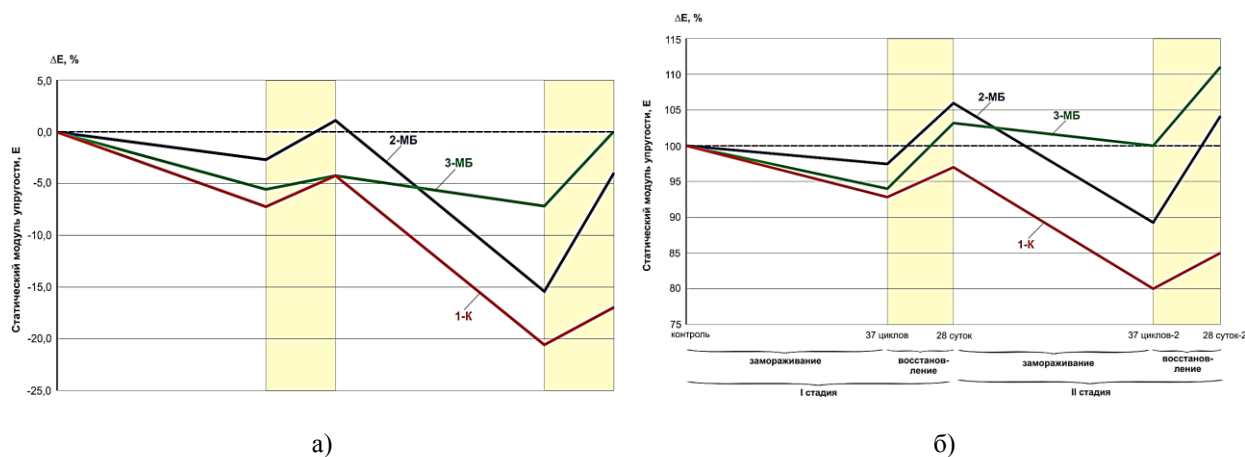


Рис. 2

Из полученных данных по диффузионной проницаемости следует, что проницаемость для хлорид-ионов модифицированного бетона (2-МБ и 3-МБ) на порядок меньше (табл. 2), чем контрольного образца аналогичной прочности, что выявлено ранее [8] и связано с особенностями фазового состава и пористости цементного камня. Однако у модифицированного бетона в процессе двухстадийного эксперимента величина проницаемости почти полностью возвращается к исходному значению, в отличие от контрольного.

По результатам исследований можно сделать вывод – степень деструкции, определенная по изменению основных физико-технических характеристик, у образцов модифицированного бетона меньше, чем у обычного, а степень самозалечивания – выше. В целом при повторяющихся циклах свойства модифицированного бетона относительно исходного состояния ухудшаются в меньшей степени. Причина – в особенностях структуры цементного камня и бетона и в потенциале гидратации цемента, которые определяют обратимость измене-

ния основных свойств бетона в зависимости от условий выдерживания.

Известно, что цементный камень с модификатором МБ отличается не только низкой капиллярной пористостью, но и фазовым составом, в котором минимизировано содержание имеющего форму крупного кристалла портландита (размер – не более 10 мкм), а баланс между высокоосновными гидросиликатами CSH(II) с размерами от 0,01 до 0,05 мкм и низкоосновными тонкодисперсными CSH(I), имеющими размеры не более 0,01 мкм [9], смещен в сторону последнего [1].

Следовательно, фазовый состав модифицированного цементного камня отличается от обычного преобладанием в нем (точнее, в тоберморитовом геле) тонкодисперсных низкоосновных гидросиликатов типа CSH(I). Удельная поверхность кристаллизационных контактов и соответственно прочность КС и цементного камня в основном как при сжатии, так и при растяжении выше.

Напряжения, возникающие в бетоне, от воздействия знакопеременных температур, достигая уровня, превышающего прочность материала при растяжении, приводят соответственно к деформациям и образованию микротрещин. Микротрещины могут дислоцироваться как в структуре цементного камня, так и в контактной зоне – между цементным камнем и заполнителем. Но, как известно, в структуре высокопрочного бетона, содержащего в своем составе микрокремнезем и золу-унос, практически отсутствует контактная зона, в которой обычно в большей мере концентрируется портландит – самый слабый и неустойчивый кристаллогидрат цементного камня [10].

Таким образом, повышенная прочность при растяжении, связанная с более дисперсной структурой цементного камня, складываясь с отсутствием ослабленной контактной зоны, делает модифицированный бетон более стойким к деструктивным процессам.

Степень гидратации цемента  $\alpha$  в модифицированном высокопрочном бетоне в возрасте более 28 суток, как правило, находится на уровне 0,5...0,6 [1], [2], более низком, по сравнению со степенью гидратации

цемента в обычном бетоне (0,8...0,9), то есть нереализованный клинкерный фонд у первого выше.

По данным [9] при степени гидратации цемента  $\alpha$  менее 0,8 структурообразующие процессы преобладают над деструктивными, что способствует самозалечиванию и приросту прочности; при  $\alpha \approx 0,8...0,9$  наблюдается равновесие; при  $\alpha > 0,9$  преобладают деструктивные процессы. Поэтому самозалечивание не проявляется, прироста прочности не наблюдается.

Таким образом, связанное с неизбежным сокращением клинкерного фонда самозалечивание и восстановление физико-технических свойств бетона носит затухающий характер.

## ВЫВОДЫ

1. Выявленные тенденции свидетельствуют, что эксплуатационные свойства бетона с органоминеральным модификатором МБ-30С, подвергнутого в связи с климатическими условиями циклическому замораживанию–оттаиванию и выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях, сохраняются значительно дольше, чем у обычного бетона.

2. Реальная долговечность бетона с органоминеральным модификатором МБ-30С при морозном воздействии выше уровня, который обычно определяется маркой бетона по морозостойкости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В. Бетоны нового поколения с высокими эксплуатационными свойствами // Мат. Междунар. конф.: Долговечность и защита конструкций от коррозии. – М., 25–27 мая 1999. С. 191...196.
2. Москвин В.М., Иванов Ф. М., Алексеев С. Н., Гузев Е. А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980.
3. Толмачев С.Н., Кондратьева И. Г., Матяш А. В. Особенности морозно-солевого воздействия на свойства аэродромного бетона // Строительные материалы. – 2011, № 3. С. 107...109.
4. Тамразян А.Г. Бетон и железобетон: проблемы и перспективы // Промышленное и гражданское строительство. – 2014, № 7. С. 51...54.
5. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Силина Е.С., Жигулев Н.Ф., Борыгин С.Т. Высокопрочные

бетоны повышенной морозостойкости с органоминеральным модификатором. // Транспортное строительство. – № 11, 2000. С. 24...27.

6. Кунцевич О.В. Бетоны высокой морозостойкости для сооружений Крайнего Севера. – М.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1983.

7. Шейнфельд А.В., Батудаева А.В. Морозостойкость и морозостойкость высокопрочных бетонов из высокоподвижных смесей // Мат. Междунар. конф.: Долговечность строительных конструкций. Теория и практика защиты от коррозии. – Волгоград, 7–9 октября, 2002. С. 136...141.

8. Невилль А. Свойства бетона. – М.: Стройиздат, 1972.

9. Бабков В.В., Мохов В.Н., Капитонов С.М., Комохов П.Г. Структурообразование и разрушение цементных бетонов. – Уфа: Уфимский полиграфкомбинат, 2002.

10. Гольденберг А.Л. Влияние периодического воздействия знакопеременных температур на структуру и эксплуатационные свойства высокопрочных бетонов // Вестник МГСУ. – 2011, № 2. С. 93.

11. Каприелов С.С., Гольденберг А.Л. Свойства высокопрочного бетона, подвергнутого периодическому воздействию температуры // Строительные материалы. – 2013, № 3. С. 60.

12. Edvardsen S. Properties of High Strength Concrete Impacted by Periodical Freezing-thawing and Curing under normal conditions. Water permeability and Autogenous Healing of Cracks in Concrete // ACI Materials Journal. – 1994.

13. Mehta P.K., Monteiro P.J.M. Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. Concrete and the Environment. – Prentice Hall, 1993.

#### REFERENCES

1. Kaprielov S.S., Shejnfel'd A.V. Betony novogo pokolenija s vysokimi jekspluacionnymi svojstvami // Мат. Междунар. конф.: Долговечность и зашита конструкций от коррозии. – М., 25–27 мая 1999. С.191...196.

2. Moskvин V.M., Ivanov F. M., Alekseev S. N., Guzeev E. A. Korrozija betona i zhelezobetona, metody ih zashity. – М.: Strojizdat, 1980.

3. Tolmachev S.N., Kondrat'eva I.G., Matjash A.V. Osobnosti morozno-solevogo vozdejstvija na svojstva ajerodromnogo betona // Stroitel'nye materialy. – 2011, № 3. S. 107...109.

4. Tamrazjan A.G. Beton i zhelezobeton: problemy i perspektivy // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2014, № 7. S. 51...54.

5. Kaprielov S.S., Shejnfel'd A.V., Silina E.S., Zhigulev N.F., Borygin S.T. Vysokoprochnye betony povyshennoj morozosolejstojkosti s organomineral'nym modifikatorom. // Transportnoe stroitel'stvo. – № 11, 2000. S. 24...27.

6. Kuncевич O.V. Betony vysokoj morozostojkosti dlja sooruzhenij Krajnego Severa. – М.: Strojizdat, Leningradskoe otdelenie, 1983.

7. Shejnfel'd A.V., Batudaeva A.V. Morozostojkost' i morozosolejstojkost' vysokoprochnyh betonov iz vysokopodvizhnyh smesej // Мат. Междунар. конф.: Долговечность строительных конструкций. Теория и практика зашity от коррозии. – Волгоград, 7–9 октjабрjа, 2002. S. 136...141.

8. Nevill' A. Svojstva betona. – М.: Strojizdat, 1972.

9. Babkov V.V., Mohov V.N., Kapitonov S.M., Komohov P.G. Strukturnoobrazovanie i razrushenie cementnyh betonov. – Ufa: Ufimskij poligrafkombinat, 2002.

10. Gol'denberg A.L. Vlijanie periodicheskogo vozdejstvija znakoperemennyh temperatur na strukturu i jekspluacionnye svojstva vysokoprochnyh betonov // Vestnik MGSU. – 2011, № 2. S. 93.

11. Kaprielov S.S., Gol'denberg A.L. Svojstva vysokoprochnogo betona, podvergnutogo periodicheskomu vozdejstviju temperatury // Stroitel'nye materialy. – 2013, № 3. S. 60.

12. Edvardsen S. Properties of High Strength Concrete Impacted by Periodical Freezing-thawing and Curing under normal conditions. Water permeability and Autogenous Healing of Cracks in Concrete // ACI Materials Journal. – 1994.

13. Mehta R.K., Monteiro P.J.M. Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. Concrete and the Environment. – Prentice Hall, 1993.

Рекомендована Ученым советом МГСУ. Поступила 18.05.17.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОШИБОК,  
ДОПУСКАЕМЫХ ЭКСПЕРТАМИ, ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
СУДЕБНЫХ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ  
НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**RESEARCH OF ERRORS, ALLOWED BY EXPERTS, IN THE PRODUCTION  
OF JUDICIAL BUILDING-TECHNICAL EXPERTISE  
ON THE EXAMPLE OF THE OBJECT OF THE TEXTILE INDUSTRY**

*А.Ю. СЕРГЕЕВА, Ю.Д. СЕРГЕЕВ, В.Я. МИЩЕНКО, Ю.В. МЯСИЦЕВ,  
Р.Ю. МЯСИЦЕВ, А.В. ШЕРШНЕВ*  
*A.YU. SERGEEVA, YU.D. SERGEEV, V.YA. MISCHENKO, YU.V. MYASYSHCHEV,  
R.YU. MYASYSHCHEV, A.V. SHERSHNEV*

**(Воронежский государственный технический университет)**  
**(Voronezh State Technical University)**  
E-mail: 933947@mail.ru

*В статье рассматривается механизм производства судебной строительно-технической экспертизы, исследование недоработок и неточностей, допускаемых экспертами, при производстве судебных экспертиз (на примере Заключения экспертов по комплексной судебной строительно-технической экспертизе объекта текстильной промышленности, назначенной судом).*

*The article deals with the mechanism of production of judicial construction and technical expertise, the study of defects and inaccuracies admitted by experts, in the production of forensic examinations (on the example of the Expert Opinion on the complex judicial construction and technical expertise of a textile industry facility appointed by the court).*

**Ключевые слова:** судебная строительно-техническая экспертиза, рабочая документация, сметные расчеты по объекту, акт приемки выполненных работ, справка стоимости выполненных работ и затрат.

**Keywords:** judicial construction and technical expertise, working documentation, estimated calculations for the facility, act of acceptance of completed work, reference cost of work performed and costs.

Строительно-техническая экспертиза – это комплекс действий, проводимых для выявления дефектов и нарушений, возникших в результате ремонтно-отделочных, строительно-монтажных и проектно-сметных работ при строительстве и реконструкции промышленных объектов, в том числе объектов текстильной промышленности. Судебная строительно-техническая экспертиза является видом строительно-технических экспертиз и играет важную роль в расследовании, судебном разбирательстве в

арбитражных, гражданских и уголовных делах. Иногда приходится сталкиваться с ситуацией, когда экспертной организацией выполняется судебная строительно-техническая экспертиза, однако данная экспертная организация затрудняется с выводами или зарекомендовала себя наилучшим образом. Тогда оценка судебной строительно-технической экспертизы, проведенной третьими лицами, используется для повторной экспертизы.

На примере промышленного объекта текстильной промышленности было проведено всестороннее исследование: объективность и полнота Заключения, оценка соответствия его требованиям Федерального закона [1], а также выявлены недоработки и неточности, допускаемые экспертами при производстве судебных экспертиз. Ниже приведены основные замечания к Заключению эксперта, которые носят критический характер и указывают на невозможность использования данного Заключения в качестве объективного доказательства фактического объема и стоимости выполненных работ.

В рассматриваемом вопросе первое нарушение заключается в том, что при составлении Заключения эксперта были нарушены требования ФЗ [1], так как в статье 23 говорится, что при производстве комиссионной судебной экспертизы экспертами разных специальностей (далее – комплексная экспертиза) каждый из них проводит исследования в пределах своих специальных знаний. В заключении экспертов, участвующих в производстве комплексной экспертизы, указывается, какие исследования и в каком объеме провел каждый эксперт, какие факты он установил и к каким выводам пришел. Каждый эксперт, участвующий в производстве комплексной экспертизы, подписывает ту часть заключения, которая содержит описание проведенных им исследований, и несет за нее ответственность. Общий вывод делают эксперты, компетентные в оценке полученных результатов и формулировании данного вывода. Если основанием общего вывода являются факты, установленные одним или несколькими экспертами, это должно быть указано в Заключении. В случае возникновения разногласий между экспертами результаты исследований оформляются в соответствии с частью второй статьи 22 Федерального закона [1]. Однако в рассматриваемой экспертизе экспертами, по неизвестным причинам, без каких-либо объяснений, составлено "Заключение эксперта", а не "Заключение комплексной судебной строительно-технической экспертизы". Экспертиза была проведена "Экспертами" разных специальностей.

Анализ структуры заключения и его оформления показал, что "Заключение эксперта" составлено с грубыми нарушениями требований статьи 23 [1], а именно:

1) в заключении экспертов не указано, в пределах каких специальностей проводил исследования каждый из экспертов, подписавших заключение;

2) в заключении экспертов, участвующих в производстве комплексной экспертизы, не указано, какие исследования и в каком объеме провел каждый эксперт, какие факты он установил и к каким выводам пришел;

3) каждый эксперт, участвующий в производстве комплексной экспертизы, не подписал ту часть заключения, которая содержит описание проведенных конкретно им исследований (в заключении не указано, какую именно часть исследований проводил тот или иной эксперт; все эксперты оставили подписи внизу каждой страницы заключения, то есть подписались даже под теми исследованиями, которые они не проводили и которые не относятся к их специальностям), и соответственно трудно определить, за какую конкретно часть заключения несет ответственность каждый из экспертов;

4) в заключении экспертов не указано, кто из экспертов сделал общий вывод, кто компетентен в оценке полученных результатов и формулировании данного вывода;

5) в заключении экспертов не указано, какие факты явились основанием общего вывода, были ли это факты, установленные одним конкретным экспертом или несколькими экспертами, какими именно.

Выявленные нарушения свидетельствуют о несоответствии Заключения эксперта требованиям статьи 23 Федерального закона [1] и о невозможности использования Заключения эксперта в качестве объективного и обоснованного доказательства по вопросам, поставленным Судом.

Замечания к содержанию исследований и выводам Заключения эксперта по вопросу – выполнены ли фактически работы, указанные в Актах о приемке выполненных работ и Справках о стоимости выполненных работ и затрат, и если да, то в какой части,

закljučаются в том, что анализ проведенных исследований по вышеуказанной Справке о стоимости выполненных работ и затрат показал, что, исходя из данных Заключения эксперта, очевидно, что экспертам были предоставлены на исследование разработанные комплекты рабочей документации и сметные расчеты по объекту. Однако экспертами не был проведен анализ конкретных инженерных решений (чертежей, принятых конструктивных и технических решений, достаточности разработанных решений для ведения строительства и т.п.), отраженных на листах рабочей документации, предоставленной экспертам в электронном виде судом. Фактически эксперты не исследовали содержание рабочей документации, не оценили объем выполнения конкретного комплекта рабочих чертежей. Кроме этого, эксперты не исследовали содержание сметной документации – видов и объемы работ, примененных расценок. Не было проведено сопоставления сметных объемов с объемами из рабочей документации, предоставленной экспертам в электронном виде судом. Не была оценена правильность применения расценок в соответствии с действующей системой ценообразования в строительстве в РФ. Эксперты не провели обоснованный расчет объемов и стоимости фактически разработанной сметной и рабочей документации по объекту исследования. Несмотря на фактически выполненную и предоставленную Судом в электронном виде сметную документацию по объекту, эксперты не выполнили исследование ее содержания и, как следствие, по формальным причинам, необоснованно указали, что, якобы, вся сметная документация выполнена некачественно (объем качественно выполненной сметной документации 0%), что явно не соответствует действительности. Выводы экспертов, проводивших экспертизу, основаны на формальных исследованиях. Был проведен анализ только оформления, а не содержания сметной документации. Эксперты не провели полного, объективного и обоснованного исследования предоставленных сметных материалов – видов работ, объемов работ,

примененных расценок, что является недопустимым и не соответствует требованиям Федерального закона [1].

## В Ы В О Д Ы

На примере заключения экспертов по комплексной судебной строительно-технической экспертизе объекта текстильной промышленности, назначенной судом, доказано, что: строительно-техническая экспертиза в арбитражном судопроизводстве назначается с целью защиты нарушенных или оспариваемых прав физических или юридических лиц, занимающихся предпринимательской деятельностью, по вопросам строительной сферы и смежных областей. Исследование ошибок, допускаемых экспертами, при производстве судебных строительно-технических экспертиз показало, что иногда нарушаются требования объективности, всесторонних исследований, полноты объема, обоснованности и достоверности этих исследований. Данные недоработки и неточности недопустимы при проведении судебных строительно-технических экспертиз, так как главная цель производства судебной строительно-технической экспертизы – это защита законных прав и интересов юридических и физических лиц государства.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Федеральный закон №73-ФЗ от 31 мая 2001 года "О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации".
2. *Суровцев И.С., Мищенко В.Я., Понявина Н.А., Драпалюк Д.А.* Разработка вариантов формирования организационно-технологической системы реконструкции объектов недвижимости // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2010, № 1. С.132...138.
3. *Грабовый П.Г., Солунский А.И., Воронин В.А., Грабовый К.П., Загидуллина Г.М., Иванова Н.В., Кулаков К.Ю., Мищенко В.Я., Новопашина Е.И., Самосудова Н.В., Хаустов В.В., Хайкин В.Г., Чернышов Л.Н., Шукуров Р.А., Ширишиков Б.Ф.* Экспертиза и инспектирование инвестиционного процесса. – В 2-х частях. Ч.2. – М., 2006.
4. *Горбанева Е.П., Добросоцких М.Г., Калинина Е.Г.* Определение технического состояния зданий и сооружений с использованием системы монито-



ринга // В сб.: Современные проблемы и перспективы развития строительства, эксплуатации объектов недвижимости. – 2016. С. 208...213.

#### REFERENCES

1. Federal'nyj zakon №73-FZ ot 31 maja 2001 goda "O gosudarstvennoj sudebno-jekspertnoj dejatel'nosti v Rossijskoj Federacii".

2. Surovcev I.S., Mishhenko V.Ja., Ponjavina N.A., Drapaljuk D.A. Razrabotka variantov formirovanija organizacionno-tehnologicheskoy sistemy rekonstrukcii ob"ektov nedvizhimosti // Nauchnyj zhurnal stroitel'stva i arhitektury. – 2010, № 1. S.132...138.

3. Grabovij P.G., Solunskij A.I., Voronin V.A., Grabovij K.P., Zagidullina G.M., Ivanova N.V.,

Kulakov K.Ju., Mishhenko V.Ja., Novopashina E.I., Samosudova N.V., Haustov V.V., Hajkin V.G., Chernyshov L.N., Shukurov R.A., Shirshikov B.F. Jekspertiza i inspektirovanie investicionnogo processa. – V 2-h chastjah. Ch.2. – M., 2006.

4. Gorbaneva E.P., Dobrosockih M.G., Kalinina E.G. Opredelenie tehničeskogo sostojanija zdaniy i sooruzhenij s ispol'zovaniem sistemy monitoringa // V sb.: Sovremennye problemy i perspektivy razvitija stroitel'stva, jekspluatacii ob"ektov nedvizhimosti. – 2016. S. 208...213.

Рекомендована кафедрой технологий, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью. Поступила 05.09.17.

УДК 687.03

## РАЗРАБОТКА НОВЫХ ОГНЕСТОЙКИХ ПАКЕТОВ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ СВАРЩИКОВ

### DEVELOPMENT OF NEW FIRE-RESISTANT PACKAGES FOR WELFARE OVERALLS

З.Д.МОЛДАГАЖИЕВА, Р.О.ЖИЛИСБАЕВА, К.Ж. КУЧАРБАЕВА,  
А.Т. ТОҚТАРБАЕВА, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ  
Z.D. MOLDAGOZHIEVA, R.O. ZHILISBAYEVA, K.ZH. KUCCHARBAEVA,  
A.T. TOKTARBAYEVA, S.SH. TASHPULATOV

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)  
E-mail: zaure\_0111@mail.ru; rau\_45@mail.ru; ssht61@mail.ru

*В статье предлагается несколько вариантов пакетов одежды, состоящих из многослойных, огнестойких тканых и нетканых материалов. Разработанный нетканый материал представляет собой полотно из шерстяных и м-арамидных волокон, скрепленных комбинированным способом, которые являются составляющими в новом пакете спецодежды для сварщиков. Предлагаемые новые нетканые материалы за счет специфичности их свойств предполагается применять в качестве внутренних слоев пакета защитной одежды. В результате исследований получены результаты, свидетельствующие о стойкости различных видов материалов к воспламеняемости.*

*In the paper several types of multilayer materials are proposed, which consist of fire-resistant woven and nonwoven materials. The developed non-woven material is a fabric made from woolen and m-aramide fibers connected in a combined way and which are components of a new multilayer material for welder's uniform. The proposed new woven materials due to their specific properties are suggested for an*

*plication as internal layers of protective clothing. On the basis of the study, the results of tests of the resistance of various types of materials to flammability are presented.*

**Ключевые слова:** текстильные материалы, защитная одежда, пакет материалов, новые нетканые материалы.

**Keywords:** textile materials, protective clothing, package of materials, new woven materials.

Программа развития легкой промышленности в Республике Казахстан на 2010 - 2014 гг. – этап практической реализации мероприятий по развитию производства конкурентных потребительских товаров легкой промышленности высокого качества и в широком ассортименте [1].

Несмотря на наличие на рынке многообразия тканей и материалов со специальными отделками для защиты от повышенных температур, предприятия, производящие костюмы для сварщиков, не в полной мере используют новые материалы в силу высокой стоимости при высоких эксплуатационных свойствах и наоборот – с низкими эксплуатационными качествами, но по доступной цене.

В связи с этим выпуск спецодежды на казахстанский рынок является экономически выгодным, а улучшение ее качественных характеристик – актуальнейшая производственная и научная проблема. Одним из перспективных направлений в области производства огнезащитных нетканых материалов являются материалы, изготовленные из химических и синтетических термостойких волокон. В результате серьезного анализа выявлено, что наиболее приемлемыми текстильными материалами, которые можно использовать в качестве защитных при производстве спе-

циальных костюмов для сварщиков, являются нетканые материалы, изготовленные из шерстяных и м-арамидных волокон, как более термостойкие и экономически выгодные.

Технический эффект поставленной задачи состоит в расширении ассортимента исходного сырья для изготовления нетканого огнестойкого материала с использованием низкосортных волокон шерсти овец, разводимых в Казахстане, при этом утилизируются отходы ткацкого производства.

Смешивание м-арамидных волокон с волокнами шерсти и их соединение иглопрокалыванием обеспечивает повышение термостойкости, водонепроницаемости и снижение теплопроводности равномерно по всему объему получаемого материала, что в свою очередь повышает его защитную способность.

В процессе исследований на чесальной машине Jx-520 и игло-пробивной машине ИМ-1800 были выработаны опытные образцы нетканых материалов, различающихся по количеству слоев, поверхностной плотности и способу получения. Этапы изготовления огнестойкого нетканого материала иглопробивным способом показаны на рис. 1.



Рис. 1

В табл. 1 приведены опытные образцы нетканых огнестойких материалов, различающихся по количеству слоев, поверх-

ностной плотности и способам изготовления.

Т а б л и ц а 1

№	Показатели Состав слоев	Толщина, мм	Количество слоев	Состав, %	Способ изготовления	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Разрывная нагрузка, по длине, Н	Разрывная нагрузка, по ширине, Н
1	м-арамид Шерсть	20	2	50 50	комбинированный	403	500	93
2	м-арамид Шерсть м-арамид	18	3	60 40	комбинированный	286	430	60
3	м-арамид Шерсть м-арамид	25	3	70 30	комбинированный	422	340	116
4	м-арамид Шерсть м-арамид Шерсть	30	4	50 50	комбинированный	305	446	245
5	м-арамид Шерсть (с бязью)	24	2	50 50	иглопробивной	401	450	535
6	м-арамид Шерсть	11	2	50 50	иглопробивной	196	169	328

Спецодежда из материалов нового поколения, импортируемая из-за рубежа, несомненно, в 3...4 раза дороже обычной – традиционной брезентовой одежды сварщиков. Фактический срок эксплуатации, а также принципиально новый высокий уровень защитных, механических, эстетических и эксплуатационных свойств новых материалов должны склонить потребите-

лей к использованию спецодежды из этих тканей [2].

При проектировании спецодежды для сварщиков предполагается использовать известные огнестойкие материалы в качестве защитных дополнительных накладок и тканей верха, характеристики которых указаны в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Характеристика материалов	Показатели свойств материалов-аналогов			
	Премьер FR 350A	FlameFort W280 Protect	Брезент ОП	FlameFort 210A
Название материала	10202 AM	50402 Кл4	11255	60405 а-М
Артикул	10202 AM	50402 Кл4	11255	60405 а-М
Волокнистый состав	100% х/б+ антистатическая нить	100% арамид	60% лен+40%х/б	100% арамид+ антистатическая нить
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	340	430	495	220
Переплетение	Атласное 5/2	Атласное	Репс	Саржевое 2/1
Пропитка	Pyrovatex-To+HMBO	Кл4	ОП	HMBO

Для характеристики огнезащитных тканей с точки зрения их функциональной защиты необходимо выполнить ряд исследований, подтверждающих пригодность их использования для защиты от повышен-

ных температур, воздействия искр и частиц расплавленного металла.

Учитывая, что топография разбрызгивания искр и частиц расплавленного металла при выполнении сварочных работ различна и при этом попадание искр и

брызг происходит под разными углами, было предложено исследовать устойчивость материалов к воспламенению.

В связи с этим были проведены исследования на установке "ОВТ" по ГОСТу 50810 [3]. Настоящий стандарт устанавливает метод определения способности текстильных материалов (тканей, нетканых полотен) сопротивляться воспламенению,

устойчивому горению, а также оценки их огнезащитности.

Испытания показали, что все выбранные материалы относятся к группе трудновоспламеняемых тканей. Результаты классификационных испытаний материалов (по основе и утку) – характеристики оптимальных вариантов пакетов материалов для проектирования спецодежды – приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

№	Виды пакетов	Состав пакета	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Артикулы
1	Накладная ткань	FlameFortW280 Protect	430	50402Кл4
	Ткань верха	Премьер FR 350А	340	10202АМ
	Нетканый материал	Нетканый материал-М-Ш(20)	-	-
	Подкладочный материал	Сатин	-	32107
2	Накладная ткань	Премьер FR 350А	340	10202АМ
	Ткань верха	FlameFort 210А	220	60405 а-М
	Нетканый материал	Нетканый материал- М-Ш-М (25)	-	-
	Подкладочный материал	Хлопчатобумажный	-	2608
3	Накладная ткань	FlameFort W280 Protect	430	50402Кл4
	Ткань верха	Премьер FR 350А	340	10202АМ
	Нетканый материал	Нетканый материал-М-Ш (11)	140	-
	Подкладочный материал	Сатин	-	32107

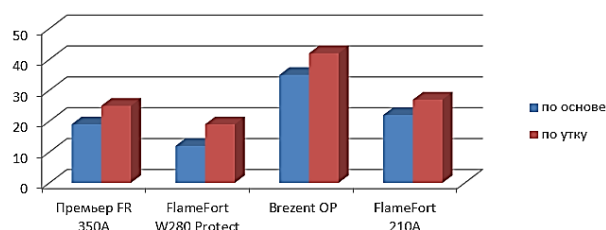


Рис. 2

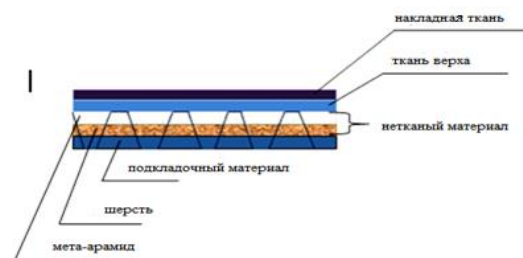


Рис. 3

На рис. 2 представлены показатели устойчивости к прожиганию по длине обугленного участка.

По результатам исследований выявлено, что низкая стойкость к прожиганию у тканей Брезент ОП, материалы Премьер FR 350А и FlameFort 210А не проявили признаков горения.

Для разработки рационального пакета (рис. 3) спецодежды была проведена подборка из материалов тканей верха, нетканых материалов, состоящих из шерстяных и мета-арамидных волокон и подкладочных материалов. После многочисленных экспериментов были получены оптималь-

ные виды пакетов, устойчивые к воздействию высоких температур.

В проектируемой спецодежде в качестве подкладочного материала применяются съемные, простеганные слои нетканого материала с подкладкой.

## ВЫВОДЫ

Выявлено, что проектировать новый пакет для изготовления всего изделия целесообразно, применяя следующие материалы и ткани: Премьер FR 350А – основная ткань, новый нетканый материал – простеганная с молескином – подкладочная ткань с дополнительной защитой от высоких температур

и FlameFortW280Protect – дополнительная защитная ткань в определенных местах для локальной, дополнительной защиты (полочки, передние половинки брюк, низ рукавов).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Программа по развитию легкой промышленности в РК на 2010-2014 годы.
2. Nonwovens & Technical Textiles. Indian textile. Date Views.indiantextilejournal.com.

3. ГОСТ 50810–95. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация.

#### REFERENCES

1. Programma po razvitiyu legkoj promyshlennosti v RK na 2010-2014 gody.
2. Nonwovens & Technical Textiles. Indian textile. Date Views.indiantextilejournal.com.
3. GOST 50810–95. Tkani dekorativnye. Metod ispytaniya na vosplamenjaemost' i klassifikacija.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

УДК 687.175

### ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ БРОНЕЖИЛЕТА ДЛЯ СОБАК СЛУЖЕБНО-РОЗЫСКНЫХ ПОРОД

### EVALUATION OF OPERATIONAL RELIABILITY OF THE BULLET-PROOF VEST FOR DOGS OF OFFICE AND SEARCH BREEDS

Е.В. АРЧИНОВА, Н.С. МОКЕЕВА, Т.О. БУНЬКОВА, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА  
E.V. ARCHINOVA, N.S. MOKEEVA, T.O. BUNKOVA, R.O. ZHILISBAYEVA

(Новосибирский технологический институт (филиал)  
Российского государственного университета им А.Н.Косыгина,  
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Novosibirsk Technological Institute (branch)  
Russian State University named after A.N. Kosygin,  
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: tdshi2006@yandex.ru; rau\_45@mail.ru

*В статье представлены расчеты по оценке эксплуатационных характеристик бронезиления для собак, используемых для служебно-розыскных работ. Предложено оценить использующиеся бронезиления из СВМПЭ с учетом характеристик пули и элементов бронезиления, определить величину энергии пули в момент взаимодействия со слоями баллистического материала. Установлено, что, кроме небольшой массы и устойчивости к намоканию, от правильного выбора пакетов материалов в бронезилениях зависит их способность "рассеивать" энергию удара пули и снижать тяжесть заброневого травмы служебной собаки.*

*The article presents calculations on the evaluation of the operational characteristics of flak jacket for dogs used for service and search operations. It is suggested to evaluate the bulletproof vests from UHMWPE taking into account the characteristics of the bullet and elements of bulletproof vest, to determine the amount of bullet energy at the moment of interaction with the layers of ballistic material. It was found that, in addition to a small mass and resistance to wetting, the correct choice of packages of materials in bullet-proof vests could be attributed to their ability to "dissipate" the energy of a bullet and reduce the severity of the injured trauma of a service dog.*

**Ключевые слова:** бронежилет, эксплуатационные характеристики, характеристики пули, служебная собака.

**Keywords:** flak jacket, operational characteristics, the characteristics of the bullet, a service dog.

В современном мире, где каждое государство вынуждено усиливать меры безопасности, связанные с угрозой распространения терроризма, осложнения криминальной ситуации, роль служебного собаководства приобретает все более важное значение. Воспитание и профессиональная дрессировка собак требуют значительных затрат времени и финансов. В связи с этим проблемы охраны жизни собак и продления срока их службы решаются с помощью средств индивидуальной защиты, бронежилетов. Проектирование бронежилетов для собак в свою очередь сопряжено с решением задач как научного, так и технологического характера [1].

Технология изготовления бронеодежды предполагает использование пакета материалов, включающего слои мягкой брони и жестких бронеэлементов. Мягкую броню изготавливают из материалов на основе арамидных волокон, сверхпрочных тканей и пленок из высокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Ассортимент жестких бронеэлементов составляют: металлические пластины на основе стали или титана и алюминиевых сплавов; керамические пластины на основе композиционных элементов; объемные композиты из СВМПЭ. Последние включают в пакет бронежилетов дополнительно, с целью повышения класса защитной структуры бронеодежды.

Основные факторы, по которым обычно оценивается бронежилет, это пулестойкость, запреградное смещение, эргономичность. В момент соприкосновения пули или осколка с бронеодеждой возникает мощный удар, часть энергии которого передается внутренним органам, находящимся за преградой. При этом серьезные и нередко смертельные поражения наблюдаются даже при отсутствии пробития защитных слоев пакета бронежилета. Задача расчета критериев безопасного исхода заброневой контузионной травмы может

быть сформулирована следующим образом: оценить поверхностную плотность энергии удара с учетом характеристик пули и элементов бронежилета, определить величину энергии пули в момент взаимодействия со слоями баллистического материала [2].

Проведен расчет для пакета мягкой брони (24 слоя СВМПЭ) при прямом центральном выстреле из короткоствольного огнестрельного оружия. В качестве оружия рассматривался пистолет системы Макарова (ПМ), с патронами 57-Н-181С (пуля массой 5,9 г и размером 9×18 мм, со стальным сердечником), гильза биметаллическая. Дистанция обстрела – 5 м. Начальная скорость пули 315 м/с, энергия пули 293 Дж. Баллистические испытания пакета материалов бронежилета для собак и анализ деформации каждого слоя позволяют утверждать, что форма деформации слоев СВМПЭ после выстрела напоминает застывшую картину распространения волн на поверхности воды после броска камня. Это наблюдение позволяет сделать допущение о том, что скорость точек соприкосновения бронежилета и пули может быть описана синусоидой по мере удаления от центра удара [3].

Так как в центре (точке удара) скорость максимальная, а на краях – нулевая, то простейшая тригонометрическая функция, определяющая характер распределения скорости точек бронежилета в зависимости от расстояния до центра, будет выглядеть:

$$V(r) = \frac{V_{\text{ц}}}{2} \left( \cos \frac{\pi r}{R_{\text{д}}} + 1 \right), \quad (1)$$

где  $R_{\text{д}}$  – расстояние пули до крайней точки бронежилета, которая успела вступить в движение;  $V_{\text{ц}}$  – скорость центральной точки бронежилета (равна скорости пули в момент удара бронежилета о тело).

Легко убеждаемся, что функция подходит:

$$V(0) = \frac{V_{\pi}}{2}(1 + 1) = V_{\pi} \text{ и } V(R_{\pi}) = \frac{V_{\pi}}{2}(-1 + 1) = 0.$$

Предполагается, что за пределами радиуса  $R_{\pi}$  бронежилет не двигается.

Запишем закон сохранения импульса:

$$P_{n0} = P_{n1} + P_{\delta}, \quad (2)$$

где  $P_{n0}$  – импульс пули в момент столкновения пули с бронежилетом, который вычисляется по формуле (3);  $P_{n1}$  – импульс пули в момент столкновения бронежилета с телом, который вычисляется по формуле (4);  $P_{\delta}$  – импульс бронежилета в момент столкновения бронежилета с телом, вычисляется по формуле (5).

$$P_{n0} = mV_0, \quad (3)$$

$$P_{n1} = mV_{\pi}, \quad (4)$$

где  $m$  – масса пули;  $V_0$  – скорость пули в момент столкновения с бронежилетом.

$$P_{\delta} = \int_0^{R_{\pi}} V(r) 2\pi r \rho dr. \quad (5)$$

Подставляя (1) в (5), получаем импульс бронежилета:

$$P_{\delta} = \int_0^{R_{\pi}} \frac{V_{\pi}}{2} \left( \cos\left(\frac{r\pi}{R_{\pi}}\right) + 1 \right) 2\pi r \rho dr. \quad (6)$$

Расчет интеграла позволяет преобразовать закон сохранения импульса:

$$V_0 m = V_{\pi} m + 0,3 V_{\pi} \pi \rho R_{\pi}^2. \quad (7)$$

Отсюда вычисляем скорость пули в момент удара бронежилета о тело:

$$V_{\pi} = V_0 \frac{m}{0,3\pi\rho R_{\pi}^2 + m}. \quad (8)$$

Пока пуля будет пробивать бронежилет и лететь к телу собаки, от центра удара будет распространяться волна, вовлекающая бронежилет в движение. Зная, что точки бронежилета, чтобы вступить в движение, получают информацию о столкновении со скоростью распространения продольной волны, можно вычислить расстояние пули до крайней точки бронежилета, успевшей прийти в движение ( $R_{\pi}$ ) по формуле:

$$R_{\pi} = ct_n, \quad (9)$$

где  $t_n$  – время между ударом пули о бронежилет и ударом пули с бронежилетом о тело;  $c$  – скорость распространения продольной волны в бронежилете, вычисляется по формуле (10):

$$c = \sqrt{E_{\text{Ю}}/\rho_0}, \quad (10)$$

где  $E_{\text{Ю}}$  – модуль Юнга ( $10^9 \text{ кг/м} \cdot \text{с}^2$ );  $\rho_0$  – объемная плотность материи ( $940 \text{ кг/м}^3$ ).

Произведен расчет скорости распространения продольной волны в бронежилете ( $\approx 1000 \text{ м/с}$ ) и времени от соприкосновения пули с бронежилетом до торможения почти до нуля с постоянным ускорением, а также скорость пули в момент удара бронежилета о тело ( $\approx 83,5 \text{ м/с}$ ).

Также рассчитана энергия части бронежилета, которая ударяется о тело ( $\approx 140 \text{ Дж}$ ) и плотность энергии в точке удара ( $\approx 1,8 \text{ Дж/см}^2$ ).

Сравнительная оценка результатов расчета позволяет предположить, что при прямом выстреле из короткоствольного нарезного оружия пакет мягкой брони позволяет получить заброневую травму средней или легкой степени тяжести, так как считается, что при плотности энергии удара более  $8 \text{ Дж/см}^2$  (при попадании в туловище собаки) наносятся травмы средней тяжести.

## ВЫВОДЫ

К достоинствам пакета материалов жилета из СВМПЭ, кроме небольшой массы и устойчивости к намоканию, можно отнести способность "рассеивать" энергию удара пули и снижать тяжесть заброневого травмы служебной собаки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Заев В.А., Мокеева Н.С., Машиковцева Н.В., Ефименко Л.Л. Оценка эксплуатационных характеристик тренировочного костюма кинолога в условиях силовой дрессировки служебных собак // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2017, №2.

2. Арчинова Е.В. Проблемы проектирования пакета материалов бронеодежды для собак // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Инновации и прогрессивные технологии в индустрии моды. – 2016. С.3...5.

3. Мокеева Н.С., Машиковцева Н.В., Бунькова Т.О., Заев В.А. Проблемы проектирования костюма

для кинолога и бронежилетов для служебных собак. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2017.

## REFERENCES

1. Zaev V.A., Mokeeva N.S., Mashkovceva N.V., Efimenko L.L. Ocenka jekspluatacionnyh harakteristik trenirovochnogo kostjuma kinologa v uslovijah silovoj dressirovki sluzhebnyh sobak // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2017, №2.

2. Archinova E.V. Problemy proektirovanija paketa materialov broneodezhdy dlja sobak // Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Innovacii i progressivnye tehnologii v industrii mody. – 2016. S.3...5.

3. Mokeeva N.S., Mashkovceva N.V., Bun'kova T.O., Zaev V.A. Problemy proektirovanija kostjuma dlja kinologa i bronezhiletov dlja sluzhebnyh sobak. – Novosibirsk: Izd-vo Novosib. gos. akad. vod. transp., 2017.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров АТУ. Поступила 29.08.17.

УДК 687.1:391.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКТУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТРАНСФОРМИРУЕМОГО ЖЕНСКОГО ПЛАТЯ

## THE RESEARCHING OF QUALITY INDICATORS OF THE COMPONENTS FOR THE TRANSFORMING WOMEN'S DRESSES

*К.Ж. КУЧАРБАЕВА, П.Б. АБДИМАНАПОВА, К.К. КАМАЛБАЕВА, Г.Ж. ЖОРАБЕКОВА*  
*K.Z. KUCHARBAEVA, P.B. ABDIMANAPOVA, K.K. KAMALBAEVA, G.Z. ZHORABEKOVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: kaldigul.kuzarbaewa@mail.ru

*В статье рассматриваются качественные показатели комплектующих материалов трансформирующегося женского платья, и возможность на основе базового образца проектирования комплекта одежды. В результате исследования образцов женского платья разработаны трансформирующие детали, которые обеспечивают комфортные и улучшенные гигиенические условия в период носки, а также расширение функциональных возможностей одежды.*

*In this article are discussed the quality indicators of components of the transforming women's dresses and on the basis of the basic sample are designed sets of clothes. As a result of research of women's dresses are designed transformed de-*



*tails that provide comfort and improved hygienic conditions during the period of wearing and expanding the functionality of the clothes.*

**Ключевые слова:** качественные показатели, разрывная нагрузка, физико-механические свойства, трансформирующие детали.

**Keywords:** quality factor, breaking load, physics-mechanical properties, transforming details.

В настоящее время при производстве одежды важным фактором является конкурентоспособность швейных изделий. В связи с этим было разработано трансформируемое женское платье для молодых женщин и девушек. Проектирование трансформирующих деталей в женском платье осуществлялось на основе применения разного вида материалов. На основе одной базовой конструкции проектировалась серия моделей платьев с трансформируемыми свойствами в предметы повседневного гардероба. Таким образом, существенно снижались затраты на приобретение дополнительных вещей и отпадала необходимость постоянного обновления гардероба [1], [2].

Нами проведено исследование физико-механических свойств материалов, применяемых для дальнейшей разработки женских платьев с трансформируемыми деталями. Объектом исследования служили женские платья с трансформируемыми деталями, представленные на рис. 1.

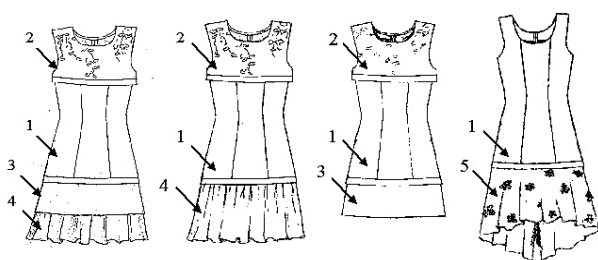


Рис. 1

При исследовании были использованы материалы разного состава и структуры:

- арт. 4-11802 (шелк 65%, металл 35%);
- арт. 4-05504 (полиамид 7%, полиэстер 23%, эластан 7%);
- арт. 4-02503 (ацетат 50%, полиамид 50%);

- арт. 1611 (полиэстер 97%, эластан 3%);
- арт. 02-5735 (шелк 93%, эластан 7%).

Чтобы исследовать качественные показатели трансформируемого женского платья, определяли физико-механические свойства комплектующих материалов, а именно: прочность к нагрузке, несминаемости и воздухопроницаемости. Оценку физико-механических свойств предлагаемых материалов женского платья определяли по стандартным методикам: ГОСТу 3813. Методы определения разрывных характеристик при растяжениях, ГОСТ 19204. Методы определения несминаемости, ГОСТ-Р-ИСО-9237-99. Методы определения воздухопроницаемости [3].

Для определения качественных показателей женского платья, нужно будет выбрать сочетание трансформирующих деталей с комплектующими материалами:

$$\sum_{i=1}^n D_i = K_1 D_1 + K_2 D_2 + K_3 D_3 + \dots + K_n D_n, \\ n = \overline{1,4},$$

где  $D_i$  – трансформирующие детали женского платья;  $K_i$  – коэффициент, определяющий наличие или отсутствие  $i$ -й детали в рассматриваемой модели, принимающий только два значения; 0 – элемент отсутствует, 1 – элемент присутствует;  $n$  – количество трансформирующих деталей в модели.

На втором этапе определяли показатель прочности ткани для трансформирующих деталей. Экспериментальная проверка показателя прочности ткани к действию разрывных нагрузок по основе и по утку образца осуществлялась с помощью критерия, который характеризует относительное

изменение длины ткани после действия нагрузки и рассчитывается по формуле:

$$\eta = \frac{h_{н}}{h_0},$$

где  $h_0$  – начальная длина образца ткани;  $h_{н}$  – длина образца ткани после разрывной нагрузки.

Растяжение образцов ткани комплектованных деталей осуществляли на разрывной машине. Результаты испытаний, представленные в табл. 1, соответствуют среднеарифметическому значению образца ткани. Определены показатели прочности комплектованных материалов трансформи-

рующих деталей к длительному статическому деформированию и многократному растяжению во время эксплуатации. Качественные характеристики прочности трансформирующих деталей с объемной отделкой показали, что изготовление отделки в соответствии с разработанным способом обеспечивает требуемые показатели качества и формоустойчивости без нарушения внешнего вида комплектующих ткани. С целью оценки изменения прочностных свойств отделочных материалов для трансформирующих деталей использованы показатели разрывной нагрузки и разрывного удлинения [4].

Т а б л и ц а 1

Образец, № состава	Разрывная нагрузка, сН	Показатель прочности	Разрывная нагрузка, сН	Показатель прочности	Несминаемость, С°		Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	
					по основе	по утку	вентель	Вп
Состав 1	4,32	1,33	4,92	1,22	160	145	2	46,6
Состав 2	7,22	1,31	18,9	1,34	136	114	2	26,5
Состав 3	5,82	1,26	6,8	1,35	138	120	2	45,2
Состав 4	1,92	1,28	0,94	1,58	140	152	3	169,3
Состав 5	4,1	1,33	1,3	1,44	165	168	3	168,1

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что трансформируемое женское платье с отделочным материалом имеет высокий показатель малоусадочности при незначительном изменении его прочностных свойств. В связи с этим были определены показатели несминаемости и воздухопроницаемости исследуемых образцов ткани. Исследования показали, что показатели соответствует требованиям. Также установлено, что образцы составов №1,2,3 соответствуют по основному материалу для трансформирующего женского платья, также они соответствуют физико-механическим показателям. Составы № 4,5 подходят для отделочного материала трансформирующегося женского платья.

С целью оценки комфортности трансформируемого женского платья с комплектованными материалами нами предложена методика, построенная по аналогии с изу-

чением самосознания и самооценки личности. Эта методика использована для сравнения идеального представления о трансформируемом женском платье комплектованными материалами с исследуемым образцом. Наиболее значимыми для изделий данного вида потребитель посчитал такие свойства, как малоусадочность трансформирующих деталей, удобство в носке и безопасность отделки. У потребителя не вызвало сомнений наличие хороших гигиенических свойств, мягкости комплектованных материалов и простоты ухода. Общее мнение потребителей заключается в том, что они хотели бы иметь в своем гардеробе трансформируемую одежду. При этом отмечены новизна изделий трансформирующих деталей и их высокие эксплуатационные свойства. Трансформируемое изделие экономично относительно материальных затрат и трудоемкости.

## ВЫВОДЫ

На основе анализа качественных показателей комплекующих материалов разработано трансформируемое женское платье, которое обеспечивает комфортные и улучшенные гигиенические условия в период носки, а также сокращает затраты времени изготовления швейных изделий и расширение функциональных возможностей предмета одежды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акилов З.Т., Петушкова Г.И. Моделирование одежды на основе принципа трансформации. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

2. Кучарбаева К.Ж., Абдиманпова П.Б. Проектирование трансформируемых деталей одежды в автоматизированной системе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С.190...193.

3. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. – В 2-х томах. Т.2. – М., 2001.

4. Крюкова Н.А., Конопольцева Н.М. Технологические процессы в сервисе. – М.: Форум-Инфра, 2007.

## REFERENCES

1. Akilov Z.T., Petushkova G.I. Modelirovanie odezhdy na osnove principa transformacii. – M.: Legprombytizdat, 1993.

2. Kucharbaeva K.Zh., Abdimanapova P.B. Proektirovanie transformiruemykh detalej odezhdy v avtomatizirovannoj sisteme // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S.190...193.

3. Krichevskij G.E. Himicheskaja tehnologija tekstil'nyh materialov. – V 2-h tomah. T.2. – M., 2001.

4. Krjukova N.A., Konopol'ceva N.M. Tehnologicheskie processy v servise. – M.: Forum-Infra, 2007.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

УДК 677.027

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕТРОЭТОКСИСИЛАНА И ТИОМОЧЕВИНЫ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

## APPLICATION TETROETOKSISILAN AND THIOUREA FOR FLAME-RETARDANT PROPERTIES OF CELLULOS TEXTILE MATERIALS

*E. TAKEY, B.P. TAUSSAROVA*  
*YE. TAKEY, B.R. TAUSSAROVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: ergengul@listl.ru

*В статье изложены исследования по применению тетроэтоксисилана и тиомочевины для придания огнезащитных свойств целлюлозным текстильным материалам. Исследовано влияние концентрации исходных компонентов, температуры и времени термообработки на огнезащитные свойства.*

*In the article expounded research on application of tetraethoxysilane and thiourea for flame-retardant properties cellulose textile materials. Influence of concentrations of initial components is investigational, temperature and time of heat treatment on flame-retardant properties.*

**Ключевые слова:** целлюлозные текстильные материалы, тетроэтоксисилан, золь-гель, огнестойкость.

**Keywords:** cellulose textile materials, tetraethoxysilane, sol-gel, flame-retardant.

В настоящее время в области текстильных материалов с огнезащитными свойствами достигнуты определенные успехи [1...5]. Такие материалы используются в качестве штор, драпировок, занавесей, при изготовлении мягкой мебели, спальных принадлежностей, специальной защитной одежды и изделий, декоративной отделки различных по функциональному назначению помещений.

Золь-гель технология является одним из наиболее перспективных методов получения материалов. Этот метод не требует больших затрат и позволяет получать продукты особой чистоты, к тому же, по сравнению с другими методами, его коммерческое применение представляется наиболее эффективным. Золь-гель технология позволяет гибко регулировать условия проведения процесса, а значит и размеры получаемых частиц. Преимуществами золь-гель технологии, как и многих других методов химической модификации или "мягкой химии", являются низкие температуры процессов и гомогенность на молекулярном уровне, поэтому использование этой технологии особенно эффективно для получения текстильных материалов с заданными свойствами. Золь-гель технология бурно развивается и внедряется в производство получения огнестойких покрытий, волокон и других неорганических материалов [6...10].

Целью настоящего исследования является получение целлюлозных материалов с огнезащитными свойствами с применением золь-гель технологии. В качестве основного компонента для приготовления золя используют тетроэтоксисилан, растворителя – воду и этиловый спирт, катализатора гидролиза – уксусную кислоту, в качестве материала – хлопчатобумажную ткань артикула 1030.

Обработку хлопчатобумажной ткани золь-гель композицией осуществляли двухстадийно: сначала образцы ткани пропитывали в ванне с тетроэтоксисиланом (в концентрации 1:1:8) в течение 1 мин, отжим составил 90%, далее – сушка при 75...85°C в течение 8...10 мин, затем обработанная ткань подвергалась термообработке при 110, 130 и 150°C в течение 2 мин с последующей промывкой дистиллированной водой, в большом количестве, затем – сушка [9]. На второй стадии после обработки тетроэтоксисиланом образцы пропитывали в растворе, способном снизить горючесть текстиля (антиперен), в течение 1 мин. После 90%-ного отжима, высушивания при 75°C в течение 3 мин в термошкафу и последующей промывкой в дистиллированной воде образец высушивался при комнатной температуре.

Испытания огнезащитной эффективности разработанных составов проводили в соответствии с ГОСТом Р 50810–95, который устанавливает метод определения способности текстильных материалов (тканей, нетканых полотен) сопротивляться воспламенению, устойчивому горению, а также оценка их огнезащитности. Стандарт применяется для всех горючих декоративных текстильных материалов, поставляемых потребителю. Также образцы подвергались испытанию на разрывную нагрузку, на стойкость к истиранию (табл.1), проверялся их элементный состав и изучалась микроструктура поверхности образцов (рис. 4).

Результаты исследований огнезащитной отделки с применением предлагаемых композиций показали, что с повышением концентрации составов длина обугленного участка уменьшается. При повышении температуры термообработки до 150°C степень закрепления композиции с волокном увеличивается.

№ образцов	Концентрация веществ, г/л			Длина обугленного участка, мм			Разрывная нагрузка, Н			Длина обугленного участка (после пяти стирок), мм		
	$(C_2H_5O)_4Si$	CS $(NH_2)_2$	антипирен	Температура термообработки, °С								
				110	130	150	110	130	150	110	130	150
1	Исходный образец			220	220	220	202	202	202	220	220	220
2	100	60	200	110	123	124	203	199	198	135	182	166
3	100	60	300	102	109	113	201	202	199	121	139	165
4	100	60	400	95	105	112	205	200	196	112	139	124

Необработанная хлопчатобумажная ткань при испытании на воспламеняемость при времени зажигания 15 с полностью сгорала за 60 секунд. У образцов, обработанных огнезащитным составом, при вре-

мени зажигания 15 с время тления практически сводилось к нулю. С повышением концентрации антипирена в составе длина обугленного участка уменьшалась от 220 до 95 мм (рис. 1).

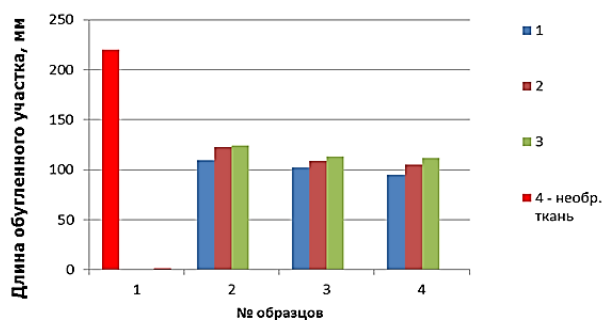


Рис. 1

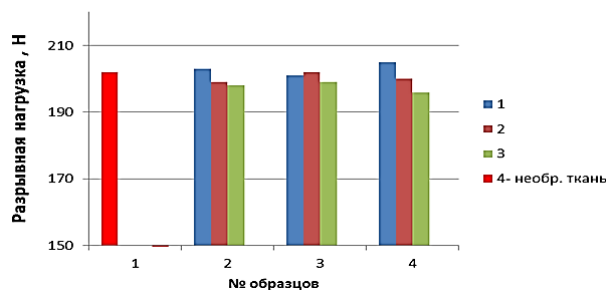


Рис. 2

При растяжении материала до разрыва определяли характеристики прочности и деформации материала. Установлено, что предлагаемый огнезащитный состав

незначительно влияет на показатели прочности обработанных этим составом текстильных материалов (рис. 2). Внешний вид ткани практически не изменяется.

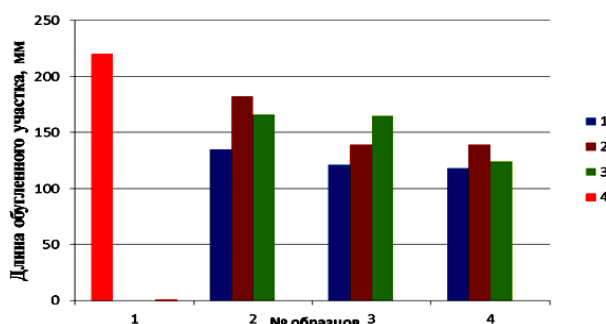


Рис. 3

Кроме этого исследовали огнезащитный эффект обработанных целлюлозных текстильных материалов на устойчивость к стиркам (рис. 3). Длина обугленного участка у необработанного

образца составляла 220 мм, у обработанного образца после одной стирки 95 мм, а после пяти стирок 118 мм. Это говорит о высокой степени фиксации фосфорсодержащих соединений.

Электронно-микроскопические снимки подтверждают образование тонкой полимерной пленки на поверхности волокна. Результаты электронно-сканирующей микроскопии показывают (рис. 4) изменение морфологической поверхности обработанных образцов по сравнению с необработанными образцами.

Согласно электронно-сканирующей микроскопии и проведенному энергодисперсионному микроанализу (табл. 2) чистая хлопковая ткань содержит С – 69,95%, О – 30,05%. После модификации на поверхности обработанной ткани образуются частицы: Si – 6,82%, Р – 2,18%, S – 2,03%, которые распределены достаточно неравномерно.

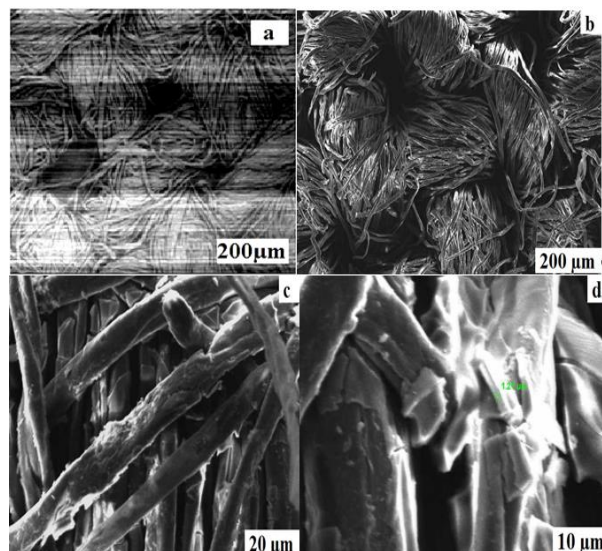


Рис. 4

Таблица 2

№	Антипирен	Массовая доля, %				
		С	О	Si	Р	S
Контроль		69,95	30,05	-	-	-
1	20	48,15	40,83	6,82	2,18	2,03
2	30	45,75	40,20	8,92	2,1	3,04
3	40	42,52	41,37	6,92	6,88	2,31

Показано, что с повышением концентрации антипирена в модифицирующем составе в обработанных образцах содержание фосфора и серы возрастает до 6,88% и 3,04% соответственно. Результаты энергодисперсионного микроанализа (табл. 2) дают количественное представление о содержании элементов в обработанных и необработанных образцах.

## ВЫВОДЫ

1. Разработан состав на основе тетроксисилана и антипирена для придания целлюлозным материалам огнезащитных свойств. Определены оптимальные условия обработки тканей, исследовано влияние концентрации рабочего раствора, температуры пропитки и термофиксации на огнезащитные свойства ткани. Показано, что у целлюлозных материалов, модифицированных полимерными композициями, улучшаются огнезащитные свойства.

2. Методом электронно-сканирующей микроскопии установлено, что обработка тканей с разработанными композициями

приводит к изменению морфологии поверхности волокон.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Абдрахманова Г.С. Снижение горючести текстильных материалов: достижения и перспективы // Химический журнал Казахстана. – 2015, №1 (49). С. 287...303.
2. Visakh, P.M. Arao Yoshihiko. Flame Retardants // Polymer Blends, Composites and Nanocomposites. – 2015. P.247.
3. Khalifah A. Salmeia, Gaan S., Malucelli G. Recent Advances for Flame Retardancy of Textiles Based on Phosphorus // Polymers. – V. 8, 2016. P.319.
4. Malucelli G., Carosio F., Alongi J., Fina A., Frache A., Camino G. Materials engineering for surface-confined flame retardancy // Materials Science and Engineering R. – 84, 2014. P.1...20.
5. Alongi J., Ciobanu M., Malucelli G. Novel flame retardant finishing systems for cotton fabrics based on phosphorus-containing compounds and silica derived from sol-gel processes // Carbohydrate Polymers. – 85, 2011. P. 599...608.
6. Lucie Costes, Fouad Laoutid, Sylvain Brohez, Philippe Dubois. Bio-based flame retardants: When nature meets fire protection // Materials Science and Engineering R. – V.117, 2017. P. 1...25.
7. Ziyi Liu, Miaojun Xu. Цу Ванг, Bin Li. A novel durable flame retardant cotton fabric produced by surface chemical grafting of phosphorus- and nitro-

gen-containing compounds // Cellulose. – V. 24, 2017. P. 4069...4081.

8. Ralf S. Kappes, Tobias Urbainczyk, Ulrike Artz, Torsten Textor, Jochen S. Gutmann. Flame retardants based on amino silanes and phenylphosphonic acid // Polymer Degradation and Stability. – V. 129, 2016. P.168...179.

9. Yuanlin Ren, Yue Zhang, Jieyun Zhao, Xiuli Wang, Qian Zeng, Yetong Gu . Phosphorus-doped organic–inorganic hybrid silicon coating for improving fire retardancy of polyacrylonitrile fabric // J Sol-Gel Sci. Technol. – V. 82, 2017. P. 280...288.

10. Qiang-hua Zhang, Guo-qiang Chen, Tie-ling Xing. Silk flame retardant finish by ternary silica sol containing boron and nitrogen // Applied Surface Science. – V. 421, 2017. P. 52...60.

#### REFERENCES

1. Tausarova B.R., Kutzhanova A.Zh., Abdrahmanova G.S. Snizhenie gorjuchesti tekstil'nyh materialov: dostizheniya i perspektivy // Himicheskij zhurnal Kazahstana. – 2015, №1 (49). S. 287...303.

2. Visakh, P.M. Arao Yoshihiko. Flame Retardants // Polymer Blends, Composites and Nanocomposites. – 2015. P.247.

3. Khalifah A. Salmeia, Gaan S., Malucelli G . Recent Advances for Flame Retardancy of Textiles Based on Phosphorus // Polymers. –V. 8, 2016. P.319.

4. Malucelli G., Carosio F., Alongi J., Fina A., Frache A., Camino G. Materials engineering for surface-confined flame retardancy // Materials Science and Engineering R. – 84, 2014. P.1...20.

5. Alongi J., Ciobanu M., Malucelli G. Novel flame retardant finishing systems for cotton fabrics based on phosphorus-containing compounds and silica derived from sol-gel processes // Carbohydrate Polymers. – 85, 2011. P. 599...608.

6. Lucie Costes, Fouad Laoutid, Sylvain Brohez, Philippe Dubois. Biobased flame retardants: When nature meets fire protection // Materials Science and Engineering R. – V.117, 2017. P. 1...25.

7. Ziyi Liu, Miaojun Xu. Ci Vang, Bin Li. A novel durable flame retardant cotton fabric produced by surface chemical grafting of phosphorus- and nitrogencontaining compounds // Cellulose. – V. 24, 2017. P. 4069...4081.

8. Ralf S. Kappes, Tobias Urbainczyk, Ulrike Artz, Torsten Textor, Jochen S. Gutmann. Flame retardants based on amino silanes and phenylphosphonic acid // Polymer Degradation and Stability. – V. 129, 2016. P.168...179.

9. Yuanlin Ren, Yue Zhang, Jieyun Zhao, Xiuli Wang, Qian Zeng, Yetong Gu . Phosphorus-doped organic–inorganic hybrid silicon coating for improving fire retardancy of polyacrylonitrile fabric // J Sol-Gel Sci. Technol. – V. 82, 2017. P. 280...288.

10. Qiang-hua Zhang, Guo-qiang Chen, Tieling Xing. Silk flame retardant finish by ternary silica sol containing boron and nitrogen // Applied Surface Science. – V. 421, 2017. P. 52...60.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 21.09.17.

УДК 677.371.021.001.76

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ КОКОНОВ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА**

**RESEARCH OF ADVANCED TECHNOLOGY  
OF THE PREPROCESSING OF  
COCOONS OF THE SILKWORM**

*K.P. AVAZOV*  
*K.R. AVAZOV*

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)  
(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republik of Uzbekistan)  
E-mail: komil.avazov@mail.ru; avazov-komil@umail.uz

*В этой статье предложено усовершенствование имеющегося агрегата СК-150К новым устройством с применением инфракрасных лучей. В результате исследования приводится сравнение анализов технологических показателей имеющейся и усовершенствованной технологий.*

*In this article improvement of having unit SK-150K by the new device with application of infra-red rays is offered. As a result of research comparison of analyses of technological indicators of available and advanced technology is resulted.*

**Ключевые слова:** СК-150К, инфракрасный луч, замаривание, сухие коконы, сортовые и несортовые коконы, сортировка, одиночная размотка, шелковая нить, коконный сдир, пленка, разматываемость, удельный расход коконов.

**Keywords:** СК-150К, an infra-red rays, killing, dry cocoons, high-quality and low-grade cocoons, sorting, single unwinding, a silk thread, shell of cocoons, a film, reeling cocoons, the specific expense of cocoons.

Известно, что основной задачей баз первичной обработки коконов тутового шелкопряда является морка и сушка живых куколок коконов тутового шелкопряда. Только в таком случае можно сохранить коконы для бесперебойной работы предприятий по размотке коконов в течении всего года. В противном случае, живые коконы превра-

щаются в бабочку и повредив оболочку кокона, приводят ее в негодную для размотки, или если произвести морку, но не высушить, то влажный кокон может быстро заплесневеть и потерять качество [1].

В настоящее время на базах по первичной обработке живые коконы предварительно обрабатывают горячим воздухом.



Основной действующей частью коконосушилок является агрегат СК-150К, который используется в режиме замаривания (с подсушкой) при температуре 110...120°C в течение 1,5...2,0 часов.

В виду того, что по своему строению кокон состоит из оболочки, внутреннего воздушного пространства и куколки, подаваемый высокотемпературный воздух встречает несколько препятствий. Все это ведет к изменению природных свойств оболочки и куколки кокона [2].

В результате предварительных научных исследований было установлено, что подходящим вариантом для морки коконов является воздействие инфракрасных лучей. По результатам анализа литературных данных и проведенных научных исследований был предложен способ (комбинационный) морки коконов с помощью воздействия инфракрасных лучей и последовательной сушки горячим воздухом [3], [4].

Для испытания данного способа на практике и определения технологического режима, научные изыскания проводились в сезон заготовки коконов на главном Янгиюльском пункте заготовки коконов и кафедре технологии шелка и прядения ТИТЛП. Исследования внедрялись на практике путем дополнительного сравнения морки живых куколок коконов тутового шелкопряда на существующем агрегате СК-150К и на созданном новом устройстве для морки коконов воздействием инфракрасных лучей. С целью проведения эксперимента в одном хозяйстве было отобрано 100 кг образцов коконов, выкормленных в одних и тех же условиях, которые были в равных количествах разделены на контрольные и опытные образцы. Для морки куколок коконов контрольных образцов использовали имеющийся агрегат СК-150К при температуре горячего воздуха 120°C, а для морки куколок контрольных образцов использовали усовершенствованный агрегат и произвели режим замаривания (с подсушкой) при температуре 80°C. В процессе сушки у каждого из двоих вариантов образцов коконов определяли изменение влажности в течении времени (рис. 1 – зависимость изменения влажности  $W$  коконов в

процессе сушки от продолжительности  $t$ ).

Из графиков на рис. 1 видно, что и на контрольные и на опытные образцы коконов воздействовали в течении одного и того же времени. Однако, после окончания воздействия остаточная влажность коконов в контрольном варианте составляет 108%, а у опытного варианта этот показатель равен 76%. Это состояние указывает на то, что при воздействии инфракрасных лучей на живые коконы процесс сушки ускоряется.

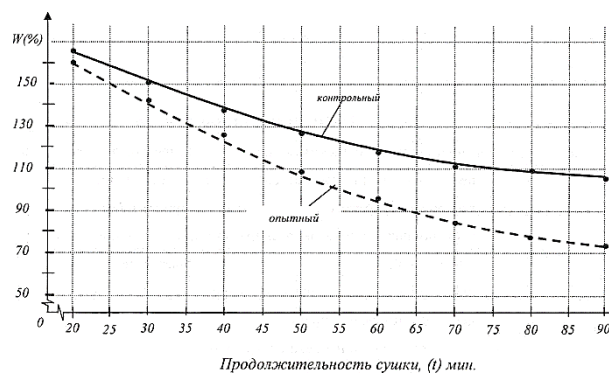


Рис. 1

Для того чтобы у обработанных коконов кондиционная влажность достигла 10%, в тeneвых сушилках необходимо сушить их, переворачивая 3-4 раза в день. У каждого из двух вариантов образцов коконов определяли изменение содержания влаги по дням и их сравнивали между собой (рис. 2 – зависимость изменения содержания влаги  $W$  в процессе сушки коконов до достижения кондиционной влажности (дни)).

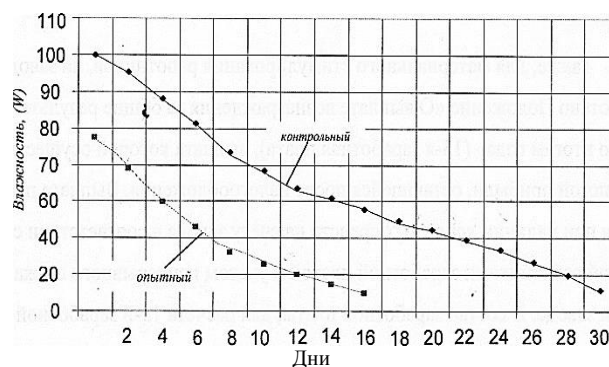


Рис. 2

Из полученных результатов видно, что при хранении в одинаковых условиях в тeneвых сушилках изменение содержания

влаги контрольных и опытных образцов различно.

У контрольных образцов время воздействия составляет 30 дней, а у опытных образцов этот показатель равен 16 дней. Этот результат указывает, на то, что при воздействии на живые коконы инфракрасных лучей процесс сушки в тени сокращается на 14 дней.

Воздействие на коконы высокотемпературного горячего воздуха отчасти отрицательно влияет на технологические свойства оболочки, поскольку ведет к изменению структуры содержащегося в нем серицина. Однако, на сколько является низкой температура действующего теплового агента, на

столько же в высокой степени сохраняются и технологические свойства оболочки.

В течение проводимого испытания определяли технологические показатели обработанных образцов. Для этого из опытных и контрольных вариантов было отобрано по 100 образцов, которые были размотаны в 3-кратной повторности на имеющемся на кафедре технологии шелка и прядения станке одиночной размотки УзНИИШП [5], а у отобранных образцов шелковой нити проверяли технологические показатели. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Способ обработки	Линейная плотность коконной нити, текс	Общая длина коконной нити, м	Непрерывная длина коконной нити, м	Выход продукции, %				Удельный расход кокона, кг	Разматываемость коконной оболочки, %
				шелковая нить	коконный сдир	пленка	куколка		
Усовершенствованный СК-150К (опытный)	0,316	1020	605	35,6	6,8	5Д	28,5	2,8	75,0
Имеющийся СК-150К (контрольный)	0,297	960	480	33,0	7,3	6,7	28,0	3,0	70,0

По результатам одиночной размотки видно, что у обработанного инфракрасными лучами опытного варианта коконов выход шелка-сырца по сравнению с контрольным выше на 2,6%. Вместе с этим мы видим, что общая и непрерывная длины коконной нити в значительной степени выше у опытного образца, чем у контрольного. Анализ этого состояния подтверждает, что морка куколки коконов тутового шелкопряда воздействием инфракрасных лучей и сушка их горячим воздухом при сравнительно низкой температуре 80°C создает возможности для сохранения естественных технологических показателей оболочки.

## ВЫВОДЫ

1. Показано, что при морке куколок коконов тутового шелкопряда на имеющемся и усовершенствованном агрегате СК-150К

в течении одинакового времени и режиме замаривания (с подсушкой), остаточная влажность, имеющаяся в составе кокона у контрольного варианта составляет 108%, а у опытного 76%, теневая сушка до кондиционной влажности у опытного варианта сокращается на 14 дней по сравнению с контрольным.

2. В ходе одиночной размотки каждого из двух вариантов обработанных коконов установлено, что их технологические показатели значительно различаются. Например, если выход шелка-сырца из кокона в опытном варианте – 35,6%, то у контрольного этот показатель – 33,0%.

3. На основе полученных результатов можно констатировать, что дальнейшее совершенствование имеющегося агрегата СК-150К и ускорение процесса сушки при использовании для этого горячий воздух

температурой 80°C (комбинационный режим) создает возможность для хорошего сохранения естественных физико-механических и технологических показателей коконной оболочки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Авазов К.Р.* Усовершенствование морки куколки коконов тутового шелкопряда: Дис...канд. техн. наук. – Т.: ТИТЛП, 2011.
2. *Авазов К.Р.* Расчет температурного режима оболочки шелковичных коконов при их терморadiационной сушке // Гелиотехника. – 2009, №2.
3. *Алимова Х.А., Авазов К.Р., Гуламов А.Э., Азаматов У.Н., Бастамкулова Х.Д.* Устройство морки куколки живых коконов тутового шелкопряда. – № FAP 20150008.
4. *Алимова Х.А., Авазов К.Р., Гуламов А.Э., Юсупходжаева Г.А., Рахимбердиев М.Р.* Способ морки и сушки куколки живых коконов тутового шелкопряда. – № IAP 20150054.
5. *Рубинов Э.Б.* Технология шелка (кокономотание). – М: Легкая и пищевая промышленность, 1981. С.65...68.

#### REFERENCES

1. Avazov K.R. Usovershenstvovanie morki kukolki kokonov tutovogo shelkopryada: Diss...kand. tehn. nauk. – T.: TITLP, 2011.
2. Avazov K.R. Raschet temperaturnogo rezhima obolochki shelkovichnyh kokonov pri ih termoradiacionnoj sushke // Geliotekhnika. – 2009, №2.
3. Alimova H.A., Avazov K.R., Gulamov A.Je., Azamatov U.N., Bastamkulova H.D. Ustrojstvo morki kukolki zhivyh kokonov tutovogo shelkopryada. – № FAP 20150008.
4. Alimova H.A., Avazov K.R., Gulamov A.Je., Jusuphodzhaeva G.A., Rahimberdiev M.R. Spособ morki i sushki kukolki zhivyh kokonov tutovogo shelkopryada. – № IAP 20150054.
5. Rubinov Je.B. Tehnologija shelka (kokonomotanie). – M: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1981. S.65...68.

Рекомендована кафедрой технологии шелка и прядения. Поступила 08.04.16.

УДК 539.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО  
СОСТОЯНИЯ ЛЕНТЫ,  
НАМОТАННОЙ НА ПРЯМОЙ КРУГОВОЙ ЦИЛИНДР  
С СОБЛЮДЕНИЕМ ВИНТОВОЙ СИММЕТРИИ**

**ANALYSIS OF THE STRAIN-STRESS STATE  
OF THE SCREW-SYMMETRIC TAPE  
WOUND ON A CIRCULAR CYLINDER**

*Е.В. ПОЛЯКОВА, В.А. ЛУТОВ, В.Е. РОМАНОВ, А.М. ЧЕЛЫШЕВ, Е.М. КРАЙНОВ*  
*E.V. POLYAKOVA, V.A. LUTOV, V.E. ROMANOV, A.M. CHELYSHEV, E.M. KRAINOV*

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,  
Ивановский государственный политехнический университет)  
(St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,  
Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: ekpol@mail.ru; romanov@stud.ru

*Предлагаемая работа является заключительной в серии исследований группы авторов, посвященных определению напряженно-деформированного состояния ленты, намотанной на гладкую цилиндрическую поверхность, а также давления ленты на армируемую поверхность. Рассмотрен частный случай наличия винтовой симметрии ленты, охватывающей прямой круговой цилиндр, при произвольном значении угла между нитями основы и утка. Приведены результаты численного анализа.*

*This paper is final in the series of studies performed by the group of authors concerning the strain-stress state of the tape wound on the smooth cylindric surface, as well as the tape pressure on the reinforced surface. The special case of the screw-symmetric tape wound on the circular cylinder subject to an arbitrary angle between weft and warp threads is considered. The numerical analysis is performed.*

**Ключевые слова:** мягкие оболочки, уравнения равновесия, напряжение, деформация, дифференциальные уравнения в частных производных.

**Keywords:** soft shells, equilibrium equations, stress, deformation, partial differential equations.

Предлагаемая работа является заключительной в серии исследований напряженно-деформированного состояния ленты, намотанной на гладкую цилиндрическую поверхность, и ее давления на армируемую поверхность, теоретические основы которого были заложены членами авторского коллектива в [1...5].

Полученные в [4] результаты позволяют проводить анализ напряженно-деформированного состояния лент сетчатых структур с достаточно высокой частотой переплетения и характера их взаимодействия с охватываемыми твердыми телами, ограниченными цилиндрическими поверхностями, на основе соответствующих систем дифференциальных уравнений в частных производных. Поскольку реализуемые в различных отраслях промышленности технологические процессы прерывного и непрерывного наматывания лент обычно предполагают наличие винтовой симметрии лент, армирующих прямые круговые цилиндры, представляется целесообразным провести детальное исследование данного частного случая, что было реализовано в [5] при условии сохранения ортогональности нитей основы и утка. В настоящем исследовании угол между образующими ленту нитями считается произвольным.

С теоретической точки зрения рассмотрение частного случая наличия винтовой симметрии ленты, охватывающей прямой круговой цилиндр, означает введение упрощающих допущений, позволяющих свести задачу к интегрированию обыкновенных дифференциальных уравнений и получить их точные решения. С точки зрения практического применения полученных результатов исследования возможность получения точных решений систем дифференциальных уравнений означает возможность использования точных (в рамках допущений принятых моделей) расчетных формул для определения давлений лент на поверхности армируемых прямых круговых цилиндров в зависимости от радиуса цилиндра, взаимного расположения и упругих свойств нитей основы и утка, кратностей их предварительных удлинений, а также угла намотки

(подъема) ленты. Наличие расчетных зависимостей давления лент на поверхности от параметров технологических процессов намотки позволяет решить вопрос об оптимальном подборе этих параметров при создании изделий, эксплуатируемых в условиях различных по величине силовых воздействий.

*Наличие винтовой симметрии ленты, намотанной на прямой круговой цилиндр, при произвольном угле между нитями основы и утка.*

Предлагаемый в данном разделе теоретический анализ базируется на результатах, полученных авторами в первой части работы при соответствующих допущениях, принятых при построении математической модели [4].

Как и в [5], ограничимся далее рассмотрением наиболее типичного случая, когда труба является круговым цилиндром радиусом  $R$  и напряженно-деформированное состояние ленты обладает винтовой симметрией, что математически выражается в том, что производные по координате  $s$  от характеристик ее состояния  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\sigma_{11}$  и  $\sigma_{22}$  равны нулю. Нити основы и утка располагаются вдоль геодезических линий и равномерно растянуты, имея постоянные кратности удлинений  $\hat{\lambda}_1$  и  $\hat{\lambda}_2$  соответственно.

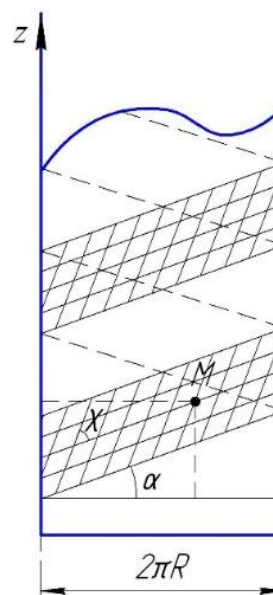


Рис. 1

Очевидно, что развертка ленты на плоскость представляет собой полосу, составляющую с направляющими трубы угол, равный углу подъема ленты  $\alpha$  (рис. 1). Рассмотрим случай, когда при принятых допущениях происходит скашивание ячеек, образуемых нитями основы и утка, так что

угол между указанными нитями равен  $\chi$  (рис. 1), где  $0 < \chi < \pi$ .

Легко видеть, что с точностью до поворота вокруг оси симметрии трубы и сдвига вдоль нее функции  $\varphi(s, h)$  и  $z(s, h)$  могут быть записаны в виде:

$$\varphi(s, h) = \hat{\lambda}_1 \frac{s}{R} \cos \alpha + \hat{\lambda}_2 \frac{h}{R} \cos(\alpha + \chi) + \text{const}, \quad (1)$$

$$z(s, h) = \hat{\lambda}_1 s \sin \alpha + \hat{\lambda}_2 h \sin(\alpha + \chi) + \text{const}.$$

С учетом равенств (1) уравнения (30)...(32) из работы [4] можно переписать в виде:

$$(q_1 + q_2 \cos \chi) \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2 \sin \chi = 0, \quad (2)$$

$$(q_1 \cos \chi + q_2) \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2 \sin \chi = 0, \quad (3)$$

$$\frac{1}{R} \left( k_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \hat{\lambda}_1 \cos^2 \alpha + k_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \hat{\lambda}_2 \cos^2 (\alpha + \chi) \right) - q_n \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2 \sin \chi = 0. \quad (4)$$

При условии  $0 < \chi < \pi$  система уравнений (2)...(3) имеет единственное решение:

$$q_1 = 0, \quad q_2 = 0, \quad (5)$$

а уравнение (4) дает:

$$q_n = \frac{1}{R \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2 \sin \chi} \left( k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha + k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \cos^2 (\alpha + \chi) \right). \quad (6)$$

Для анализа выражения нормального давления (6) найдем частные производные

$q_n$  по параметрам  $k_1, k_2, \hat{\lambda}_1, \hat{\lambda}_2, \alpha$  и  $\chi$ :

$$\frac{\partial q_n}{\partial k_1} = \frac{(\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha}{R \hat{\lambda}_2 \sin \chi}, \quad \frac{\partial q_n}{\partial k_2} = \frac{(\hat{\lambda}_2 - 1) \cos^2 (\alpha + \chi)}{R \hat{\lambda}_1 \sin \chi}, \quad (7)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \hat{\lambda}_1} = \frac{1}{R \hat{\lambda}_2 \hat{\lambda}_1^2 \sin \chi} \left( k_1 \hat{\lambda}_1^2 \cos^2 \alpha - k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \cos^2 (\alpha + \chi) \right), \quad (8)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \hat{\lambda}_2} = \frac{1}{R \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2^2 \sin \chi} \left( -k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha + k_2 \hat{\lambda}_2^2 \cos^2 (\alpha + \chi) \right), \quad (9)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \alpha} = -\frac{1}{R \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2 \sin \chi} \left( k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \sin 2\alpha + k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin 2(\alpha + \chi) \right), \quad (10)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \chi} = -\frac{1}{R\hat{\lambda}_1\hat{\lambda}_2 \sin \chi} \left( \operatorname{ctg} \chi \left( k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha + k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \cos^2 (\alpha + \chi) \right) + k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin 2(\alpha + \chi) \right). \quad (11)$$

Поскольку кратности удлинений нитей основы и утка удовлетворяют условиям  $\hat{\lambda}_1 \geq 1$  и  $\hat{\lambda}_2 \geq 1$ , а угол между координатными линиями  $0 < \chi < \pi$ , то на основании равенств (7), очевидно, будем иметь:

$$\frac{\partial q_n}{\partial k_1} \geq 0, \quad \frac{\partial q_n}{\partial k_2} \geq 0. \quad (12)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial k_1} > 0, \quad \frac{\partial q_n}{\partial k_2} = 0, \quad \frac{\partial q_n}{\partial \hat{\lambda}_1} = \frac{k_1 \cos^2 \alpha}{R \sin \chi} > 0, \quad \frac{\partial q_n}{\partial \alpha} = -\frac{k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \sin 2\alpha}{R \hat{\lambda}_1 \sin \chi} < 0, \quad (13)$$

откуда, как и ранее, получим, что давление ленты на трубу является возрастающей функцией параметра  $k_1$ , характеризующего упругие свойства нитей основы, кратности удлинения  $\hat{\lambda}_1$  этих нитей и убывающей функцией угла подъема  $\alpha$ .

Особый интерес представляет исследование характера зависимости нормального

$$q_n = \frac{k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha}{R \hat{\lambda}_1 \sin \chi}, \quad \frac{\partial q_n}{\partial \chi} = -\frac{k_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha \cos \chi}{R \hat{\lambda}_1 \sin^2 \chi}. \quad (14)$$

Очевидно, что  $q_n(\pi - \chi) = q_n(\chi)$ , а знак

Как и при исследовании случая сохранения ортогональности нитей основы и утка [5], начнем с рассмотрения простейшей ситуации, когда при намотке ленты на круговой цилиндр с углом подъема  $\alpha$ ,  $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ , растяжению подвергаются только нити основы, то есть  $\hat{\lambda}_1 > 1$ ,  $\hat{\lambda}_2 = 1$ . При сделанных предположениях равенства (7), (8) и (10) дают:

давления ленты на трубу от угла  $\chi$  между нитями основы и утка,  $0 < \chi < \pi$ .

В случае  $\hat{\lambda}_1 > 1$ ,  $\hat{\lambda}_2 = 1$  выражения (6) и (11) нормального давления и его частной производной  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi}$  упрощаются и принимают вид:

производной в (14) определяется знаком  $\cos \chi$ :

$$\frac{\partial q_n}{\partial \chi} < 0 \text{ при } 0 < \chi < \frac{\pi}{2}, \quad \frac{\partial q_n}{\partial \chi} = 0 \text{ при } \chi = \frac{\pi}{2}, \quad \frac{\partial q_n}{\partial \chi} > 0 \text{ при } \frac{\pi}{2} < \chi < \pi. \quad (15)$$

Таким образом, нормальное давление ленты на трубу имеет минимум при  $\chi = \frac{\pi}{2}$ .

На рис. 2 приведены графики типичных зависимостей  $q_n R / k_1$  от угла  $\chi$  между нитями основы и утка при трех различных значениях угла подъема  $\alpha$  в случае  $\hat{\lambda}_2 = 1$ .

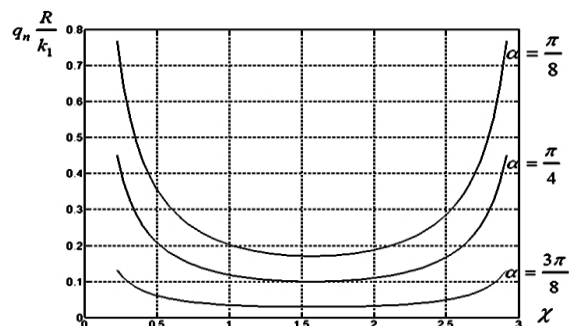


Рис. 2

Перейдем далее к рассмотрению случая  $\hat{\lambda}_1 > 1$ ,  $\hat{\lambda}_2 > 1$ , когда растяжению подвергаются как нити основы, так и уточные нити, и проанализируем характер зависимости нормального давления ленты на трубу от угла  $\chi$ .

Введем следующие обозначения:

$$a = k_1 \frac{\hat{\lambda}_1 - 1}{\hat{\lambda}_2}, \quad b = k_2 \frac{\hat{\lambda}_2 - 1}{\hat{\lambda}_1}, \quad (16)$$

использование которых позволяет переписать выражения (6) и (11) нормального давления и его производной по углу  $\chi$  в более компактных формах

$$q_n(\alpha, \chi, a, b, R) = \frac{1}{R \sin \chi} (a \cos^2 \alpha + b \cos^2(\alpha + \chi)), \quad (17)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \chi} = -\frac{1}{R \sin \chi} (\operatorname{ctg} \chi (a \cos^2 \alpha + b \cos^2(\alpha + \chi)) + b \sin 2(\alpha + \chi)). \quad (18)$$

Для определения знаков частной производной (18) при различных значениях параметров задачи и принятых выше условиях  $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ ,  $0 < \chi < \pi$  рассмотрим последовательно следующие случаи:

$$1) 0 < \chi \leq \frac{\pi}{2} - \alpha; \quad 2) \frac{\pi}{2} - \alpha < \chi \leq \frac{\pi}{2};$$

$$3) \frac{\pi}{2} < \chi \leq \pi - \alpha; \quad 4) \pi - \alpha < \chi < \pi.$$

Очевидно, что в первом случае  $\operatorname{ctg} \chi > 0$ ,  $\sin 2(\alpha + \chi) \geq 0$  и  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi} < 0$ , в третьем  $\operatorname{ctg} \chi < 0$ ,  $\sin 2(\alpha + \chi) \leq 0$  и  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi} > 0$ . Во втором случае  $\operatorname{ctg} \chi > 0$ ,  $\sin 2(\alpha + \chi) < 0$ , в четвертом  $\operatorname{ctg} \chi < 0$ ,  $\sin 2(\alpha + \chi) > 0$ , и, следовательно, определение знаков частной производной  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi}$  в этих случаях требует дополнительного исследования.

Заметим, что в условиях последнего, четвертого, случая:

$$q_n(\alpha, \chi, a, b, R) = q_n(\alpha_1, \chi_1, b, a, R), \quad (19)$$

где  $\alpha_1 = \alpha + \chi - \pi$ ,  $\chi_1 = \pi - \chi$ , причем  $0 < \alpha_1 < \frac{\pi}{2}$ ,  $0 < \alpha_1 + \chi_1 < \frac{\pi}{2}$ . Таким образом, четвертый случай намотки ленты в соответствии с равенством (19) может рассматри-

ваться как первый случай намотки ленты, полученной из первоначальной замены нитей утка на нити основы и наоборот.

На основании анализа выражения (18) заключаем, что на промежутке  $\frac{\pi}{2} - \alpha < \chi \leq \frac{\pi}{2}$  частная производная  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi}$  по крайней мере один раз меняет знак с минуса на плюс, и, следовательно, на этом промежутке нормальное давление имеет по крайней мере один локальный минимум. Графики частной производной  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi}$  при некоторых значениях угла подъема  $\alpha$  приведены на рис. 3 (зависимости частной производной  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi}$  от угла  $\chi$  между нитями основы и утка при различных значениях угла подъема  $\alpha$  в случае  $\hat{\lambda}_2 > 1$ ).

Как следует из анализа смен знака производных  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi}$  при выбранных значениях угла подъема  $\alpha$  (рис. 3), нормальное давление ленты на трубу в этих частных случаях имеет только один локальный минимум на промежутке  $\frac{\pi}{2} - \alpha < \chi \leq \frac{\pi}{2}$  (рис. 4 – зависимости нормального давления ленты на трубу от угла  $\chi$  между нитями основы и утка при различных значениях угла подъема  $\alpha$  в случае  $\hat{\lambda}_2 > 1$ ).



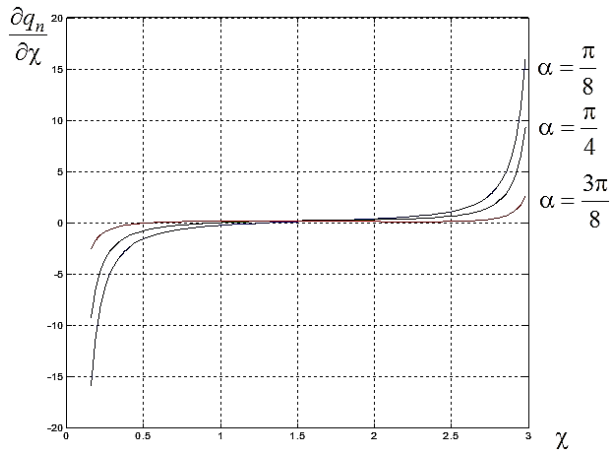


Рис. 3

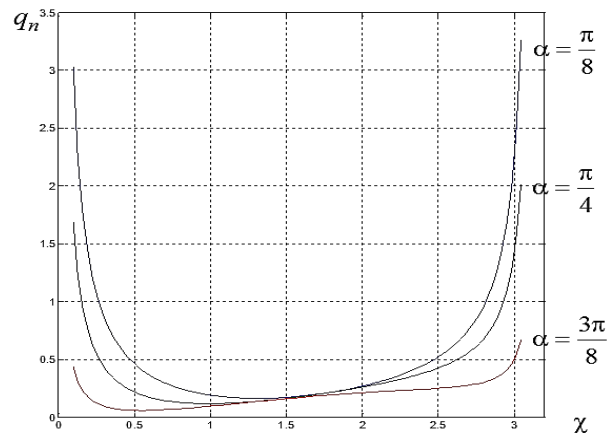


Рис. 4

Анализ рис. 4 позволяет сделать предположение о том, что при увеличении угла  $\alpha$  подъема ленты уменьшается значение  $\chi_{\min}$ , в котором нормальное давление достигает минимального значения на промежутке  $\frac{\pi}{2} - \alpha < \chi \leq \frac{\pi}{2}$ . Для проверки достоверности этого предположения и степени его общности воспользуемся теоремой о неявной

функции, предварительно заметив, что экстремумы  $\chi_{\text{extr}}(\alpha)$  функции  $q_n(\chi)$  определяются неявно из уравнения:

$$\text{ctg}\chi(a \cos^2 \alpha + b \cos^2(\alpha + \chi)) + b \sin 2(\alpha + \chi) = 0. \quad (20)$$

Теорема о неявной функции позволяет вычислить производную:

$$\frac{d\chi_{\text{extr}}(\alpha)}{d\alpha} = -1 + \frac{a \cos^2 \chi_{\text{extr}} \sin 2\alpha + b \sin 2(\alpha + \chi_{\text{extr}})}{b(\sin^2 \chi_{\text{extr}} \sin 2(\alpha + \chi_{\text{extr}}) + \cos 2(\alpha + \chi_{\text{extr}}) \sin 2\chi_{\text{extr}})}. \quad (21)$$

Результаты численного анализа знака производной  $\frac{d\chi_{\text{extr}}(\alpha)}{d\alpha}$ , определяемой выражением (21), подтверждают справедливость сформулированного выше предположения об уменьшении значения  $\chi_{\min}$ , в котором нормальное давление достигает минимального значения на промежутке  $\frac{\pi}{2} - \alpha < \chi \leq \frac{\pi}{2}$ , при увеличении угла  $\alpha$  подъема ленты. Численное исследование поведения производной  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi}$  показывает, что при достаточно больших значениях угла  $\alpha$  подъема ленты, близких к  $\pi/2$ , нормальное давление имеет на промежутке  $0 < \chi < \pi$  два локальных минимума.

На рис. 5 показан график зависимости нормального давления ленты на трубу от угла  $\alpha$  подъема ленты и угла  $\chi$  между нитями основы и утка в случае  $\hat{\lambda} > 1$ . Для бо-

лее наглядной иллюстрации неоднозначного характера этой зависимости приведем отдельно график части поверхности, соответствующий значениям угла подъема ленты, близких к  $\pi/2$  (рис. 6 – зависимость нормального давления ленты на трубу от угла  $\alpha$  подъема ленты и угла  $\chi$  между нитями основы и утка в случае  $\hat{\lambda}_2 > 1$  при значениях  $\alpha$ , близких к  $\pi/2$ ).

Визуальный анализ поверхностей, представленных на рис. 5 и 6, подтверждает возможность наличия либо одного, либо двух локальных минимумов нормального давления на промежутке  $0 < \chi < \pi$  в зависимости от значения угла  $\alpha$  подъема ленты, о чем уже говорилось выше при анализе поведения частной производной  $\frac{\partial q_n}{\partial \chi}$ . Выявленная неоднозначность поведения нормального давления связана с проявлениями нелинейных эффектов.

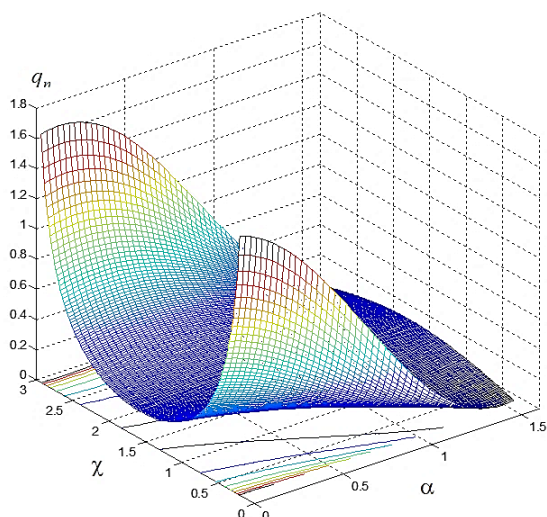


Рис. 5

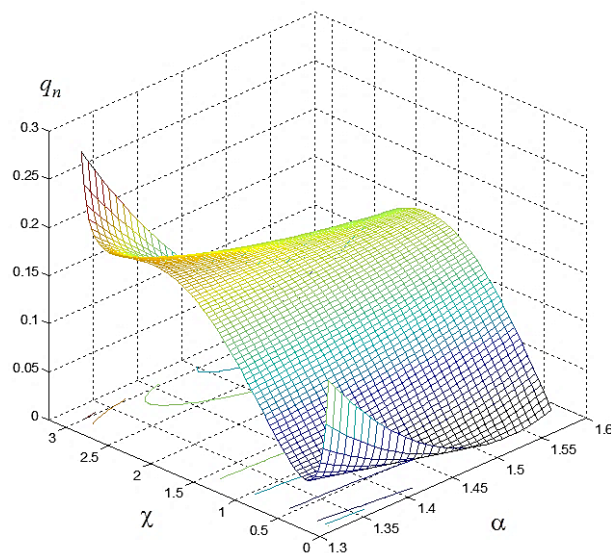


Рис. 6

В заключение следует отметить, что практическая точность получаемых результатов будет определяться тем, насколько точно информация о технологии укладки ленты на трубу позволит определить геометрию расположения уточных нитей. Дальнейшие обобщения результатов исследования могут быть связаны с применением метода возмущений, например, в направлении учета релаксационных свойств лент, учета неточностей в удовлетворении принятых соотношений, а также при изучении лент, имеющих другие структуры переплетения нитей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чайкин В.А., Полякова Е.В. Основы механики мягких оболочек и тканей. – Санкт-Петербург, 2004.
2. Полякова Е.В., Чайкин В.А. Прикладные задачи механики мягких оболочек и тканей. – СПб.: СПГУТД, 2006.
3. Майоров А.М., Лутов В.А., Чайкин В.А., Полякова Е.В. Напряженно-деформированное состояние тканой ленты, используемой при производстве композитной трубы посредством наматывания // Дизайн. Материалы. Технология. – 2010, №3(14). С.48...51.
4. Лутов В.А., Полякова Е.В., Романов В.Е., Челышев А.М., Крайнов Е.М. Исследование напряженно-деформированного состояния ленты, наматанной на цилиндрическую поверхность // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С. 54...60.

5. Полякова Е.В., Лутов В.А., Романов В.Е., Челышев А.М., Крайнов Е.М. Исследование напряженно-деформированного состояния ленты, наматанной на прямой круговой цилиндр с сохранением ортогональности нитей основы и утка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С. 123...128.

#### REFERENCES

1. Chajkin V.A., Poljakova E.V. Osnovy mehaniki mjagkih obolochek i tkaney. – Sankt-Peterburg, 2004.
2. Poljakova E.V., Chajkin V.A. Prikladnye zadachi mehaniki mjagkih obolochek i tkaney. – SPb.: SPGUTD, 2006.
3. Majorov A.M., Lutov V.A., Chajkin V.A., Poljakova E.V. Naprjazhenno-deformirovannoe sostojanie tkanoj lenty, ispol'zuej pri proizvodstve kompozitnoj truby posredstvom namatyvanija // Dizajn. Materialy. Tehnologija. – 2010, №3(14). S.48...51.
4. Lutov V.A., Poljakova E.V., Romanov V.E., Chelyshev A.M., Krajnov E.M. Issledovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija lenty, namotannoj na cilindricheskuju poverhnost' // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 6. S. 54...60.
5. Poljakova E.V., Lutov V.A., Romanov V.E., Chelyshev A.M., Krajnov E.M. Issledovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija lenty, namotannoj na prjamoj krugovoj cilindr s sohraneniem ortogonal'nosti nitej osnovy i utka // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, № 1. S.123...128.

Рекомендована кафедрой машиноведения СПГУПТД. Поступила 25.09.17.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НИТИ  
ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ  
ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ СПОСОБОМ РКН**

**MATHEMATICAL MODEL OF RELATIVE DEFORMATION OF THREAD  
AT TRANSITION PROCESSES  
OF RECEIVING YARN BY RKN METHOD**

*П.М. МОВШОВИЧ, Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО, К.Э. РАЗУМЕЕВ, А.В. ГОЛУБЧИКОВА*  
*P.M. MOVSHOVICH, E.V. PAVLYUCHENKO, K.E. RAZUMEEV, A.V. GOLUBCHIKOVA*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
ООО НПК "ЦНИИШерсть")  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),  
LLC NPK "CNIISherst")  
E-mail: office@msta.ac.ru

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой математической модели процесса изменения относительной деформации нити в устройстве для получения пряжи способом отдельного кручения и наматывания (способ РКН). Получены уравнения, характеризующие изменение относительной деформации в периоды кручения и наматывания. Сформулированы условия стабильности технологического процесса, определяемые соотношением натяжения нити в баллоне и в зоне намотки и которое должно быть не менее 1,5. Определены геометрические размеры горки, при которых происходит перебрасывание нити через нее.*

*The article deals with the issues related to the development of a mathematical model of the process of changing the relative deformation of a yarn in a device for producing yarn by the method of separate twisting and winding (RKN method). Equations characterizing the change in the relative strain during the torsion and reeling periods are obtained. The conditions for the stability of the technological process, determined by the ratio of the thread tension in the cylinder and in the winding zone, are formulated and must be at least 1.5. The geometric dimensions of the slide are determined, under which the thread is thrown across it.*

**Ключевые слова:** отдельное кручение и наматывание, период кручения, период наматывания, натяжение, относительная деформация пряжи, тормозная горка.

**Keywords:** separate torsion and winding, torsion period, winding period, tension, relative deformation of yarn, brake hill.

Нами уже отмечалось, что основной особенностью способа РКН является чередование периодов кручения и намотки [1]. В некотором отношении этот способ напоминает сальфакторное прядение, однако характер формирования крутки и технологические схемы имеют принципиальное различие. Как и в обычном прядении, в про-

цессе РКН серьезное значение имеют две физические величины: натяжение и крутка. Однако если для обычного прядения эти величины просто характеризуют параметры процесса и получаемого продукта пряжи, то в схеме РКН натяжение в зоне кручения-формирования имеет особое значение, предопределяя саму возможность протека-

ния технологического процесса. Именно натяжение, возникающее при контакте нити с горкой, обеспечивает чередование процесса кручения и намотки. Более того, соотношение натяжения в зоне баллона и намотки обеспечивает стабильность протекания самого процесса.

Действительно, на ранних стадиях реализации процесса РКН исследователи столкнулись с непонятным явлением: при определенных технологических параметрах начинался лавинообразный рост величины баллона и, как следствие, возникал обрыв. При дальнейших исследованиях выяснилось, что это явление возникает из-за того, что натяжение в зоне намотки недостаточное, по сравнению с натяжением нити в баллоне, которое, как известно, зависит от максимального радиуса баллона и, как следствие, центробежных усилий, воздействующих на нить. Было установлено, что для стабильного протекания процесса необходимо контролировать натяжение в зоне намотки, чтобы оно превосходило натяжение нити в баллоне с учетом угла перегиба нити относительно нижнего края колпака.

На рис. 1 показано огибание нитью нижнего края колпака (1 – колпак, 2 – нить, 3 – тормозная горка, 4 – початок). Здесь:  $T_1$  – натяжение нити в баллоне,  $T_2$  – натяжение в зоне "колпак-початок" (полупериод намотки),  $\alpha$  – угол охвата нитью нижнего края колпака.

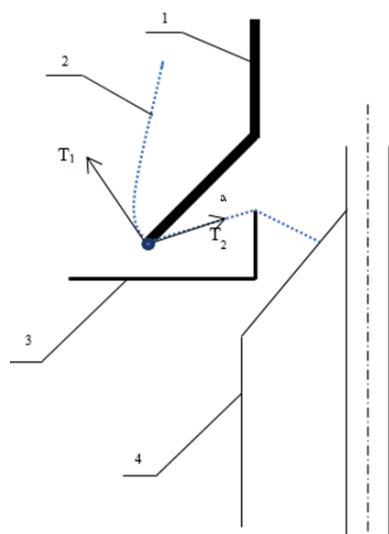


Рис. 1

Естественно, что в период кручения (намотка отсутствует) величина  $T_2$  находится на низком уровне. В этот период происходит накопление резерва нити в баллоне. В период намотки можно записать соотношение Эйлера:

$$T_2 = T_1 e^{\mu\alpha}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения скольжения нити о нижний край колпака.

Согласно справочным данным значение коэффициента трения скольжения шерстяной нити о металл составляет величину порядка 0,25...0,3, величина угла огибания  $\alpha$  составляет примерно  $\pi/2$ . В этом случае величина  $e^{\mu\alpha} \cong 1,5$ . Другими словами, стабильность технологического процесса может быть реализована при  $T_1/T_2 \geq 1,5$ . Подчеркнем, что стабильное значение угла  $\alpha \cong \pi/2$  обеспечивается в том случае, когда используется безбаллонная насадка [2].

Для полноценного анализа динамики процесса кручения-наматывания необходимо провести математическое описание процесса изменения натяжения (относительной деформации) в зоне кручения-наматывания. Как и для случая анализа изменения крутки, проведем анализ изменения относительной линейной деформации в зоне кручения-намотки. Рассмотрим период намотки. Уравнение изменения баланса свободной длины пряжи в единицу времени в зоне кручения-намотки имеет вид:

$$\frac{d}{dt} (\ell\varepsilon) = \frac{V_H}{1+\varepsilon}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  – относительная линейная деформация;  $\ell$  – длина нити в баллоне;  $v_H$  – скорость намотки пряжи на початок.

По правилам дифференцирования произведения двух переменных имеем:

$$\ell \frac{d\varepsilon}{dt} + \varepsilon \frac{d\ell}{dt} = \frac{V_H}{1+\varepsilon}, \quad (3)$$

где  $\frac{d\ell}{dt}$  – скорость подачи мычки в зону баллона.

Как было показано в [1]:  $V_B \ll V_H$ , поэтому для ориентировочных расчетов величиной  $v_B$  можно пренебречь. Таким образом, уравнение баланса свободной длины в период намотки приобретает вид:

$$\ell \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{V_H}{1+\varepsilon}. \quad (4)$$

Умножим числитель и знаменатель правой части уравнения (4) на  $1-\varepsilon$  и получим:

$$\ell \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{V_H(1-\varepsilon)}{1+\varepsilon^2}. \quad (5)$$

Разделим обе части этого уравнения на  $v_H$  и пренебрежем величиной второго порядка малости  $\varepsilon^2$ . В результате дифференциальное уравнение баланса свободных длин приобретает окончательный вид:

$$T_H \frac{d\varepsilon}{dt} + \varepsilon = 1. \quad (6)$$

Рассмотрим уравнение баланса свободных длин для периода кручения.

Уравнение баланса свободной длины нити в период кручения аналогично уравнению (2) и имеет вид:

$$\frac{d}{dt}(\ell\varepsilon) = 0, \quad (7)$$

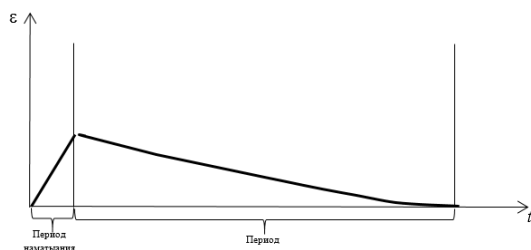


Рис. 2

Рассмотрим теперь соотношение, характеризующее работу горки (рис. 3 – к определению геометрических параметров тормозной горки):

$$\varepsilon = \frac{c-a}{a} = \frac{c}{a} - 1 = \frac{1}{\cos\alpha} - 1, \quad (11)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a}. \quad (11')$$

так как скорость намотки равна 0.

Проводя необходимые преобразования, получаем:

$$\ell \frac{d\varepsilon}{dt} + \varepsilon \frac{d\ell}{dt} = 0, \quad (8)$$

но так как  $\frac{d\ell}{dt} = V_B$ , делим обе части уравнения (8) на  $V_B$  и после преобразования имеем:

$$T_B \frac{d\varepsilon}{dt} + \varepsilon = 0, \quad (9)$$

где  $T_B = \ell/V_B$ .

Уравнение (9) представляет собой дифференциальное уравнение баланса свободных длин при кручении.

Решение этого уравнения имеет вид:

$$\varepsilon_K = \varepsilon_{0K} e^{-\frac{t}{T_K}}. \quad (10)$$

На рис. 2 показано графическое изменение относительной деформации в период кручения и намотки.

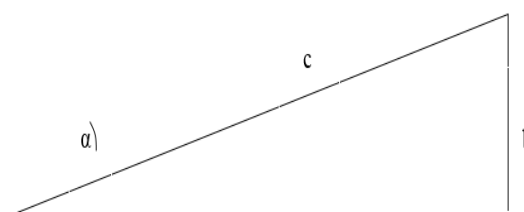


Рис. 3

Определение высоты выполнено из величины (11'). Нам необходимо выразить  $\operatorname{tga}$  через  $\varepsilon$ :

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1. \quad (12)$$

Из выражения (11) следует:

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \varepsilon + 1, \quad (13)$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = (\varepsilon + 1)^2. \quad (13')$$

Подставляя (13') в (13), получим:

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = (\varepsilon + 1)^2 - 1 = \varepsilon^2 + 2\varepsilon + 1 - 1 = \varepsilon^2 + 2\varepsilon.$$

Таким образом, выражение для  $\operatorname{tg} \alpha$ , характеризующее относительное возвышение горки выражено через  $\varepsilon$ . Необходимое значение  $\varepsilon$  получится из уравнения (10).

Решение этого уравнения представляет собой экспоненту:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 + (\varepsilon_{\Pi} - \varepsilon_0)(1 - e^{-t/T}), \quad (14)$$

где  $\varepsilon_{\Pi}$  – предельное значение относительной деформации, при которой происходит перебрасывание нити через горку;  $T$  – постоянная времени.

В нормированном виде уравнение (14) приобретает вид:

$$\bar{\varepsilon} = 1 + \left(\frac{\varepsilon_{\Pi}}{\varepsilon_0} - 1\right)(1 - \exp(-t/T)). \quad (14')$$

Решение уравнения (14') дает экспоненту, по которой происходит постепенное нарастание натяжения (относительной деформации) в зоне кручения-наматывания (рис. 4 – изменение относительной деформации пряжи в течение периода наматывания), вплоть до порогового значения.

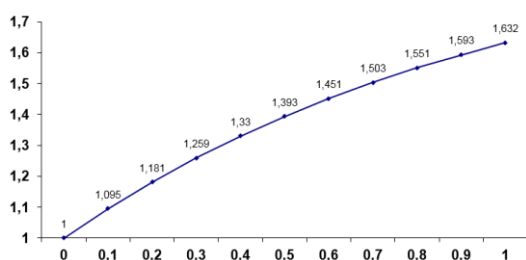


Рис. 4

## ВЫВОДЫ

1. Разработаны математические модели процесса изменения относительной деформации нити в устройстве для получения пряжи способом раздельного кручения и наматывания (способ РКН).

2. Проведенные расчеты показали, что стабильность протекания технологического процесса обеспечивается соотношением натяжения нити в баллоне и в зоне намотки в пределах 1,5.

3. Получены уравнения, характеризующие изменения относительного натяжения нити в периоды наматывания и кручения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мовшович П.М., Павлюченко Е.В., Разумеев К.Э., Голубчикова А.В. Переходные процессы при получении пряжи способом РКН (Кручение) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №4. С. 123...127.

2. Патент РФ №2587372 С2 / Устройство для раздельного кручения и наматывания пряжи. Мовшович П.М., Павлюченко Е.В., Зыков И.С., Высокос М.И., Волков В.И., Разумеев К.Э.

## REFERENCES

1. Movshovich P.M., Pavljuchenko E.V., Razumeev K.Je., Golubchikova A.V. Perekhodnye processy pri poluchenii prjazhi sposobom RKN (Kruchenie) // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlenosti. – 2017, №4. S. 123...127.

2. Patent RF №2587372 S2 / Ustrojstvo dlja razdel'nogo kruchenija i namatyvanija prjazhi. Movshovich P.M., Pavljuchenko E.V., Zikov I.S., Vysokos M.I., Volkov V.I., Razumeev K.Je.

Рекомендована кафедрой прядения РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 10.07.17.

УДК 677.024.084

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ УТКА  
НА БЕСЧЕЛНОЧНЫХ СТАНКАХ РАЗЛИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ**

**DETERMINATION OF THE TENSION  
OF WEFT IN SHUTTLELESS LOOMS OF VARIOUS CONSTRUCTIONS**

*П.Е. САФОНОВ, С.С. ЮХИН*  
*P.E. SAFONOV, S.S. YUKHIN*

(ООО "ТЕКС-ЦЕНТР",  
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(TEKS-CENTRE Ltd,  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))  
E-mail: info@teks-centre.ru, office@msta.ac.ru

*В статье представлены результаты исследований по экспериментальному определению натяжения уточных нитей на бесчелночных станках различной конструкции при изготовлении синтетических тканей технического и специального назначения. На основании полученных осциллограмм определены основные закономерности изменения натяжения утка при прокладывании.*

*The paper presents the results of research on experimental determination of the tension of weft threads in shuttleless looms of various constructions in the formation of synthetic fabrics for technical and special purpose. Based on oscillogram identified the main regularities of changes in the tension of the weft in the weaving process.*

**Ключевые слова:** натяжение утка, бесчелночные ткацкие станки, периоды прокладывания утка.

**Keywords:** the tension of the weft, shuttleless weaving looms, the periods of laying weft.

Вопрос экспериментального определения натяжения уточной нити в процессе прокладывания является особенно актуальным, так как от закона нагружения утка, наряду с законом нагружения основы, во многом зависят условия технологического

процесса ткачества (обрывность и повреждаемость нитей), а значит и эксплуатационные свойства технической ткани.

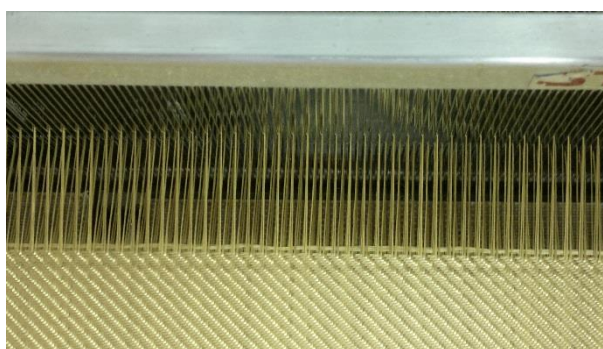
В существующей литературе фактически отсутствуют конкретные рекомендации по уровню натяжения уточных нитей при

изготовлении тканей с заданными свойствами, что объясняется сложностью экспериментального изучения натяжения утка (во-первых, из-за конструктивных особенностей станков, не позволяющих разместить тензодатчик в нужном месте, а во-вторых, из-за кратковременности процесса прокладывания).

Из работы [1] известно об опыте экспериментальных измерений натяжения утка на челночном ткацком станке КПТЗ-160С при изготовлении многослойных комбинированных полых тканей, содержащих углеродные и кварцевые нити. Автором предложено использовать специальный датчик утка, встроенный в корпус челнока, который непрерывно фиксирует величину  $F_y$



а)



б)

Рис. 1

На рис. 1 представлены фотографии, сделанные в момент захвата арамидной уточины головкой принимающей рапиры в центральной части станка (рис. 1-а) и в момент, предшествующий прибору проложенной уточины, имеющей до прибора прямую форму (рис. 1-б).

Также было установлено, что на станках системы СТБ может происходить значительная потеря свойств уточных нитей из-за несовершенства конструкции механизма уточного тормоза. На примере полиэфирных комплексных нитей 28 текс известно, что их разрывная нагрузка, удлинение и работа разрыва снижаются на 22, 47 и 66%, соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что вопрос об изменении свойств уточной нити в процессе ткачества является

при прокладывании утка в зев. Установлено, что наибольшее значение натяжения утка наблюдается при его сматывании со шпули, также имеет место увеличение натяжения по мере срабатывания шпули.

Из работы [2] известно, что при изготовлении защитных тканей из арамидных нитей на станках системы СТБ и Dornier происходит снижение разрывной нагрузки утка от 4 до 9%.

На основании собственных исследований установлено, что арамидные нити Руслан 29,4 текс с малой величиной крутки от 0 до 50 кр/м в процессе ткачества на рапирных станках фирмы Dornier снижают свою разрывную нагрузку до 12%, при этом наблюдается высокая обрывность некрученого утка при прокладывании.

недооцененным и малоизученным, что требует отдельного исследования.

В данной работе для исследования натяжения уточных нитей в процессе прокладывания были выбраны бесчелночные ткацкие станки, используемые для изготовления синтетических тканей технического назначения в производстве ООО "ТЕКС-ЦЕНТР", а именно: станок системы СТБ-4-220 и станки с жесткими рапирами MAV SNR-140 фирмы SACM и станки фирмы Dornier.

Для измерений натяжения уточных нитей предложено использовать специальную современную тензометрическую аппаратуру, которая позволяет проводить высокоточные динамические измерения для нитей различной природы линейной плотности от 1,3 до 110 текс.



Наименование показателя	Артикул ткани	
	56026	5486-15Т
Вид нитей утка	Полиамид	Комбинированная электропроводящая
Линейная плотность утка, текс	29,0	41,0
Плотность ткани по утку, нитей/см	24	38
Переплетение ткани	Рогожка 2/2	Двухслойное
Тип станка	СТБ-4-220 (накопитель НЭМ-1)	СТБ-4-220 (без накопителя утка)
Вид зевобразовательного механизма	Кулачковый	Каретка СКН-14
Скорость станка, мин <sup>-1</sup>	175	150
Время формирования элемента ткани, с	0,344	0,403
Среднее натяжение утка, сН	47,07	55,95
Максимальное натяжение утка, сН	225,81	159,40
Минимальное натяжение утка, сН	0,26	0,15
Относительная амплитуда колебаний натяжения	4,79	2,85

В табл. 1 представлены результаты измерения натяжения утка на станке СТБ-4-220 при изготовлении двух различных технических тканей арт. 56026 и 5486-15Т. Ткань арт. 56026 изготавливается переплетением рогожка 2/2 из комплексных полиамидных нитей, а ткань арт. 5486-15Т изготавливается двухслойным переплетением из огне- и термостойких комбинированных электропроводящих нитей.

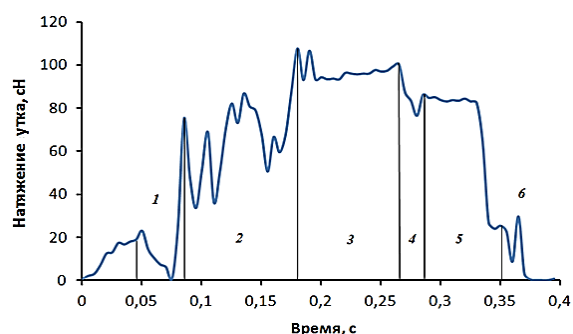


Рис. 2

На рис. 2 представлена экспериментальная кривая натяжения утка на станке СТБ-4-220. На кривой обозначены характерные периоды прокладывания утка. Период 1 начинается с момента разгона прокладчика и заканчивается в момент достижения максимальной скорости при полете в зеве – продолжительность до 0,04 с. Период 2 соответствует прокладыванию утка в зеве, при этом происходит сматывание нити с бобины – продолжительность до 0,1 с. Период 3 соответствует времени действия уточного тормоза при полете прокладчика в зеве – про-

должительность до 0,085 с. Период 4 соответствует торможению прокладчика в приемной коробке, при этом возвратчик утка начинает движение в обратную сторону – продолжительность до 0,022 с. Период 5 соответствует действию тормоза и компенсатора, при этом натяжение достигает определенной величины, необходимой для формирования элемента ткани – продолжительность до 0,062 с. Период 6 начинается в момент, когда ориентированную уточную нить захватывают губки возвратчика утка, происходит отвод конца уточины возвратчиком в исходное положение для передачи его прокладчику – продолжительность до 0,09 с.

Установлено, что первый пик в натяжении утка наблюдается в конце периода 1, то есть в момент достижения максимальной скорости прокладчика, далее уточная нить сматывается с паковки и прокладывается в зеве. В начале периода 3 наблюдается еще два значительных кратковременных увеличения натяжения утка – в начале торможения (поперечный удар тормозной лапкой) и продольный удар, наносимый нитепрокладчиком.

На рис. 3 представлена осциллограмма натяжения полиамидной уточной нити за время четырех прокидок. На кривой четко выделяются пики в конце периода 1 и в начале периода 3. Также стоит отметить, что средний уровень натяжения утка на станках СТБ, несмотря на то, что измерения проводились для совершенно разных нитей на разных станках, отличается не более чем на 20%.

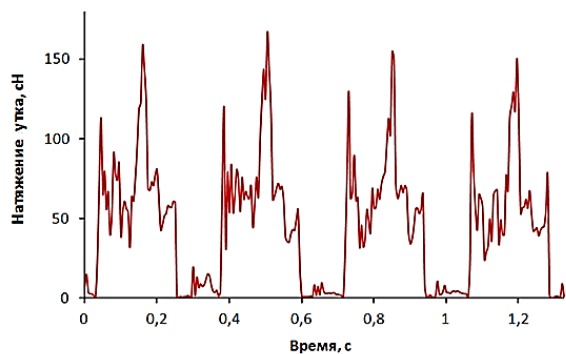


Рис. 3

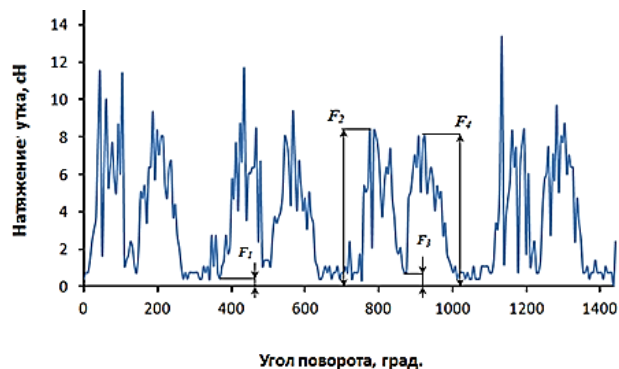


Рис. 4

Максимальный уровень натяжения утка на станке СТБ может достигать 12% от разрывной нагрузки для полиамидной нити и 49% для комбинированной электропроводящей нити. Это может привести к снижению прочности или обрыву утка или к его недолетам.

Рассмотрим натяжение утка на рапирных ткацких станках MAV SNR-140 при изготовлении технических тканей из различных видов полиамидных и полиэфирных моно- и комплексных нитей. В табл. 2 представлены результаты измерений натяжения утка, а на рис. 4 – осциллограмма натяжения уточной полиэфирной мононити 1,3 текс ( $\varnothing$  34 мкм) на рапирном станке MAV за время 4 прокидок.

На рис. 4 отмечены характерные точки:  $F_1$  – натяжение нити в момент ее захвата ра-

пирой вне зева, головка рапиры захватывает уточину, начинается сматывание нити с паковки;  $F_2$  – натяжение нити при прокладывании ее подающей рапирой на половину ширины заправки;  $F_3$  – натяжение нити при передаче рапирами в центре заправки;  $F_4$  – натяжение нити при прокладывании ее приемной рапирой на половину ширины заправки.

В работе [3] справедливо отмечается, что прибор уточины на станке MAV производится после ее обрезания (это относится и к другим бесчелночным станкам), то есть на натяжение утка при приборе практически невозможно повлиять (и измерить его) с помощью используемых на станках натяжных устройств.

Таблица 2

Наименование показателя	Артикул ткани			
	5440-11	5489-15	56151	5360-79
Вид нитей утка	Полиэфир моно	Полиамид моно	Полиамид текстурированный	Полиэфир комплексный
Линейная плотность утка, текс	1,3	7,3	10	28
Плотность ткани по утку, нитей/см	9	40	40	19
Переплетение ткани	Плотняное		Вафельное	Саржа 1/2
Тип станка	MAV SNR-140 (без накопителя утка)			
Вид зевобразовательного механизма	Каретка <b>Stäubli</b> на 20 ремизок			
Скорость станка, мин <sup>-1</sup>	183	240	222	207
Время формирования элемента ткани, с	0,329	0,250	0,270	0,290
Среднее натяжение утка, сН	3,61	8,40	11,42	15,37
Максимальное натяжение утка, сН	13,34	21,09	34,10	66,59
Минимальное натяжение утка, сН	0,08	0,14	0,27	0,08
Относительная амплитуда колебаний	3,68	2,49	2,96	4,33

Отметим, что на рапирных станках MAV, даже без использования накопителя утка, не наблюдаются значительные пики в

натяжении утка, в отличие от станков СТБ, а значит условия прокладывания утка рапирой более благоприятные с точки зрения

обеспечения его минимальной повреждаемости.

Далее исследуем натяжение утка на рапирных станках Dornier при изготовлении тканей из параарамидных нитей, предназначенных для мягкой бронезащиты. В табл. 3 представлены результаты измерения натяжения утка при его сматывании с паковки (до накопителя) и рабочего натяжения (после накопителя, перед устройством подачи).

Установлено, что средний уровень натяжения арамидного утка при прокладывании на станках Dornier достигает 26,5 сН, а максимальное натяжение наблюдается при захвате утка левой подающей рапирой. Пик в натяжении высокомодульного арамидного утка на станках Dornier в моменты его захвата рапирой не превышает 2% от разрывной нагрузки, что имеет принципиальное значение для сохранения эксплуатационных свойств нитей и ткани.

Т а б л и ц а 3

Наименование показателя	Артикул ткани				
	56305	86-258-13	84127	86-213-09	86-294-05
Вид нитей утка	Руслан-СВМ-Н	Кевлар	Руслан		
Линейная плотность утка, текс	14,3	22	29,4		
Плотность ткани по утку, нитей/см	35	30	25	18	26,5
Переплетение ткани	Саржа 1/2	Саржа 3/3		Полотняное	
Тип станка	Dornier (накопитель утка CHRONO-X2)				
Вид зевобразовательного механизма	Каретка <u>Stäubli</u>				
Скорость станка, мин <sup>-1</sup>	320	310	250	350	335
Время формирования элемента ткани, с	0,187	0,193	0,240	0,171	0,179
Натяжение утка при сматывании, сН					
Среднее натяжение	14,48	22,18	6,58	-	9,9
Максимальное натяжение	26,71	40,58	12,96	-	74,1
Минимальное натяжение	2,83	7,74	0,69	-	1,4
Относительная амплитуда колебаний	1,65	1,48	1,87	-	7,3
Рабочее натяжение утка, сН					
Среднее натяжение	5,32	22,57	17,08	25,0	26,5
Максимальное натяжение	33,34	76,40	43,48	85,8	152,3
Минимальное натяжение	0,05	0,44	0,36	0,8	2,1
Относительная амплитуда колебаний	6,26	3,37	2,52	3,4	5,7

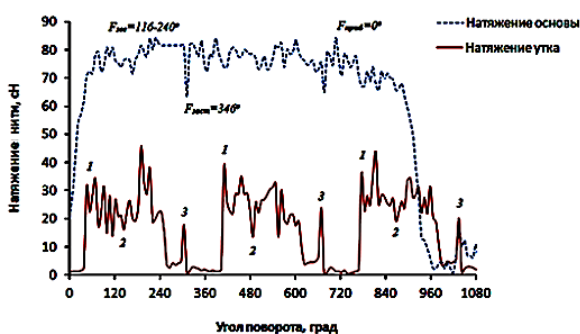


Рис. 5

На рис. 5 представлена оциллограмма, на которой проведено совмещение кривых натяжения основы и утка на станке Dornier при изготовлении ткани переплетения саржа 3/3 за период тканеформирования, соответствующий трем прокидкам. На кривой для нитей основы отмечены моменты

заступа, прибора и зевобразования, и точками отмечены важные моменты прокладывания утка: точка 1 – захват утка левой рапирой (80°); точка 2 – передача утка из левой рапиры в правую (190°); точка 3 – прием утка и начало раскрытия правой рапиры (318°).

В заключение отметим, что наибольший средний уровень натяжения утка и наибольшие пики в натяжении при прокладывании наблюдаются на станках СТБ, а наименьшие – на станках с жесткими рапирами, что необходимо учитывать при оценке напряженности условий изготовления ткани, особенно из высокопрочных и высокомодульных нитей. С увеличением линейной плотности утка наблюдается тенденция к увеличению среднего уровня его натяжения. На станках системы СТБ для

уменьшения пиковых значений натяжения целесообразно устанавливать современные накопители утка.

## ВЫВОДЫ

1. Изучены условия прокладывания утка на бесчелночных станках различной конструкции при выработке технических тканей разнообразных структур. Получены экспериментальные осциллограммы натяжения утка, при обработке которых определены характерные точки за цикл прокладывания.

2. Установлено, что наименьшие по величине пики в натяжении утка при прокладывании характерны для станков с жесткими рапирами. На станках системы СТБ наблюдаются значительные пики в натяжении при торможении, разгоне прокладчика и сматывании нити с паковки, что свидетельствует о целесообразности использования современных накопителей утка.

3. Полученные результаты могут быть полезны для оценки напряженности изготовления технических тканей из синтетических нитей со специальными свойствами на оборудовании различной конструкции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Черняева О.Е.* Совершенствование технологии изготовления технических тканей специального назначения из арамидных нитей на ткацких станках фирмы DORNIER: Дис.... канд. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2010.

2. *Сергеев В.Т.* Разработка структуры и технологии изготовления многослойной комбинированной ткани из углеродных и кварцевых нитей: Дис.... канд. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2014.

3. *Левакова Н.М.* Определение оптимальных параметров строения и условий изготовления ситовых тканей: Дис.... канд. техн. наук. – М.: МТИ им. А.Н. Косыгина, 1989.

## REFERENCES

1. Chernjaeva O.E. Sovershenstvovanie tehnologii izgotovlenija tehnicheskikh tkanej special'nogo naznachenija iz aramidnyh nitej na tkackih stankah firmy DORNIER: Dis.... kand. tehn. nauk. – Ivanovo: IGTA, 2010.

2. Sergeev V.T. Razrabotka struktury i tehnologii izgotovlenija mnogoslnoj kombinirovannoj tkani iz uglerodnyh i kvarcevyh nitej: Dis.... kand. tehn. nauk. – M.: MGUDT, 2014.

3. Levakova N.M. Opredelenie optimal'nyh parametrov stroenija i uslovij izgotovlenija sitovyh tkanej: Dis.... kand. tehn. nauk. – M.: MTI im. A.N. Kosygina, 1989.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 11.01.17.

УДК 677.017.354

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗРЫВНЫХ НАГРУЗОК ТКАНЕЙ ОРТОГОНАЛЬНОГО И НЕОРТОГОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ

### REPTURE LOAD PREDICTION OF THE FABRIC ORTOGONAL AND NON-ORTOGONAL STRUCTURE

*Л.В. КОЖЕВНИКОВА, Т.Ю. КАРЕВА, С.О. КОЖЕВНИКОВ, Н.А. КУЛИДА*  
*L.V. KOZHEVNIKOVA, T.YU. KAREVA, S.O. KOZHEVNIKOV, N.A. KULIDA*

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)  
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute)  
E-mail: ttp@ivgpu.com

*На кафедре технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПУ разработаны новые структуры тканей неортогонального строения, которые при определенных параметрах строения будут выполнять условие равенства физико-механических свойств тканого полотна во всех направле-*

ниях. Предложены теоретические выражения для прогнозирования разрывных нагрузок по основе и по утку для тканей ортогонального строения и для разработанных триаксиальных тканей, учитывающие плотности ткани по основе и по утку, а также линейные плотности нитей, их физико-механические свойства, что позволяет проектировать ткани с заданными свойствами.

*At the department of technology and design of textile products of Ivanovo State Polytechnic University have developed a new tissue structure not orthogonal to the structures when certain parameters of the structure will satisfy the condition of equality of physical and mechanical properties of woven fabric in all directions. The proposed theoretical expressions for the prediction of rupture loads in the warp and weft for fabrics orthogonal structure and is designed for triaxial fabrics, taking into account the density of the fabric warp and weft, and with a linear density of fibres, their physical and mechanical properties that allows to design fabrics with the desired properties.*

**Ключевые слова:** структура ткани, нити основы, уточные нити, ткани ортогонального строения, ткани неортогонального строения, физико-механические свойства, разрывная нагрузка.

**Keywords:** fabric structure, the warp threads, the weft threads of the fabric orthogonal structure of the fabric is not orthogonal to structure, physico-mechanical properties, breaking load.

Триаксиальные ткани вызывают интерес ученых по причине улучшенных физико-механических свойств. Они отличаются хорошей износостойкостью и широкой областью применения в бытовых и технических целях, в автомобилестроении, авиационной и космической промышленности, производстве различных элементов искусственных спутников и др. К отдельному направлению можно отнести производство бронезилетов из трехосных тканей, так как эти ткани имеют улучшенные показатели баллистического сопротивления.

Исследованиями трехосных материалов: строением, свойствами, особенностями выработки занимались многие ученые. Так, за рубежом изучали влияние взаимного расположения нитей в трехосных тканях на их физико-механические свойства. В России такие исследования практически не проводились. В [1], [2] представлена новая структура трехосной ткани, в [3] рассматриваются физико-механические свойства триаксиальной ткани в сравнении с обычной (ортогональной) тканью.

На кафедре технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПУ разрабо-

таны структуры изотропных трехосных тканей с самоформирующимися кромками, в которых нити основы не только переплетаются с нитями утка, но и взаимодействуют друг с другом по всей ширине тканого полотна [4]. Переплетение нитей основы с утком полотняное, при этом перемещение основных нитей вдоль уточных может быть разным и зависит от требований, предъявляемых к тканому полотну на равенство физико-механических свойств трехосной ткани во всех направлениях.

Предложим выражения с целью прогнозирования разрывных нагрузок для разработанных трехосных тканей и для тканей ортогонального строения, также рассмотрим причины улучшенных физико-механических свойств трехосных тканей.

В [3] приведены формулы для прогнозирования разрывной нагрузки ткани по основе  $R_O$  и по утку  $R_y$ , Н:

$$R_O = 0,5P_O(\rho_O T_O + f_O)k_O \cdot 10^{-2} / \cos \beta_O, \quad (1)$$

$$R_y = 0,5P_y(\rho_y T_y + f_y)k_y \cdot 10^{-2} / \cos \beta_y, \quad (2)$$

где  $P_0, P_y$  – плотности ткани по основе и по утку, нит/дм;  $\rho_0, \rho_y$  – относительные разрывные нагрузки нитей основы и утка, сН;  $T_0, T_y$  – линейные плотности пряжи по основе и по утку, текс;  $f_0, f_y$  – нагрузка, обусловливаемая действием сил трения на нити основы, утка и уменьшением длины скольжения волокон;  $k_0, k_y$  – коэффициенты неоднородности натяжения нитей основы и утка соответственно;  $\beta_0, \beta_y$  – угол наклона нитей основы, утка к линии приложения растягивающей нагрузки.

В теории строения и проектирования тканей параметрами  $R_0, R_y$  принято обозначать раппорт ткани по основе и по утку соответственно. В связи с этим, примем в дальнейших выражениях обозначение прочности суровой ткани на разрыв  $R_{oc}, R_{yc}$  [5].

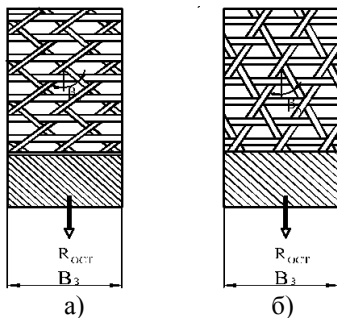


Рис. 1

Так как в формулах (1) и (2) значение 0,5 является шириной зажима разрывной машины, и в работе разрыва при исследовании полоски ткани вдоль основы участвуют только нити основы (рис. 1 – схемы приложения растягивающей силы по основе: а) – для переплетения с коэффициентом шага основы вдоль утка, равным единице; б) – для переплетения с коэффициентом шага основы вдоль утка, равным двум), угол наклона которых к продольной оси ткани и соответственно к направлению растягивающей силы составляет  $30^\circ$ , то для изотропной триаксиальной ткани выражение (1) примет вид:

$$R_{ост} = 1,15B_зP_0(\rho_0T_0 + f_0)k_0 \cdot 10^{-2}, \quad (3)$$

где  $B_з$  – ширина ткани в зажиме разрывной машины, дм.

Чем больше точек взаимодействия нитей между собой, тем сопротивление разрыву ткани больше. В отличие от тканей ортогонального строения, в которых взаимодействуют между собой исключительно нити основы с утком, в триаксиальной ткани, согласно рис. 1, дополнительно присутствуют точки взаимодействия нитей основы между собой, а также точки взаимодействия нитей основы с утком. То есть в сравнении с тканями классического переплетения в триаксиальных тканях добавляются точки взаимодействия нитей основы между собой. Тогда разрывную нагрузку по основе изотропных триаксиальных тканей, представленных на рис. 1, можно рассчитать следующим образом:

$$R_{ост} = 1,15k_0 \cdot 10^{-2} (P_0B_з\rho_0T_0 + t_{00}^{R_{oc}}f_{00} + t_{0y}^{R_{oc}}f_{0y}), \quad (4)$$

$$t_{00}^{R_{oc}} = \frac{k_f P_y L_3}{400} \left( \frac{P_0 B_з}{100} - 1 \right), \quad (5)$$

$$t_{0y}^{R_{oc}} = \frac{P_0 B_з P_y L_3}{10^4}, \quad (6)$$

где  $f_{00}, f_{0y}$  – силы, возникающие при взаимодействии нитей основы между собой, нитей основы и утка между собой соответственно, Н;  $t_{00}^{R_{oc}}, t_{0y}^{R_{oc}}$  – показатели, учитывающие количество точек взаимодействия нитей основы с нитями основы и нитей основы с нитями утка при расчете разрывной нагрузки вдоль основы соответственно.

Следовательно, разрывная нагрузка вдоль основы для тканей ортогонального строения с учетом того, что в них отсутствуют точки взаимодействия основы, будет рассчитываться следующим образом:

$$R_{oc} = k_0 \cdot 10^{-2} (P_0 B_з \rho_0 T_0 + t_{0y}^{R_{oc}} f_{0y}). \quad (7)$$

При определении разрывной нагрузки полоски ткани вдоль утка приложенная разрывная нагрузка располагается вдоль нитей утка в ткани, то есть под углом  $0^\circ$ . Таким образом, выражение для определения разрывной нагрузки вдоль утка для трехосных

тканей может быть записано следующим образом:

$$R_{yCT} = k_y \cdot 10^{-2} (P_y B_3 \rho_y T_y + t_{00}^{R_{ycf}} + t_{0y}^{R_{ycf}}), \quad (8)$$

где  $t_{00}^{R_{yc}}, t_{0y}^{R_{yc}}$  – показатели, учитывающие количество точек взаимодействия нитей основы с нитями основы и нитей основы с нитями утка при расчете разрывной нагрузки вдоль утка соответственно.

Для тканей ортогонального строения выражение для расчета разрывной нагрузки по утку  $R_{yc}$  можно записать:

$$R_{yc} = k_y \cdot 10^{-2} (B_3 P_y \rho_y T_y + t_{0y}^{R_{ycf}}). \quad (9)$$

Таким образом, как видно из выражений (4) и (8), разрывная нагрузка трехосной ткани вдоль основы увеличивается в сравнении с ортогональными тканями за счет расположения основных нитей под углом к линии приложения разрывного усилия, а также за счет наличия в ткани точек взаимодействия основных нитей между собой. Что касается увеличения нагрузки трехосной ткани на разрыв вдоль уточных нитей, то увеличение ее также связано с присутствием в трехосной ткани точек взаимодействия основных нитей между собой. Однако для проведения исследований основные нити обрезаются под размер испытательного образца, таким образом, в работе разрыва по утку участвуют в основном нити утка, в связи с чем увеличение разрывной нагрузки по утку будет незначительным. Следовательно, разрывная нагрузка по утку, выдерживаемая тканью, целиком будет значительно выше в связи с тем, что разрывную нагрузку будут воспринимать в том числе и нити основы, которые переплетаются между собой по всей ширине тканого полотна.

## ВЫВОДЫ

Получены теоретические выражения для расчета разрывных нагрузок по основе

и по утку для тканей ортогонального и неортогонального переплетения, учитывающие плотности ткани по основе и по утку, линейные плотности нитей и их физико-механические свойства, количество точек взаимодействия нитей в ткани, позволяющие проектировать ткани с заданными свойствами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Карева Т.Ю.* Разработка способа, технологии изготовления тканей новых структур и исследование их строения: Дис... докт. техн. наук. – М.: МГТУ, 2005.
2. *Карева Т.Ю.* Натяжение основных нитей при формировании ткани с переменным направлением осей нитей в процессе ткачества // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №3. С.37..41.
3. *Синицын А.В.* Разработка метода проектирования трехосных тканей: Дис... канд. техн. наук. – М.: МГТУ, 2012.
4. *Кожевникова Л.В., Карева Т.Ю., Кожевников С.О.* Особенности структуры трехосной ткани // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и сервиса. – 2016, №4. С.6..9.
5. *Толубеева Г.И., Шейнова Т.И., Карева Т.Ю., Перов Р.И.* Теория строения и проектирования тканей, основные положения и понятия. – Иваново: ИГТА, 2012.

## REFERENCES

1. Kareva T.Ju. Razrabotka sposoba, tehnologii izgotovlenija tkanej novyh struktur i issledovanie ih stroenija: Dis... dokt. tehn. nauk. – M.: MGTU, 2005.
2. Kareva T.Ju. Natjazhenie osnovnyh nitej pri formirovanii tkani s peremennym napravleniem oseb nitej v processe tkachestva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2002, №3. S.37...41.
3. Sinicyn A.V. Razrabotka metoda proektirovanija trehosnyh tkanej: Dis... kand. tehn. nauk. – M.:MGTU, 2012.
4. Kozhevnikova L.V., Kareva T.Ju., Kozhevnikov S.O. Osobennosti struktury trehosnoj tkani // Vestnik molodyh uchenyh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tehnologii i servisa. – 2016, №4. S.6...9.
5. Tolubeeva G.I., Shejnova T.I., Kareva T.Ju., Perov R.I. Teorija stroenija i proektirovanija tkanej, osnovnyye polozhenija i ponjatija. – Ivanovo: IGTA, 2012.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 24.04.17.

**НОВЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ,  
ИМИТИРУЮЩИЕ ВЫПУКЛЫЕ И ВОГНУТЫЕ  
ДИАГОНАЛЬНО СИММЕТРИЧНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ  
НА ОДНОСЛОЙНОЙ ТКАНИ**

**NEW COMBINED WEAVES  
SIMULATING CONVEX AND CONCAVE  
DIAGONALLY SYMMETRIC SURFACES  
FOR SINGLE-LAYER FABRIC**

*Д.А. МИРОШНИЧЕНКО, Г.И. ТОЛУБЕЕВА, Н.А. КОРОБОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА*  
*D.A.MIROSHNICHENKO, G.I. TOLUBEEVA, N.A.KOROBOV, E.N. NIKIFOROVA*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: Denis.M.Ivanovo@yandex.ru

*В статье рассмотрена методика и приведены примеры построения новых комбинированных переплетений на базе шашечных переплетений, создающих на однослойной ткани эффект выпуклых и вогнутых диагонально симметричных поверхностей.*

*The methodology of building a new combined weaves on the basis of a checked weaves, creating on a single-layer fabrics effect of volume of convex and concave hemispheres is studied. Also the examples of these convex and concave diagonally symmetric surfaces described in the article.*

**Ключевые слова:** комбинированное переплетение, шашечное переплетение, переплетение главного класса, выпуклые и вогнутые поверхности, эффект объема.

**Keywords:** combined weave, checked weave, main class weave, convex and concave surfaces, effect of volume.

В настоящее время конкурировать с дорогими, стильными, постоянно обновляющимися, пусть и недешевыми, импортными тканями российским текстильщикам возможно только за счет использования высококачественного сырья и постоянного расширения ассортимента. Одной из возможностей обновления ассортимента тканей является оформление их креативными ткацкими рисунками [1...4]. Все большее распространение получают ткацкие рисунки, выполненные в стиле оп-арта, создающие различные оптические иллюзии, позволяющие передавать эффекты движения и объема. На кафедре ТПТИ разрабатывается направление компьютерного проектирования на базе ша-

шечных переплетений новых комбинированных переплетений, создающих на ткани эффект различных объемных геометрических фигур. Способ построения переплетений, позволяющих получить на ткани эффект выпуклых и вогнутых полусфер, представлен в работе [5]. Как отмечено в публикации, переплетения имеют большие раппорты с большим числом разнопереплетающихся нитей основы, для выработки которых станок должен быть оснащен жаккардовой машиной. Мы предлагаем другой способ построения комбинированных переплетений, имитирующих выпуклые и вогнутые поверхности, выработываемых на станках с кареточным зоообразовательным механизмом.



Новые переплетения также проектируются на базе шашечных переплетений. В раппорте могут располагаться одна или несколько выпуклых или вогнутых диагонально симметричных поверхностей. Исходными данными для построения переплетения являются: цвет систем нитей; базовые саржевые или сатиновые (атласные) переплетения главного класса в шашках; размер квадратных шашек  $S_{ш}$  в нитях и количество их пар  $n_{ш}$  в раппорте переплетения.

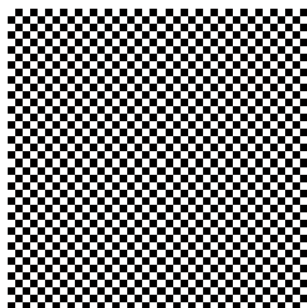
Определяем раппорты переплетения:

$$R_o = R_y = R = 2S_{ш}n_{ш}. \quad (1)$$

Формируем одномерный массив порядковых номеров нитей основы и утка в раппорте переплетения:  $[N] = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, R$ . Рассчитываем массив координат смены цвета шашек:

$$[n] = 1, S_{ш}+1, 2S_{ш}+1, 3S_{ш}+1, \dots, R - S_{ш} + 1. \quad (2)$$

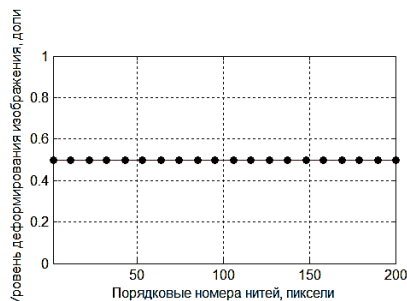
В соответствии с координатами смены цвета шашек  $[n]$  получаем матрицу цвета точек исходного шашечного поля



а)

Суть нового способа получения на поверхности ткани визуального эффекта объемных поверхностей второго порядка состоит в изменении размеров отдельных первоначально квадратных шашек модели исходного рисунка, в деформировании шашек по обеим системам нитей. При неизменном числе шашек в раппорте исходного шашечного переплетения эффект деформирования получаем за счет симметричного относительно центральной диагонали изме-

$D = D_{R \times R} = (d_{j,i})_{R \times R}$ , заполненную элементами, равными 1 или 0, по данным которой на плоскости раппорта выстраиваем модель исходного шашечного рисунка с равносторонними шашками, окрашивая точки рисунка в черный или белый цвет в соответствии со значениями элементов матрицы  $D$ . Массив номеров нитей  $[N]$  фактически равен порядковым номерам строк и столбцов матрицы  $D$ . При формировании матрицы  $D$  учитываем, что значение элемента, равное нулю, соответствует окрашиванию точки рисунка в белый цвет, а равное единице – в черный цвет, при этом нижняя левая шашка модели рисунка должна быть черного цвета. Пример модели исходного шашечного поля с раппортом  $200 \times 200$  нитей показан на рис. 1-а. Размер шашек принят  $S_{ш} = 5$  нитей, количество пар шашек  $n_{ш} = 20$ . Для рассматриваемого примера массив порядковых номеров нитей основы и утка в раппорте переплетения:  $[N] = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 197, 198, 199, 200$ ; значения элементов массива координат смены цвета шашек, рассчитанные по формуле (2), составят:  $[n] = 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, \dots, 176, 181, 186, 191, 196$ .



б)

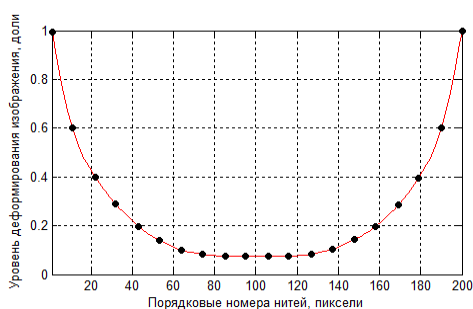
Рис. 1

нения ширины и высоты шашек: уменьшение ширины и высоты шашек выполняем путем исключения части нитей основы и утка, увеличение ширины и высоты шашек – за счет повторения отдельных нитей в пределах шашки.

Описание чередований сжатий и растяжений исходного изображения выполняется по методике, изложенной в [3].

В среде программирования MATLAB формируем поле с подвижными маркерами в

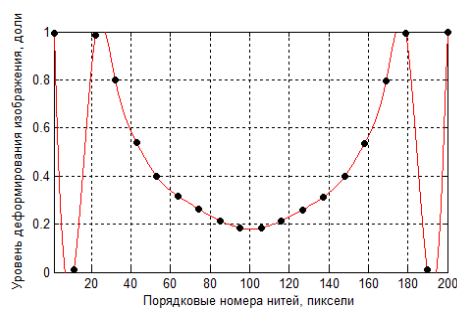
координатах: порядковые номера нитей (от 1 до R) – уровень деформирования изображения (от 0 до 1), как показано на рис. 1-б. Первоначально маркеры выставляем по горизонтальной средней линии с ординатой, равной 0,5 доли, соответствующей отсутствию деформирования. Дессинатор, передвигая маркеры по вертикали, в интерактивном режиме выполняет имитацию деформирования шашечного узора на ткани, учитывая, что расположение маркера выше средней линии соответствует уменьшению размеров шашек, ниже средней линии – увеличению, задает тем самым вид аппрок-



а)

симирующей кривой для изменения размеров шашек вдоль нитей обеих систем. Для получения тканей шашечных переплетений с визуальным эффектом объемных выпуклых поверхностей в середине переплетения помещают шашки больших размеров, по краям – меньших, вогнутых поверхностей – наоборот.

Для имитации объемных диагонально симметричных поверхностей второго порядка принимают нелинейный закон изменения размеров шашек по ширине и высоте рисунка. На рис. 2 показаны два закона деформирования шашек из бесконечного числа их возможных вариантов.



б)

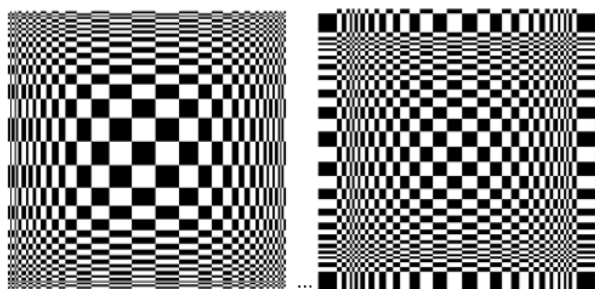
Рис. 2

Программно определяются координаты центров маркеров, выполняется аппроксимация кривых, соединяющих маркеры. Высокое качество аппроксимации табличных данных обеспечивается применением стандартных сплайнов  $y = \text{spline}(xx, yy, x)$ , интерполирующих данные полиномами третьей степени:  $y = b_3x^3 + b_2x^2 + b_1x + b_0$  [6, с. 539...545]. В представленной зависимости  $x$  – абсциссы аппроксимируемой функции;  $xx, yy$  – абсциссы и ординаты контрольных точек, в которых вычисляются значения аппроксимирующих полиномов, возвращаемые в качестве вектора  $y$ . В табл. 1 приведены коэффициенты полиномов для каждого из аппроксимируемых участков двух примеров кривых деформирования шашек, представленных на рис. 2.

Выполняя нормализацию, масштабирование и смещение преобразующей функции (5) [3 с. 59] последовательно по основе и по утку, определяем новые номера нитей основы и утка деформированного переплетения. Для примера, представленного на

рис. 2-а, массив новых номеров нитей  $[N_{\text{деф}}] = 1, 5, 8, 12, 15, 18, 21, 23, 26, 29, 31, 33, 35, \dots, 94, 94, 94, 95, 95, 95, 96, 96, 96, 96, 97, 97, 97, \dots, 164, 166, 168, 171, 173, 176, 179, 182, 185, 189, 192, 196, 200$ ; для примера, представленного на рис. 2-б, массив новых номеров нитей  $[N_{\text{деф}}] = 1, 3, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, \dots, 90, 90, 91, 92, 92, 93, 93, 94, 94, 95, 95, 95, 96, \dots, 193, 194, 194, 194, 194, 194, 194, 195, 196, 198, 200$ . Отсутствие номеров нитей соответствует уменьшению размеров шашек, повторение отдельных номеров приводит к увеличению размеров шашек. Формируем матрицу цвета точек нового шашечного рисунка  $DN = DN_{R \times R} = (dn_{j,i})_{R \times R}$ , элементы которой принимаем из матрицы  $D$  с номерами строк и столбцов из массива  $[N_{\text{деф}}]$ . По данным матрицы  $DN$  выстраиваем модель нового шашечного рисунка. Модели новых шашечных рисунков, полученных по законам деформирования, представленным на рис. 2-а и б, показаны на рис. 3-а и б соответственно.

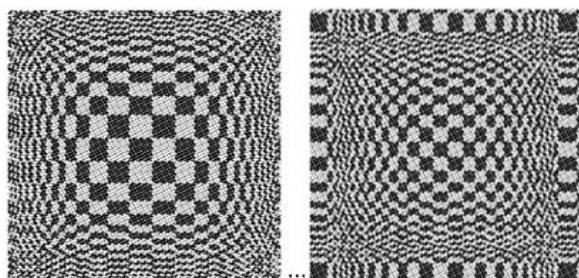
Номер участка, $i$	$b_{3i}$	$b_{2i}$	$b_{1i}$	$b_{0i}$
1	0/-0,0006	0,0017/0,0279	-0,0541/-0,3159	0,9938/0,9938
2	0/-0,0006	0,0010/0,0095	-0,0268/0,0580	0,6012/0,0103
3	0/0,0004	0,0002/-0,0107	-0,0128/0,0453	0,3988/0,9855
4	0/-0,0001	0,0001/0,0022	-0,0096/-0,0397	0,2895/0,7996
5	0/0	0,0002/0	-0,0070/-0,0156	0,1964/0,5393
6	0/0	0,0001/0,0005	-0,0047/-0,0110	0,1397/0,3988
7	0/0	0,0001/0	-0,0025/-0,0057	0,0992/0,3161
8	0/0	0/0	-0,0011/-0,0050	0,0830/0,2624
9	0/0	0/0,0001	-0,0003/-0,0039	0,0749/0,2128
10	0/0	0/0,0001	0,0001/-0,0017	0,0749/0,1839
11	0/0	0/0,0002	-0,0001/0,0017	0,0749/0,1839
12	0/0	0/0	0,0002/0,0036	0,0749/0,2128
13	0/0	0,0001/0,0001	0,0013/0,0047	0,0830/0,2583
14	0/0	0,0001/0,0001	0,0028/0,0060	0,1032/0,3120
15	0/0	0/0,0004	0,0044/0,0110	0,1437/0,3988
16	0/0,0001	0,0002/0	0,0065/0,0151	0,1964/0,5351
17	0/-0,0004	0,0001/0,0023	0,0094/0,0407	0,2854/0,7955
18	0/0,0006	0,0003/-0,0109	0,0130/-0,0449	0,3946/0,9938
19	0/0,0006	0,0010/0,0096	0,0272/-0,0590	0,6012/0,0103



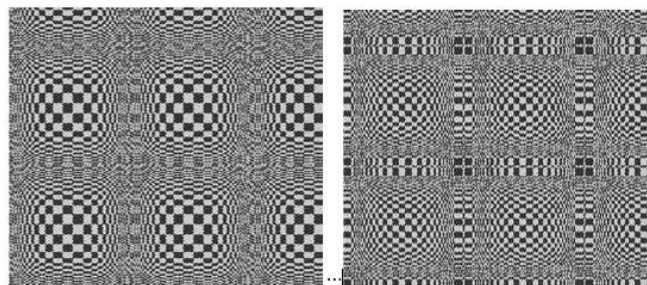
а) б)  
Рис. 3

Пусть нити основы будут темного цвета, нити утка – светлого. Принимаем для шашек темного цвета базовое переплетение атлас 5/3, для шашек светлого цвета – негативное переплетение сатин 5/2. Матричное представление переплетений в памяти

ЭВМ подробно рассмотрено в [3]. Формируем матрицу  $C = C_{R \times R} = (C_{j,i})_{R \times R}$  переплетения путем повторения матрицы базового переплетения атлас 5/3. Анализируя значения элементов матрицы DN, на фрагментах переплетения матрицы C, соответствующих светлым шашкам, заменяем атласное переплетение на сатиновое, для чего определяем координаты основных и уточных перекрытий и заменяем основные перекрытия на уточные (единицы на нули), а уточные – на основные (нули на единицы). На рис. 4-а и б представлены раппорты переплетений, полученных по моделям шашечных рисунков, показанных на рис. 3-а и б соответственно.



а) б)  
Рис. 4



а) б)  
Рис. 5

На рис. 5-а и б представлены виртуальные макеты тканей, раппорты переплетений которых даны на рис. 4-а и б.

У переплетений рассмотренных примеров число разнопереплетающихся нитей равно 10, проборка основных нитей в ремиз – по рисунку, с раппортом проборки, равным раппорту переплетений по основе – 200 нитей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Толубеева Г.И. Методики построения новых теневых переплетений с заданным числом повторений раппортов в ступенях // Текстильная промышленность. – 2012, № 2. С. 32...35.

2. Толубеева Г.И. Новые теневые переплетения с визуальным объемным эффектом // Текстильная промышленность. – 2012, № 3. С. 4...8.

3. Кольцов С.С., Коробов Н.А., Толубеева Г.И. Создание на ткани эффекта объемных полос с помощью шашечных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №1. С. 56...60.

4. Николаев С.Д., Малецкий В.В. Использование ЭВМ при создании новых способов построения комбинированных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 60...63.

5. Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И., Коробов Н.А., Кулида Н.А. Новые комбинированные переплетения, имитирующие выпуклые и вогнутые полусферы на однослойной ткани // Изв. вузов. Технологи-

гия текстильной промышленности. – 2017, №3. С.149...153.

6. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю., Шульц М.М. MATLAB 7: Программирование, численные методы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

#### REFERENCES

1. Tolubeeva G.I. Metodiki postroeniya novyh tenevyyh perepletений s zadannym chislom povtoreний rapportov v stupenyah // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2012, № 2. S. 32...35.

2. Tolubeeva G.I. Novye tenevye perepleteniya s vizual'nym ob'emnym jeffektom // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2012, № 3. S. 4...8.

3. Kol'cov S.S., Korobov N.A., Tolubeeva G.I. Sozdanie na tkani jeffekta ob'emnyh polos s pomoshh'ju shashechnyyh perepletений // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №1. S. 56...60.

4. Nikolaev S.D., Maleckij V.V. Ispol'zovanie JeVM pri sozdanii novyyh sposobov postroeniya kombinirovannyh perepletений // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №3. S. 60...63.

5. Miroshnichenko D.A., Tolubeeva G.I., Korobov N.A., Kulida N.A. Novye kombinirovannye perepleteniya, imitirujushhie vypuklye i vognutyje polusfery na odnoslojnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, №3. S.149...153.

6. Ketkov Ju.L., Ketkov A.Ju., Shul'c M.M. MATLAB 7: Programmirovanie, chislennyye metody. – SPb.: BHV-Peterburg, 2005.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 14.05.17.

УДК 130.2 (=943)

### ТКАЧЕСТВО – КАК СОВОКУПНОСТЬ СРЕДСТВ ЭСТЕТИЗАЦИИ БЫТА И САКРАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА

### TEXTILE PRODUCTS AS SUMMATION OF MEANS OF AESTHETIZATION AND SACRAL COMMUNICATION OF PEOPLES CULTURE

A.E. TATAEVA

A.E. TATAEVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: nauka@atu.kz

*Представлены традиции ткацкого ремесла не фрагментарно (цвет, композиция, содержание и т.д.), а как совокупность средств эстетизации быта и сакральной коммуникации человека. Рассмотрены виды декоративно-прикладного искусства, отражающие характер образного моделирования, в функциях и специфике выразительных средств текстильных изделий. Да-*

*ется философско-эстетическое осмысление универсальных символов ткацкого ремесла. Текстильная продукция сама по себе является обширной символической системой и включает в себя религиозные, философские и психологические личные установки.*

*Traditional textile products are not presented fragmentally in research (color, composition, content, etc) but as summation of means of aesthetization and sacral communication of peoples culture. Types of applied and decorative art are studied, reflecting principal changes in figurative modeling character, in functions and specificity of textile products expressive means. Philosophical and aesthetic conceptualization of universal symbols is given. Textile products themselves are vast symbolic systems and include religious, philosophical, psychological and personal guidelines.*

**Ключевые слова:** традиционный текстиль, текстильная продукция, универсальные символы, назначение текстильной продукции, юрта, настенные ковры, напольные ковры, кииз, войлок, алаша.

**Keywords:** traditional textile, textile products, universal symbols, functions of textile, yurt, walls carpets, floor carpets, kiize, felt, alasha.

Ткачество – одно из древнейших искусств, получившее в народном художественном творчестве наибольшее выражение. С древнейших времен люди открыли для себя ткачество и достигли в этом большого мастерства. Археологический и особенно этнографический материал свидетельствует, что различные народы были знакомы с техникой ручного ткачества и умели выделять ткани из шерсти и растительного волокна еще в первом тысячелетии до нашей эры. О высокой степени развития ткацкого искусства две с половиной тысячи лет назад свидетельствуют прекрасно сохранившиеся до наших дней в слоях вечной мерзлоты Пазырыкских Курганов Горного Алтая тканые и войлочные ковры, а также ковровые изделия скифского периода, представляющие собой большой научный интерес и художественную ценность [1]. Ткачество возникло в условиях натурального хозяйства, когда обработка шерсти являлась одним из главных занятий населения. Ткани (занавески, покрывала, полотенца, скатерти, баскуры и т.п.) и ковры занимали большое место в народном быту и играли в жизни людей обрядовую и эстетическую функции. Являясь предметами утилитарного назначения, они одновременно были фактором декоративного оформления

среды, создания самобытного интерьерного пространства. Ткани ярко окрашивались растительными, затем анилиновыми красителями, составлялись узорные многоцветные композиции. Их особая декоративность, живописная образность отражали самобытность художественного народного видения красоты, гармонии и целесообразности форм [2]. Благодаря узорным тканям с их теплой интенсивной гаммой красок, насыщенной орнаментальной плоскостью, богатой осязаемой фактурой, внутреннее убранство жилища выглядело нарядным и праздничным.

В сакраментальном же восприятии феномена мира ткань очень древний символ и служит знаком покрывала, под которым находится истина. Разделение, тайна, скрытность, защита, скромность, уход, жертвенность. Занавесь отмечает границу между материальным и духовным уровнями бытия, землей и небесами. Ткачество – это древний символ космического творения, представленный как непрерывный процесс, в котором преходящие события – нити, вплетенные в вечно меняющийся рисунок на неизменной основе [3]. Ткацкий станок – это инструмент сотворения вселенной, приспособление, на котором ткется судьба людей. Ковер – это переплетение

нитей, а нить – это непрерывность во времени и в пространстве, связь, судьба – символика, всегда относившаяся к тонкой материи человеческой жизни.

В мистицизме тканое покрывало часто используется как метафора иллюзорного мира материального существования или скрывает абсолютную реальность, слепящий божественный свет. По исламской традиции семьдесят тысяч занавесей из света и тьмы скрывают лицо Аллаха. Узорные полотенца, скатерти, ковры связывались со свадебными ритуалами, обрядами рождения и смерти, составляли приданое невесты. Фата невесты и покрывало вдовы символизируют их переходное состояние. Представление о смерти как безусловном переходе из одного состояния в другое отразилось в выражении за "покрывом смерти". Древние называли небо "покрывалом богов". Семь покрывал в мифе об Иштар соответствуют семи планетарным сферам и их влиянию. Покрывало служит также символом облачения, завертывания, то есть материи явленности, покрывом, прикрывающим природные силы.

Генон видит в ткачестве эквивалент вертикали и горизонтали космического креста, или "креста материи", то есть Духа, вовлеченного во время и пространство, где вертикаль означает различные ступени бытия, а горизонталь – степень развития этих ступеней [4]. Вертикаль также отождествляется с мужским, а горизонталь – с женским принципом. Ткань жизни состоит из сплетения смертного с бессмертным. Единую ткань судьбы отдельных людей – сплетает богиня судьбы. Ткань также связана с идеей паутины. В разных культурах пауки часто предстают как спутники богинь Луны или даже как создатели мироздания. Образ паука, который ткёт паутину, а закончив работу, обрывает нить, близок богиням судьбы. В такой трактовке пауку приписывается роковая сила, а паутина (замысловатая бесконечная сеть) символизирует космос и сокровенные основы бытия.

Животные, птицы, деревья и геометрические формы, вытканые на коврах и тканях, придавали им мистический смысл.

Аналогичным образом молитвенный коврик стал священным предметом для верующих. Он стал атрибутом молитв в мусульманской традиции. Согласно верованиям ковер может поднять верующих на более высокий уровень мироздания. Ковер – важный носитель визуального символизма повсюду в искусстве, и волшебное средство для перемещения из одного места в другое. Например, ковер-самолет в сказках – это полет над действительностью, преодоление всего реального, материального [5]. Кроме того, ковры обладают неповторимой поэтичностью, перенося всю окружающую среду в гармоничные композиции. Орнаментальный строй ковра, его цветовая гамма, композиционные схемы включают в себе многовековую традицию художественной национальной культуры, выражают дух народа и его представления о прекрасном. У восточных народов ковры различных типов имели в быту широкое распространение. Кроме настенных и напольных ковров выделялись мешки для перевозки продуктов и вещей на вьючных животных. Ковры-футляры применялись для хранения хозяйственных предметов, одежды, посуды и выполняли функции домашней обстановки. У многих народов мира ковры составляли приданое невесты, служили в качестве посольских даров и приношения в святилища.

В казахском ковроделии ковры ручной работы подразделяются на два основных вида: на войлочные и тканые. Тканые ковры изготавливаются из пряденой шерсти, хлопка и шелка. Войлочные ковры делаются из непряденой шерсти, предварительно окрашенной и расчесанной [6].

Тканые ковры очень разнообразны по технологическим приемам изготовления и подразделяются на ворсовые – махровые и безворсовые – гладкие.

Безворсовые ковры (килем, паласы) ткались на станках и обычно сшивались из двух-трех тканых полотнищ, которые обрамлялись неширокой каймой. Орнамент их, как и в закладных изделиях, геометрический, составленный из крупных уступчатых ромбов, квадратов и других фигур, рит-

мически заполняющих поле ковра и контрастно выступающих на его поверхности в сочетании зелено-голубых и золотисто-желтых расцветок.

Известно несколько способов тканья, каждый из которых обуславливает стилистическое и символическое разнообразие изделия. Самой распространенной техникой тканья является техника терме. Именно в технике терме изготавливаются составные части паласа – алаша. Название паласа – производное от названия цвета, который у казахов обозначался как "ала" – пестрый, полосатый, многоцветный. Он обозначает не определенный цвет, а цветовую гамму, символизируя всю цветовую гамму мира, являясь таким образом объединяющим цветом, что свидетельствует о гармонии мира. Поэтизация цвета "ала" в песнях связана с любовью к этому миру красок, которых нет в ином мире – мире смерти – и которым нужно наслаждаться и восхищаться сейчас, пока человек жив. Полосы алаша обычно перекликаются с образами уюков, ствола дерева, мировой горы, солнечных лучей и телом человека. Символизирует алаша средний, пестрый мир: мир людей, мир жизни на Земле. Возможно семантика "ала" перекликается с семантикой радуги, которая символизирует мост между сверхъестественным и естественным мирами. В шаманских верованиях ленты цветов радуги помогали в обрядах в путешествии на небо. В исламской традиции цвета радуги суть отражения божественных качеств. Во многих традициях радуга – это дорога в рай.

Не менее интересен из ковров паласного типа ковер арабы килем – дословно – "ковер арабский с паукообразным узором арменши". Как говорилось выше, паук – это лунный и женский знак. Символ, ассоциирующийся с нитью человеческой судьбы. Паутина – символ иллюзии, связанный с фатальностью человеческого существования. Широко распространены ассоциации паука с удачей и богатством. Паутина блестит на солнце как радуга – радостный символ связи неба и земли, знак благоволения неба к земле. В ее спиралевидной форме прочитывается идея творения. Древние видели творение как сеть переплетающихся

сил. Кроме того, паук связан с идеей центра и лабиринта [7].

К ручному рукоделию относится и глубоко традиционное в искусстве казахов производство узорчатых войлочных ковров – кииз. Две его части означают: "із" – след, "ки" – материя, то есть "след материи" (то, что смертно), семантически указывая на образ нижнего мира [8]. Домашнее производство узорчатых войлочных ковров является интересным видом творчества казахов. Единственный материал, из которого может быть изготовлен войлок, – это шерсть. Материалом служила овечья шерсть белого, серого или черного цвета. Техника аппликации узора была различна [9]. В одних случаях войлочные узоры нашивались цветными нитями на украшаемый войлочный фон, в других – цветная шерсть в процессе валяния войлока. В этом случае шерстяные узоры накладывались в заранее намеченные места. Края ковров обычно обшивались тканями различных цветов.

Орнамент войлочных ковров значительно отличается от композиций безворсовых паласов своими криволинейными очертаниями, замкнутыми контурными формами, уходящими в своих истоках в древнюю степную культуру. "Неожиданно в кошмах проступают черты узоров неолитических чаш, пронесенные через тысячелетия...", – замечает критик, сопоставив на выставке археологические изделия с современными [10].

Казахские женщины валяют сегодня из крашенной овечьей шерсти войлоки, поражающие нас ощущением прикосновения к живой древности, к миру людей, извечно подвижных в обширном, но почти неизменном пространстве и не очень чувствительных к движению исторического времени. Духовный мир кочевий продолжает существовать в этих переданных сквозь века узорах войлочных ковров. Их рисунок несколько расплывчат, нечеток: пряди разных цветов соединяются в процессе валяния в цельную массу, перемешиваясь по краям и не образуя четкого контура. Ощутимы плотные, округлые массы окрашенной шерсти, а не контуры, их разделяющие. "Сложные и трудные повороты узора в вязком

войлочном естестве, с силою большого напряжения преодолевающие его инертное сопротивление, воспринимаются как полная человеческой страсти драматическая борьба...",- пишет Семенова Т.С. [11].

Но существует и другая техника ковра – мозаичная. Она придает орнаменту гораздо большую регулярность и четкость: его вырезают из двух вместе сложенных слоев войлока разного цвета. Затем узор одного цвета вшивается в фон другого, точно впадая в его просветы. Стыки фона с узором обшиваются цветным шнуром.

Краски кошмы лаконичны и немногочисленны: красная, черная, белая, а точнее сказать, сероватая или желтоватая – это цвет неокрашенной шерсти, образующий не пустой фон, а такую же плотную и густую массу, как и соседствующие с ним. Для придания ему идеальной белизны мокрую шерсть посыпали мелом [12]. Кроме главных цветов добавлялись еще немного желтый, темно-зеленый и редко синий. Проста и композиция кошмы. Ее поле равномерно, не имеет противопоставленного периферии центра. Как правило, оно стянуто подвижной каймой, которая не только замыкает композицию, но и как бы уплотняет, сжимает ее, подчеркивая упругие массы и узоры, и фона. Волна, или зигзаг, текут по краю, плавно обходя скругленные углы. Это медлительный, циклический ритм встречных движений. В синюю волну входит красная, текущая в обратную сторону. Этот живой ритм перекликается с ритмическим движением основного центрального узора. Завитки и зигзаги будто зацепляют друг друга на расстоянии, как зубчики шестеренки, и сообщают сложный единый ритм всей этой крутой тягучей массе цветного войлока. Так, в кошме оказывается организованным, а значит и выраженным, не только пространство, но и время. То самое однообразноциклическое, эпическое время кочевника, ритмы его жизни, сплетенные с ритмом природы, с величественным строем мироздания.

Наиболее традиционными изделиями для казахского кошмоваляния являются: кииз – войлок гладкий, по обыкновению из

белой или серой шерсти, шел на покрытие юрты, хозяйственные нужды; текемет – кошма постилочная, получаемая путем вваливания рисунков из окрашенной непрядевой шерсти на полуготовую основу, свертываемую вместе с циновкой в рулон, который неоднократно поливался горячей водой и катался ногами и предплечьями рук; сырмак, сырдамал – полотнища постилочные, изготавливаемые по обыкновению путем нашивания на первооснову двух разноцветных, но одинаковых рисунков, вырезанных из тонкого войлока; сырдак – полотнище постилочное, вышитое по войлоку разноцветными шерстяными нитями; тускииз – ковры войлочные настенные [13].

Войлоковаляние – древнейшее текстильное искусство, которое в наше время переживает поистине второе рождение, во многом превращаясь из жизненно необходимого ремесла в яркую форму художественного выражения. Для многих народов войлок был и будет основным видом текстиля, который служит человеку на протяжении всей жизни. Сейчас не только художники профессионалы занимаются этим видом искусства, выполняя утилитарные вещи, но и заинтересованные массы людей различного сословия и возраста активно осваивают азы войлоковаляния. Хотелось бы отметить, что сегодня художники по войлоку пользуются всеми известными приемами изготовления войлоков и придумывают новые приемы. Войлок рождает новые идеи. Сейчас в моду активно входят войлочные аксессуары и украшения из войлока – это различного рода бусы, броши, серьги, кольца, браслеты, шарфы и пояса, тапочки, сумки, игрушки и многое другое; также огромный интерес вызывают войлочные картины, выполненные на разные темы.

Как сказал венгерский этнограф Иштван Видак, изучавший традиции войлоковаляния у разных народов и сам в совершенстве его освоивший: "Чтобы делать войлок, вам не нужно ничего, кроме рук человека и шерсти. Правда, нужно еще очень много труда" [14].



## ВЫВОДЫ

Ткачество в жизни любого народа всегда занимало место значительное и почетное. Оно пронизывало всю его жизнь и в той же мере было включено в сферу духовной деятельности. Ткачество – это обусловленная и исторически развивающаяся художественная деятельность, обладающая совокупностью взаимосвязанных специфических признаков (коллективность творческого процесса, традиционность, нефиксированные нормы передачи произведения от поколения к поколению, полиэлементность и т.д.), тесно связанная с трудовой деятельностью, обычаями народа и его мировоззрением.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Руденко С.И. Культура населения горного Алтая в скифское время. – М.-Л., 1953.
2. Маргулан А.Х. Казахское народное прикладное искусство. – Т.1. – Алма-Ата, Онер, 1986.
3. Энциклопедия символов, знаков, эмблем / Сост. В. Андреева и др. – М.: Локид; Миф, 2000.
4. Генон Р. Символы священной науки / Пер.с франц. – М.: Беловодье, 2002.
5. Стирлен А. Искусство Ислама. Распространение персидского стиля от Исфахана до Тадж-Махала. – М.: Астрель, 2003.
6. Джанибеков У.Д. Культура казахского ремесла. – Алма-Ата, Онер, 1982.
7. Шеллинг Ф.В.Й. Философия искусства. – М., 1966.
8. Каракузова Ж.К., Хасанов М.Ш. Космос казахской культуры. – А.: Евразия, 1993.
9. <http://www.vs-ok.ru/articles/vojlukovoljanie/>

10. Жабинская М.П. Составь узор сам. Орнамент в быту. – Минск: Полымя, 1992.
11. Семенова Т.С. Народное искусство и его проблемы. – М., 1977.
12. <http://visitkazakhstan.kz/ru/about/131/>
13. Маргулан А.Х. Казахская юрта и ее убранство. – 1964.
14. [http://voilok-wool.ru/vse-o-alyanii?mode=mfolder&folder\\_id=7195206](http://voilok-wool.ru/vse-o-alyanii?mode=mfolder&folder_id=7195206)

## REFERENCES

1. Rudenko S.I. Kul'tura naselenija gornogo Altaja v skifskoe vremja. – M.-L., 1953.
2. Margulan A.H. Kazahskoe narodnoe prikladnoe iskusstvo. – T.1. – Alma-Ata, Oner, 1986.
3. Jenciklopedija simbolov, znakov, jemblem / Sost. V. Andreeva i dr. – M.: Lokid; Mif, 2000.
4. Genon R. Simvolj svjashhennoj nauki / Per.s franc. – M.: Belovod'e, 2002.
5. Stirlen A. Iskusstvo Islama. Rasprostranenie persidskogo stilja ot Isfahana do Tadz-Mahala. – M.: Astrel', 2003.
6. Džhanibekov U.D. Kul'tura kazahskogo remesla. – Alma-Ata, Oner, 1982.
7. Shelling F.V.J. Filosofija iskusstva. – M., 1966.
8. Karakuzova Zh.K., Hasanov M.Sh. Kosmos kazahskoj kul'tury. – A.: Evrazija, 1993.
9. <http://www.vs-ok.ru/articles/vojlukovoljanie/>
10. Zhabinskaja M.P. Sostav' uzor sam. Ornament v bytu. – Minsk: Polymja, 1992.
11. Semenova T.S. Narodnoe iskusstvo i ego problemj. – M., 1977.
12. <http://visitkazakhstan.kz/ru/about/131/>
13. Margulan A.H. Kazahskaja jurta i ee ubranstvo. – 1964.
14. [http://voilok-wool.ru/vse-o-alyanii?mode=mfolder&folder\\_id=7195206](http://voilok-wool.ru/vse-o-alyanii?mode=mfolder&folder_id=7195206)

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 29.05.17.

УДК 665.238

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДИСКРЕТНОЙ ОБРАБОТКИ  
ПРИ КИСЛОТНОМ СПОСОБЕ ДОБЫЧИ ШЕРСТНОГО ЖИРА**

**THE USE OF HIGH-ENERGY DISCRETE PROCESSING  
IN ACID METHOD FOR THE PRODUCTION OF WOOL GREASE**

*А.Н. КУНИК, О.Я. СЕМЕШКО, Т.С. АСАУЛЮК, С.А. МЯСНИКОВ, Ю.Г. САРИБЕКОВА*  
*A.N. KUNIK, O.YA. SEMESHKO, T.S. ASAULYUK, S.A. MYASNIKOV, YU.G. SARYBEKOVA*

(Херсонский национальный технический университет, Украина)  
(Kherson National Technical University, Ukraine)  
E-mail: culish.aleksa@yandex.ua.

*В статье предложено применение высокоэнергетической дискретной обработки в технологии очистки шерстяного волокна и дальнейшего извлечения шерстного жира из промывных вод кислотным способом. Установлено, что высокоэнергетическая дискретная обработка шерстяного волокна приводит к увеличению выхода шерстного жира и улучшению его качественных характеристик.*

*The article provides the use of a high-discrete processing wool fiber treatment technology and further extraction of wool grease wash water acidic manner. It was found that high-energy discrete processing.*

**Ключевые слова:** шерстяное волокно, промывка, шерстный жир, высокоэнергетическая дискретная обработка.

**Keywords:** wool fiber, washing, wool grease, high-energy discrete processing.

Современные требования к водным технологиям производств легкой индустрии определяются технической политикой, основным содержанием которой являются разработка и внедрение мероприятий по совершенствованию водных производственных процессов, входящих в единый технологический процесс и предотвращающий сброс неочищенных сточных вод в открытый водоем.

Специфическим устойчивым загрязнителем стоков фабрик первичной очистки

шерсти является шерстный жир. С одной стороны, он – серьезный загрязнитель воды, создающий в силу своей специфичности обширные зоны загрязнения, с другой – служит ценным сырьем для медицинской, пищевой и косметической промышленности.

При извлечении шерстного жира одновременно решаются две задачи: получение ценного сырья и очистка шерстомойных вод от загрязнений этого вида. Вследствие важности решения данных проблем этим

вопросам посвящено большое количество работ [1...4].

На сегодняшний день доля извлечения шерстного жира из отработанных растворов применяются физико-механические или химические способы [5].

Среди физико-механических способов извлечения шерстного жира наибольшее распространение получили сепараторный (обработка моющих растворов в центробежном поле) и флотационно-сепараторный (флотация моющих растворов) способы [6]. В среднем количество уловленных жиров при использовании данных методов жиродобычи составляет 60...65%. Однако, названные методы имеют ряд недостатков: сложное оборудование, большой расход воды, моющих средств и энергии, низкое качество получаемого этим способом жира-ланолина из-за загрязнения и воздействия на него используемых при мойке химических препаратов.

Химические способы заключаются в обработке мочных растворов различными

химическими реагентами: кислотами, хлорной известью, хлористым кальцием, коллоидными глинами, органическими растворителями [7]. Полнота извлечения жира этими способами достигает 90%, но при этом жир также засорен примесями, моющими средствами, имеет повышенную кислотность. Кроме того, требуется оборудование, устойчивое к воздействию химических веществ.

Согласно данным из [8] образующиеся при мойке шерсти промывные воды содержат грубодисперсные примеси, такие как песок, глина, волокна шерсти, растворенные минеральные соли, в основном хлориды натрия, калия и магния. Органические составляющие промывных вод – это щелочные агенты (мыло, сода, поверхностно-активные вещества), соли жирных кислот, шерстный жир (табл. 1). Следует отметить, что состав промывных вод колеблется в зависимости от сорта обрабатываемой шерсти и режима ее промывки.

Т а б л и ц а 1

Показатель	Тонкая шерсть	Полутонкая шерсть	Грубая шерсть
Концентрация взвешенных веществ, г/л	15...25	15...17	40...70
Концентрация шерстного жира, г/л	12...20	10...15	1...3
Сухой остаток, г/л	35...50	45	15...75
Зольность сухого остатка, %	35	40	40
Прозрачность, см	0	0	0
pH среды	10...11	9...10	8...10

Учитывая достаточно высокую щелочность и наличие поверхностно-активных веществ, шерстный жир находится в воде в состоянии устойчивой эмульсии, поэтому традиционные методы его извлечения малоэффективны и требуют интенсификации. По мнению авторов, наиболее перспективными в этом отношении являются методы, основанные на применении физического воздействия, в частности, на использовании высокоэнергетической дискретной обработки (ВДО).

Цель данной работы состояла в исследовании эффективности применения ВДО в технологии очистки шерстяного волокна и дальнейшего извлечения шерстного жира из промывных вод кислотным способом.



Рис. 1

Объектом исследования служила непромытая полутонкая мериносовая шерсть с начальным содержанием жира  $20,7 \pm 0,7\%$ . После предварительной замочки шерстяное волокно промывалось по двухстадийной технологии (рис. 1 – схема очистки шерстяного волокна), которая предусматривает следующую последовательность технологических этапов: предварительно очищенная шерсть поступала в ванну с ВДО ( $\tau = 3$  мин), где происходило удаление минеральных и органических загрязнений, разрушение целостности пленки жировых загрязнений на поверхности волокна. Далее шерсть промывали в растворе моющей композиции ( $C = 1,5$  г/л,  $T=45^\circ\text{C}$ ), где происходила окончательная очистка от минеральных, органических и жировых примесей. В качестве моющего препарата использовали ранее разработанную нами композицию, включающую сульфанол, рицинокс-80, Синтанол ДС-10 и диметилсульфоксид [9].

Остаточное жиросодержание шерсти, очищенной по предложенной технологии, составило  $1,63\%$ .

Шерстный жир, содержащийся в полученных промывных водах, извлекали кислотным способом жиродобычи [10], для чего шерстомойные воды подкисляли серной кислотой до  $\text{pH}=5...3,5$  для разрушения моченой эмульсии. Подкисленную жидкость подогревали до  $60...70^\circ\text{C}$ , при этом шерстный жир выделялся на поверхности в виде коричневой массы. Находящийся под жиром слой жидкости спускали, а жировую массу обрабатывали в автоклаве с целью отделения грязи и частиц воды.

Физико-химические характеристики полученного шерстного жира (табл. 2) определяли согласно стандартным методам анализа масел, жиров и их производных (ШРАС Commission on Oils, Fats and Derivatives) [11].

Т а б л и ц а 2

Показатель	Шерсть	
	необработанная	после ВДО
Цвет	темно-коричневый	коричневый
Кислотное число, мг КОН на 1 г жира	50,40	39,20
Число омыления, мг КОН на 1 г жира	134,64	129,03
Эфирное число, мг КОН на 1 г жира	95,44	78,63
Количество глицерина, %	5,22	4,30
Йодное число, г $\text{I}_2$ на 1 г жира	10,15	6,35
pH водной вытяжки	3,50	3,00

Согласно данным, представленным в табл. 2, полученный кислотным способом жир темно-коричневого цвета, имеет высокую кислотность, что подтверждается значением pH и кислотным числом, а также повышенное число омыления, что согласуется с известными данными [10].

При сравнении физико-химических свойств полученных образцов шерстного жира становится очевидным, что ВДО приводит к улучшению его качественных характеристик. Так, при применении ВДО снижаются кислотное число с 50,40 до 39,20 мг КОН на 1 г жира, эфирное число с 95,44 до 78,63 мг КОН на 1 г жира, йодное число жира с 10,15 до 6,35 г  $\text{I}_2$  на 1 г жира. Число омыления снижается на 4% (с 134,64

до 129,03 мг КОН), что численно коррелируется показателем количества глицерина в жире.

Следует отметить, что применение ВДО шерсти при кислотном способе жиродобычи приводит к увеличению выхода шерстного жира до 96% по сравнению с количеством жира, полученного из необработанного волокна.

## В Ы В О Д Ы

1. Установлено, что применение ВДО в технологии промывки шерстяного волокна способствует не только эффективной очистке шерсти, но и значительной интенсификации дальнейшего извлечения шерст-

ного жира из полученных промывных вод кислотным способом.

2. Применение ВДО приводит к улучшению качественных характеристик шерстного жира – снижению кислотного, эфирного, йодного чисел, а также числа омыления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Dominguez C., Jover E., Bayona J.M., Erra P.* Effect of the carbon dioxide modifier on the lipid composition of wool wax extracted from raw wool // *Analytica Chimica Acta.* – №477, 2003. P. 233...242.

2. *Lopez-Mesas M., Carrillo F., Crespi M.* Microwave enhanced extraction of wool wax from solid wool scour wastes // *Analytica Chimica Acta.* – №494, 2003. P. 255...260.

3. *Sengupta A., Behera J.* Comprehensive view on chemistry, manufacturing & applications of lanolin extracted from wool pretreatment // *American Journal of Engineering Research.* – Vol. 3, Issue 7, 2014. P.33...43.

4. *Ахатова З.С.* Извлечение шерстного жира из промывных вод шерсти в лабораторных условиях электродиализным способом // *Химический журнал Казахстана.* – 2004, №4. С. 151...154.

5. *Мороз А.Н., Черенков А.Д.* Анализ способов извлечения шерстного жира из сточных вод фабрик первичной обработки шерсти // *Вестник НТУ "Харьковский политехнический институт".* – 2011, №12. С. 146... 151.

6. *Васильева Л.Г., Тимошенко Н.К.* Шерстный жир – ланолин // *Сырье и технология.* – Волгоград: Химпром, 2002.

7. *The Lanolin Book:* edited by U. Hoppe. – Hamburg: published by Beiersdorf AG, 1999.

8. *Типовой технологический режим первичной обработки шерсти.* – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1983.

9. *Сарибекова Ю.Г., Семешко О.Я., Ермолаева А.В.* Инновационная технология обработки шерстяного волокна // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2013, №3. С. 79...83.

10. *Гусев Е.В.* Сырье для шерстяных и нетканых изделий и первичная обработка шерсти. – М.: Легкая индустрия, 1977.

11. *Dieffenbacher A., Pocklington W.D.* Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives:

1st Supplement to the 7th Revised and Enlarged Editions. - Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992.

#### REFERENCES

1. *Dominguez S., Jover E., Bayona J.M., Erra R.* Effect of the carbon dioxide modifier on the lipid composition of wool wax extracted from raw wool // *Analytica Chimica Acta.* – №477, 2003. P. 233...242.

2. *Lopez-Mesas M., Carrillo F., Crespi M.* Microwave enhanced extraction of wool wax from solid wool scour wastes // *Analytica Chimica Acta.* – №494, 2003. P. 255...260.

3. *Sengupta A., Behera J.* Comprehensive view on chemistry, manufacturing & applications of lanolin extracted from wool pretreatment // *American Journal of Engineering Research.* – Vol. 3, Issue 7, 2014. P.33...43.

4. *Ahatova Z.S.* Izvlechenie sherstnogo zhira iz promyvnyh vod shersti v laboratornyh uslovijah jellektrodializnym sposobom // *Himicheskij zhurnal Kazahstana.* – 2004, №4. S. 151...154.

5. *Moroz A.N., Cherenkov A.D.* Analiz sposobov izvlechenija sherstnogo zhira iz stochnyh vod fabrik pervichnoj obrabotki shersti // *Vestnik NTU "Har'kovskij politehnicheskij institut".* – 2011, №12. S.146...151.

6. *Vasil'eva L.G., Timoshenko N.K.* Sherstnyj zhir – lanolin // *Syr'e i tehnologija.* – Volgograd: Himprom, 2002.

7. *The Lanolin Book:* edited by U. Hoppe. – Hamburg: published by Beiersdorf AG, 1999.

8. *Tipovoj tehnologicheskij rezhim pervichnoj obrabotki shersti.* – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1983.

9. *Saribekova Ju.G., Semeshko O.Ja., Ermolaeva A.V.* Innovacionnaja tehnologija obrabotki sherstjanogo volokna // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2013, №3. S. 79...83.

10. *Gusev E.V.* Syr'e dlja sherstjanyh i netkanyh izdelij i pervichnaja obrabotka shersti. – М.: Legkaja industrija, 1977.

11. *Dieffenbacher A., Pocklington W.D.* Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives: 1st Supplement to the 7th Revised and Enlarged Editions. - Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992.

Рекомендована кафедрой химических технологий, экспертизы и безопасности пищевой продукции. Поступила 24.04.16.

## АНТИМИГРАЦИОННЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### ANTI-MIGRATION ADDITIVES FOR PLASTICIZED POLYVINYLCHLORIDE MATERIALS

Ю.А. СОКОЛОВА, Р.М. АЛОЯН, М.В. АКУЛОВА, А.Г. СОКОЛОВА, Е.М.ГОТЛИБ  
YU.A. SOKOLOVA, R.M. ALOYAN, M.V. AKULOVA, A.G. SOKOLOVA, E.M. GOTLIB

(Ивановский государственный политехнический университет,  
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,  
Казанский национальный исследовательский технологический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University,  
National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Kazan National Research Technological University)  
E-mail: inep\_s@mail.ru

*Учитывая широкое распространение поливинилхлоридных (ПВХ) материалов в различных отраслях промышленности, в том числе в текстильной, предложен способ повышения долговечности этих материалов, а именно – исключение выделения из них токсичных веществ в процессе эксплуатации – снижение миграции пластификатора на поверхность изделия. Циклокарбонаты эпоксицированного соевого масла могут выполнять функцию антимиграционных добавок в ПВХ-материалах, пластифицированных ЭДОС.*

*Taking into account the fact that polyvinylchloride materials (PVC) are widely spread in various manufacturing sectors, including textile, in the present paper the authors proposed the method of improvement of service durability of these materials, that is elimination of release of toxic substance while in service – of migration of plasticizer to the surface of product. Cyclocarbonates of epoxidized soybean oil can exercise functions of anti-migration additives in PVC-materials plasticized with EDOS.*

**Ключевые слова:** ПВХ, пластификатор ЭДОС, миграция, антимиграционный эффект.

**Keywords:** PVC, plasticizer EDOS, migration, anti-migration effect.

Поливинилхлоридные (ПВХ) материалы в течение последних десятилетий занимают свою устойчивую нишу на рынке отечественных полимерных волокон, текстильных материалов: искусственной кожи, получаемой пропиткой тканей или нанесением на их поверхность одного или нескольких слоев полимерной композиции, тентов, подкладочного текстурита, солевой и электростатической замши, искусственной кожи на основе нетканых изделий и др. [1],[6], [7]. В связи с востребованностью этого вида материалов разработка эффективных методов модификации ПВХ-

композиций с целью направленного регулирования эксплуатационных, санитарно-гигиенических, технологических и экономических характеристик является актуальной. Особенно важно для придания долговечности этому материалу и исключения выделения из него токсичных веществ в процессе эксплуатации – снижение миграции пластификатора на поверхность.

Известно применение в ПВХ-композициях в качестве пластификатора ЭДОСа [2]. Он представляет собой смесь производных 1,3-диоксана, основным компонентом которой является симметричный формаль-4-метил-4-гидроксиэтил-1,3-диоксана.

При использовании в рецептуре ПВХ-композиций ЭДОС этот фактор приобретает еще большее значение вследствие высокой летучести данной пластифицирующей добавки.

Для снижения миграции пластификатора ЭДОС из ПВХ-композиции апробированы циклокарбонаты эпоксицированного соевого масла (ЦКЭСМ) и, для сравнения, промышленный олигомер с циклокарбо-

натными группами Лапролат Л-803 (трициклокарбонатпропиловый эфир полиоксипропилентриола). Он имеет функциональность, равную 3, содержание циклокарбонатных групп – 21...31 %.

Циклокарбонаты эпоксицированного соевого масла (ЦКЭСМ) получены Милославским Д.Г. [3].

Характеристики циклокарбонатов эпоксицированного соевого масла представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование показателя	ЦКЭСМ-53	ЦКЭСМ-75	ЦКЭСМ-90
Массовая доля эпоксидного кислорода, % мас.	2,8	1,3	0,3
Массовая доля циклокарбонатных групп, % мас.	15,6	22,5	26,2

Данные [4] свидетельствуют о том, что на начальных этапах десорбции пластификатора из ПВХ - композиции при комнатной температуре (стадия набухания смолы в ЭДОС) определяющей является роль летучести пластификатора при его миграции в воздушную среду. При повышенных температурах (стадия желирования ПВХ - пасты при 130°C) миграция ЭДОС в воздушную среду лимитируется его диффузией в материале.

Установлено, что миграция легколетучих компонентов из пластифицированной

ЭДОС пасты на основе эмульсионного ПВХ при модификации как лапролатом, так и эпоксицированным соевым маслом (ЭСМ) и ЦКЭСМ различной функциональности на его основе заметно снижается (табл. 2 – влияние циклокарбонатных модифицирующих добавок на миграцию пластификатора ЭДОС из ПВХ-пасты). Это можно объяснить снижением летучести ЭДОС при введении циклокарбонатов, так как именно этот параметр определяет миграцию [5].

Т а б л и ц а 2

Тип модификатора	ЭСМ	ЦКЭСМ-90	ЦКЭСМ-75	ЦКЭСМ-53	Л-803	Стандартная рецептура
Миграция, %	3,9	3,7	3,3	3,4	4,0	4,1

П р и м е ч а н и е. Содержание модификаторов 5 масс.ч. на 100 масс.ч. ПВХ.

При этом наименьший эффект оказывает применение Л-803, а наибольший (снижение миграции на 15...20%) – ЦКЭСМ со степенью превращения эпоксидных групп в циклокарбонатные 53...75%. ЭСМ оказывает промежуточный по величине антимиграционный эффект. Вероятно, циклокарбонатные группы в модификаторе активнее взаимодействуют с пластификатором ЭДОС, чем эпоксидные, независимо от их расположения в цепи. Это говорит, на наш взгляд, о большой роли природы функциональных групп модификатора, чем о его вязкости, в уменьшении миграции пластификатора.

На основании этих данных не прослеживается однозначной корреляции между величиной антимиграционного эффекта и содержанием циклокарбонатных (ЦК) или эпоксидных групп в модификаторах. Так, концентрация ЦК-групп в лапролате Л-803 и ЦКЭСМ -75 практически одинакова, а эффективность их влияния на миграцию ЭДОС существенно отличается.

Очевидно, свой вклад вносит вязкость модифицирующих добавок и строение их основной цепи (стерические факторы). Так, лапролат имеет более разветвленную молекулу, чем циклокарбонаты эпоксицирован-

ного соевого масла, что может затруднять его взаимодействие с пластификатором ЭДОС. ЦКЭСМ-90 оказывает меньший антимиграционный эффект, очевидно, из-за высокой вязкости и, следовательно, худшей

совместимости с ПВХ-пастой (табл. 3 – вязкость при 20°C ЦКЭСМ с различным соотношением эпоксидных и циклокарбонатных групп).

Т а б л и ц а 3

Циклокарбонат	ЦКЭСМ -53	ЦКЭСМ-75	ЦКЭСМ-90
Вязкость, Па·с	6,73	27,74	71,59

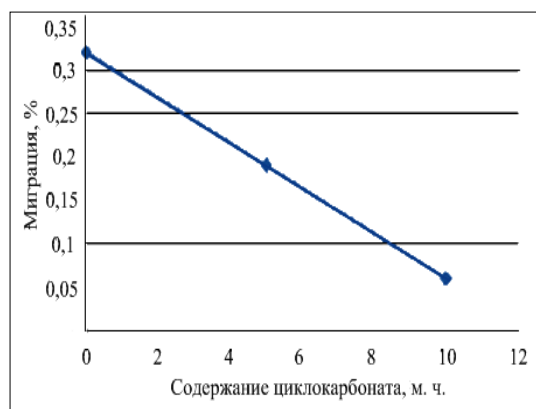


Рис. 1

Из сравнения данных рис. 1 (зависимость миграции легковолетучей фракции пластификатора ЭДОС из готового изделия от содержания ЦКЭСМ-90 в ПВХ - пасте) и табл. 2 следует, что миграция ЭДОС из готового изделия значительно ниже, чем из ПВХ - пасты. Это связано, вероятно, с тем, что большая часть летучих компонентов ЭДОС уже мигрировала в процессе терможелеирования пасты, а их остаточные количества выделяются на поверхность уже готового ПВХ-изделия на ее основе.

Причем необходимо также учитывать, что на этой стадии получения изделия миграция ЭДОС на поверхность лимитиру-

ется диффузией пластификатора в материале. Очевидно, на этот фактор взаимодействие ЭДОС с модификаторами оказывает большее влияние.

С ростом концентрации циклокарбоната эпоксидированного соевого масла миграция ЭДОС закономерно снижается. Введение более чем 10 масс. ч. этого модификатора в ПВХ-композицию не рационально из-за существенного роста ее вязкости, что ухудшает технологические характеристики.

Таким образом, модификация циклокарбонатами дает явно выраженный антимиграционный эффект как в ПВХ - пасте, так и в материале на ее основе, что показано на примере ЦКЭСМ-90. Причем снижение миграции за счет введения циклокарбонатов существенно выше в готовом материале, чем в ПВХ-пасте. Вероятно, это связано с более полным взаимодействием ЦКЭСМ и ЭДОС.

Действительно, ЦКЭСМ хорошо совместимы с ЭДОС, образуя с ним однородные смеси, характеризующиеся меньшей летучестью и более высокой температурой вспышки, чем пластификатор (табл. 4 – физико-химические показатели смесей: ЭДОС – ЦКЭСМ-75 (в числителе) и ЦКЭСМ-53 (в знаменателе)).

Т а б л и ц а 4

Показатель	ЭДОС-5% ЦКЭСМ	ЭДОС-10% ЦКЭСМ	ЭДОС
Летучесть, % масс.	0,49/0,52	0,43/0,54	0,60
Кислотное число, мг КОН/г	0,30/0,29	0,28/0,30	0,34
Температура вспышки, °С	149/147	153/151	146

Это указывает на наличие взаимодействия между ними.

Для объяснения характера модифицирующего действия ЦКЭСМ в пластифицированных ПВХ-композициях было изучено взаимодействие их с пластификатором

ЭДОС в условиях, моделирующих терможелеирование пасты для производства изделия (5 мин при 130°C).

Оценка вязкости (при комнатной температуре) смесей ЭДОС – ЦКЭСМ-75 (в соотношении 1:1) до и после прогрева при



130°C в течение 5 мин показала, что она изменяется по закону, отличному от аддитивности. Так, вязкость ЦКЭСМ при смешении

с ЭДОС на порядок уменьшается (табл. 5 – вязкость ЭДОС, ЦКЭСМ-75 и их смесей до и после прогрева).

Т а б л и ц а 5

Состав	Вязкость, Па·с	
	до прогрева	после прогрева
ЭДОС	71	71
ЦКЭСМ-75	19996	14437
ЭДОС – ЦКЭСМ-75	866	770

Полученные данные по изменению вязкости при нагреве описываемых компонентов и их смесей указывают на совместимость пластификатора ЭДОС и ЦКЭСМ на молекулярном уровне. Действительно, при хранении этих смесей при комнатной температуре в течение нескольких месяцев расслаивания их не происходит.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, циклокарбонаты эпоксицированного соевого масла с оптимальным соотношением оксидных и циклокарбонатных групп и относительно невысокой вязкостью (ЦКЭСМ - 75 и -53) могут выполнять функцию эффективных антимиграционных добавок для ПВХ - композиций, пластифицированных ЭДОС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Энциклопедия полимеров. – М.: Советская энциклопедия, 1974. Т. 2. С.799...802.
2. Готлиб Е.М., Соколова А.Г. Композиционные материалы, пластифицированные ЭДОСом. – М.: Палеотип, 2012.
3. Милославский Д.Г., Ликумович А.Г., Ахмедьянова Р.А., Буркин К.Е., Готлиб Е.М. Циклокарбонаты на основе эпоксицированных растительных масел // Вестник Казанского гос. технолог. ун-та. – 2013. Т.16, № 9. С. 138...141.
4. Лирова Б.И., Лютикова Е.А., Сафонов А.П., Терзиян Т.В., Беркута Б.А., Дегтярев С.И., Прусский М.И. Изучение процесса миграции из пластифицированных композиций на основе поливинилхлорида // Прикладная химия. – 2006, № 6. С.1018...1024.
5. Кожневиков Р.В., Готлиб Е.М., Милославский Д.Г., Соколова А.Г., Шайхутдинов Р.Ф. Модификация ПВХ-композиций для изготовления линолеума циклокарбонатами эпоксицированных растительных масел // Вестник Казанского гос. технолог. ун-та. – 2014. Т.17, № 8. С. 139...140.
6. Федосов С.В., Акулова М.В., Кокшаров С.А., Метелева О.В. Теоретические основы теплопереноса в перспективных технологиях производ-

ства материалов текстильной и строительной отраслей промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 6. С. 157.

7. Федосов С.В., Акулова М.В., Таничев М.В., Козлова О.В. Влияние низкотемпературной плазмы на эффективность окрашивания и прочностные характеристики рулонных стеновых материалов на флизелиновой основе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 4. С.112...116.

## REFERENCES

1. Jenciklopedija polimerov. – М.: Sovetskaja jenciklopedija, 1974. Т. 2. S.799...802.
2. Gotlib E.M., Sokolova A.G. Kompozicionnye materialy, plastificirovannye JeDOSom. – М.: Paleotip, 2012.
3. Miloslavskij D.G., Liakumovich A.G., Ahmed'janova R.A., Burkin K.E., Gotlib E.M. Ciklokarbonaty na osnove jepoksidirovannyh rastitel'nyh masel // Vestnik Kazanskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2013. T.16, № 9. S. 138...141.
4. Lirova B.I., Ljutikova E.A., Safronov A.P., Terzijan T.V., Berkuta B.A., Degtjarev S.I., Prusskij M.I. Izuchenie processa migracii iz plastificirovannyh kompozicij na osnove polivinilhlorida // Prikladnaja himija. – 2006, № 6. S.1018...1024.
5. Kozhevnikov R.V., Gotlib E.M., Miloslavskij D.G., Sokolova A.G., Shajhutdinov R.F. Modifikacija PVH-kompozicij dlja izgotovlenija linoleuma ciklokarbonatami jepoksidirovannyh rastitel'nyh masel // Vestnik Kazanskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2014. T.17, №8. S. 139...140.
6. Fedosov S.V., Akulova M.V., Koksharov S.A., Meteleva O.V. Teoreticheskie osnovy teplomassoperenosa v perspektivnyh tehnologijah proizvodstva materialov tekstil'noj i stroitel'noj otraslej promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 6. S. 157.
7. Fedosov S.V., Akulova M.V., Taniehev M.V., Kozlova O.V. Vlijanie nizkotemperaturnoj plazmy na jeffektivnost' okrashivaniya i prochnostnye harakteristiki rulonnyh stenovyh materialov na flizelinovoj osnove // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 4. S.112...116.

Рекомендована кафедрой строительного материаловедения, специальных технологий и технологических комплексов ИВГПУ. Поступила 01.08.17.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ДЛЯ АНТИМИКРОБНОЙ ОТДЕЛКИ  
ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**MODELING OF THE COMPOSITION FOR THE ANTIMICROBIAL FINISHING  
OF CELLULOSIC TEXTILE MATERIALS**

*С.М. РАХИМОВА, Б.Р. ТАУССАРОВА*  
*S.M. RAKHIMOVA, B.R. TAUSSAROVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: s.rahimova@atu.kz

*Статья посвящена определению оптимального состава композиции для придания антимикробных свойств целлюлозным текстильным материалам методом математической статистики. Результаты математической обработки позволили определить оптимальные концентрации аппретирующей композиции для заключительной отделки текстильных материалов.*

*The article is devoted to the determination of the optimal composition of a dressing coating for imparting antimicrobial properties to cellulosic textile materials using mathematical statistics. The results of the mathematical processing allowed to determine the optimum concentrations of the dressing composition for final finishing of textile materials.*

**Ключевые слова:** моделирование, оптимизация, математическая обработка, оптимальные концентрации, антимикробная отделка.

**Keywords:** modeling, optimization, mathematical processing, optimal concentration, antimicrobial treatment.

Ранее в работах [1], [2] была представлена информация по разработанному составу для придания антимикробных свойств целлюлозным текстильным материалам на основе поливинилового спирта, салициловой кислоты, сульфата меди и мочевины.

Совокупность данных, полученных экспериментальным путем, среди которых рабочие концентрации компонентов антимикробного препарата, микробиологическая обсемененность, разрывная нагрузка, были обработаны методами математической статистики [3], [4].

Целью математической обработки результатов эксперимента явилась оптимиза-

ция состава для антимикробной отделки целлюлозного текстильного материала.

Предварительно была проведена проверка результатов для исключения грубых ошибок [3], которая подтвердила корректность проведенных исследований и высокую точность использованных методик.

Следующим этапом в математической обработке явилось решение оптимизационных задач, направленное на нахождение оптимальных значений варьируемых факторов.

Исследовалось влияние антимикробной отделки на функционально-технологические и механические свойства целлюлозного текстильного материала. На основа-

нии полученных экспериментальных данных необходимо было выбрать наилучший вариант состава антимикробной отделки, обеспечивающий оптимальное значение целевых функций (критериев оптимизации).

В качестве регулируемых факторов были выбраны следующие параметры: концентрация салициловой кислоты, г/л; концентрация мочевины, г/л и концентрация сульфата меди, г/л.

Введены обозначения для выбранных параметров, а также наложены ограничения, определяющие область допустимых значений локальных критериев оптимальности.

Регулируемые факторы (переменные):

X1 – концентрация салициловой кислоты, г/л;

X2 – концентрации мочевины, г/л;

X3 – концентрации сульфата меди, г/л.

Критерии оптимальности (целевые функции):

Y1 – показатели микробиологической обсемененности, количество клеток;

Y2 – показатели разрывной нагрузки, Н;

Y3 – воздухопроницаемость,  $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ .

Условиями оптимальности целевых функций являются:

Y1 → min;

Y2 → max;

Y3 → max.

Оптимизация проводилась для каждой целевой функции в отдельности. В табл. 1 представлены экспериментальные уровни варьируемых факторов.

Таблица 1

№ уровня	Управляемые факторы		
	X1, г/л	X2, г/л	X3, г/л
1	2	4	1
2	4	4	2
3	6	4	3

Формализованную математическую зависимость получили в виде суммы нелинейных функций:

$$Y = \sum_{i=1}^n F_i(X_i). \quad (1)$$

Диапазоны варьирования факторов были взяты из собственных исследований. План реализации эксперимента составлен на основе ортогональных квадратов. Расширенная матрица планирования приведена в табл. 2.

Таблица 2

№	X1	X2	X3	Y1	Y1cp	Y2	Y2cp	Y3	Y3cp
1	2	4	2	3000	3125	330	297,5	180	180
2	2	4	1	3500		280			
3	2	4	3	2500		300			
4	2	4	1	3500		280			
5	4	4	1	500	125	380	370	180	180
6	4	4	3	0		365			
7	4	4	3	0		365			
8	4	4	2	0		370			
9	6	4	2	0	0	370	366,75	180	180
10	6	4	1	0		360			
11	6	4	2	0		367			
12	6	4	3	0		370			
Среднее значение				1083,3		344,75		180	

Уравнения, содержащие фактор каждого уровня:

$$\begin{aligned} Y_1 &= F_1(X1_j) + F_2(X2_j) + F_3(X3_j), \\ Y_2 &= F_1(X1_j) + F_2(X2_j) + F_3(X3_j), \\ Y_3 &= F_1(X1_j) + F_2(X2_j) + F_3(X3_j), \\ Y_4 &= F_1(X1_j) + F_2(X2_j) + F_3(X3_j), \\ Y_5 &= F_1(X1_j) + F_2(X2_j) + F_3(X3_j). \end{aligned}$$

Для каждого критерия оптимальности определено среднее значение:

$$Y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i. \quad (2)$$

Найдено среднее значение критериев оптимальности для *i*-го фактора на *j*-м уровне:

$$Y_{ij} = \frac{k}{N} \sum_{i=1}^{N/k} Y_{u_{ij}}. \quad (3)$$

где *N* – число опытов в плане; *k* – количество факторов.

Рассчитаем эффект *i*-го фактора на *j*-м уровне, для каждого фактора по числу уровней:

$$\Theta_{ij} = Y - Y_{ij}.$$

При этом соблюдено необходимое условие равенства суммы эффектов на каждом уровне нулю, что говорит о корректности составленного плана эксперимента. Результаты расчетов представлены в табл. 3...5: влияние управляемых факторов на показатели микробиологической обсемененности (табл. 3); на показатели разрывной нагрузки (табл. 4); на воздухопроницаемость ткани (табл. 5).

Т а б л и ц а 3

Факторы		Уровень целевой функции			
		1	2	3	4
X1	г/л	2	4	6	***
	$\Theta_{ij}$	0,30667	-0,0058	-0,2008	
X2	г/л	4	4	4	4
	$\Theta_{ij}$	-0,1633	0,08	-0,0767	-0,1667
X3	г/л	1	2	3	***
	$\Theta_{ij}$	0,15167	-0,0883	-0,0633	

Т а б л и ц а 4

Факторы		Уровень целевой функции			
		1	2	3	4
X1	г/л	2	4	6	***
	$\Theta_{ij}$	0,03667	0,00667	-0,0433	
X2	г/л	4	4	4	4
	$\Theta_{ij}$	0,145	0,03167	-0,145	0,03167
X3	г/л	1	2	3	***
	$\Theta_{ij}$	0,05167	0,00667	-0,0583	

Т а б л и ц а 5

Факторы		Уровень целевой функции			
		1	2	3	4
X1	г/л	2	4	6	***
	$\Theta_{ij}$	0,51	-0,175	-0,535	
X2	г/л	4	4	4	4
	$\Theta_{ij}$	0,0516	0,2436	0,14771	-0,0635
X3	г/л	1	2	3	***
	$\Theta_{ij}$	0,0125	-0,0811	0,1875	

Графическая интерпретация результатов обработки экспериментальных данных представлена на рис. 1...3 (рис. 1 – влияние концентрации салициловой кислоты на межфакторные эффекты целевых функций; рис. 2 – влияние концентрации сульфата меди на межфакторные эффекты целевых

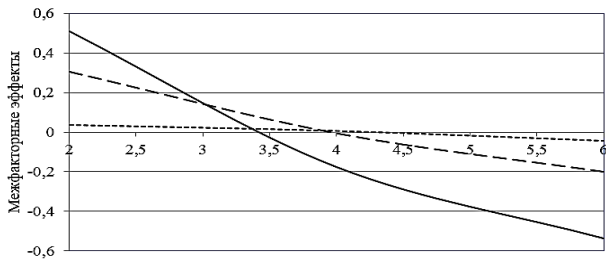


Рис. 1

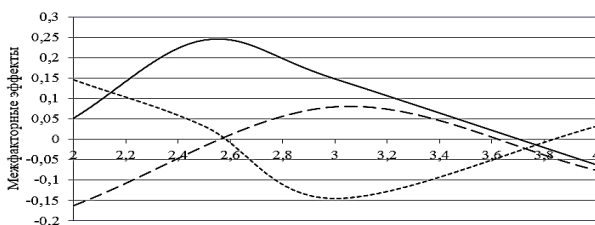


Рис. 3

Оптимальные параметры целевых функций, представленные на рисунках в виде зависимостей  $\mathcal{E}_{ij} = F(X_i)$ , следует искать в области минимизации межфакторных эффектов для всех целевых функций, при условии  $\mathcal{E}_{ij} \rightarrow 0$ .

## ВЫВОДЫ

Как видно из рис. 1...3, применение методов математической статистики позволило установить оптимальный состав антимикробной отделки. Наиболее рациональное значение концентрации салициловой кислоты составило 4 г/л, значение концентрации мочевины – 4 г/л, значение концентрации сульфата меди – 2 г/л. При таком составе антимикробной отделки выполняются заданные условия оптимальности целевых функций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рахимова С.М., Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Буркитбай А. Разработка композиционного

функций; рис. 3 – влияние количества мочевины на межфакторные эффекты целевых функций: — — — антимикробные показатели, кол-во клеток; - - - - разрывная нагрузка, Н; — — — — воздухопроницаемость,  $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ).

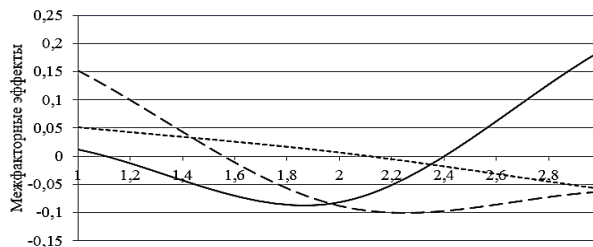


Рис. 2

состава для придания антимикробных свойств хлопчатобумажной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С.75...78.

2. Патент РК № 29451. Состав для придания антимикробных свойств целлюлозным текстильным материалам / Рахимова С.М., Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Буркитбай А. – Оpubl.16.02.2015, бюл.№2.

3. Рахимова С.М., Логинова Л.В., Таусарова Б.Р. Определение оптимальных концентраций компонентов аппрета для антимикробной отделки хлопчатобумажной ткани // Вестник Алматинского технолог. ун-та. – 2015, №4(109). С.102...104.

4. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – Л.: Химия, 1975.

## REFERENCES

1. Rahimova S.M., Tausarova B.R., Kutzhanova A.Zh., Burkitbaj A. Razrabotka kompozicionnogo sostava dlja pridanija antimikrobnih svojstv hlochatobumazhnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S.75...78.

2. Patent RK № 29451. Sostav dlja pridanija antimikrobnih svojstv celljuloznym tekstil'nym materialam / Rahimova S.M., Tausarova B.R., Kutzhanova A.Zh., Burkitbaj A. – Opubl.16.02.2015, bjul.№2.

3. Rahimova S.M., Loginova L.V., Tausarova B.R. Opredelenie optimal'nyh koncentracij komponentov appreta dlja antimikrobnaj otdelki hlochatobumazhnoj tkani // Vestnik Almatinskogo tehnolog. un-ta. – 2015, №4(109). S.102...104.

4. Sautin S.N. Planirovanie jeksperimenta v himii i himicheskoj tehnologii. – L.: Himija, 1975.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 21.09.17.

УДК 667.017

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
НЕТКАНЫХ ОБРАЗЦОВ**

**STUDY OF STRENGTH CHARACTERISTICS  
OF NONWOVEN SAMPLES**

*A.A. ТАЛАСПАЕВА, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ*  
*A.A. TALASPAYEVA, R.O. ZHILISBAYEVA, S.SH. TASHPULATOV*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)  
E-mail: talaspayeva83@mail.ru; rau45@mail.ru; ssht61@mail.ru

*В статье представлены результаты исследований по определению прочности опытных образцов теплоизоляционных нетканых материалов, используемых для проектирования специальной одежды пожарных.*

*Results of researches on determination of durability of prototypes of heat-insulating nonwoven fabrics of the firefighters who are used for design of special clothes are presented in article.*

**Ключевые слова:** спецодежда, теплоизоляционный слой.

**Keywords:** protective clothing, heat-insulating layer.

В настоящее время огнезащитные материалы представлены в широком ассортименте и с различными показателями, начиная от температурной устойчивости (термостойкости) и прочности до стоимостных характеристик и экологичности в использовании.

Известно, что пакеты материалов для проектирования боевой одежды пожарных состоят из следующих материалов:

- наружный слой (огнезащитный материал верха с полимерным покрытием или без него);

- водобарьерная пленка (может быть съемной, либо в составе материала верха или в составе с теплоизоляционной подстежкой);

- теплоизоляционная подстежка, состоящая из теплоизолирующего барьерного слоя (нетканый материал) и подкладочного материала [1].

Качественный подбор материалов для проектирования специальной одежды пожарных требует высокой квалификации специалистов и немалых усилий по исследованию

дованию свойств и технических характеристик различных видов тканей. Только лишь благодаря сочетанию технология-материал можно добиться, чтобы спецодежда обеспечивала наибольшую безопасность и комфортность в эксплуатации при повышенных температурах.

В специальной одежде пожарных теплоизоляционный барьерный слой (нетканый материал) играет важную роль, поскольку обеспечивает дополнительную защиту от тепла и огня.

Для получения многослойного теплоизоляционного материала разработаны семь образцов с различным сочетанием и чередованием слоев. Опытные образцы изготовлены с помощью комбинирования иглопробивного и валяльного способов в Научно-исследовательской лаборатории проектирования изделий легкой промышленности и исследованы в научно-исследовательских лабораториях кафедр технологии текстильного производства, технологии конструирования изделий и товаров Алматинского технологического университета.

Для определения характеристик прочностных свойств нетканых материалов использовали методы, изложенные в ГОСТе 15902.3. Полотна нетканые. Методы определения прочности [2].

Абсолютное разрывное удлинение  $IP$ , мм, –это приращение длины пробы к моменту разрыва. Находится по шкале удлинения разрывной машины и рассчитывается по формуле:

$$IP = L1 - L0, \quad (1)$$

где  $L1$  – длина пробы в момент разрыва, мм;  $L0$  – начальная длина пробы, мм.

Относительное разрывное удлинение  $\epsilon_r$  рассчитывают как отношение абсолютного разрывного удлинения к начальной (зажимной) длине пробы материала, %:

$$\epsilon_r = 100 IP / L0. \quad (2)$$

В табл. 1 представлены результаты по разрывной нагрузке и удлинению нетканых образцов, полученные в ходе экспериментов.

Т а б л и ц а 1

Состав слоев	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Разрывная нагрузка, Н		Относительное разрывное удлинение, %	
			длина	ширина	длина	ширина
М3/Ш1/М3	20	337	32,9	24,2	111	135
М2/ШМ1/Ш2	37	207	30,1	22,5	109	119
ШМ1/М3/Ш1	26	292	30,6	25,3	112	131
М2/ШМ5/М3/ШМ5	31	364	33,8	26,7	115	132
М3/Ш/М3/Ш1	30	223	31,5	23,4	100	105
М1/ШМ2	25	240	34,3	27,4	119	147
ШМ7	30	320	31,2	26,3	114	132



Рис. 1

Таким образом, по результатам проведенных исследований (табл. 1, рис. 1 (определение разрывной нагрузки опытных образцов на приборе РТ-250), рис. 2 (показатели относительного разрывного удлинения нетканых образцов), рис. 3 (показатели разрывной нагрузки)) установлено, что разница показателей разрывной нагрузки и относительного разрывного удлинения для образцов изготовленных нетканых полотен составляет соответственно 12,2 и 8,4% по длине и 15,7 и 28,6% по ши-

рине и практически не зависит от плотности и толщины, а зависит от способа скрепления

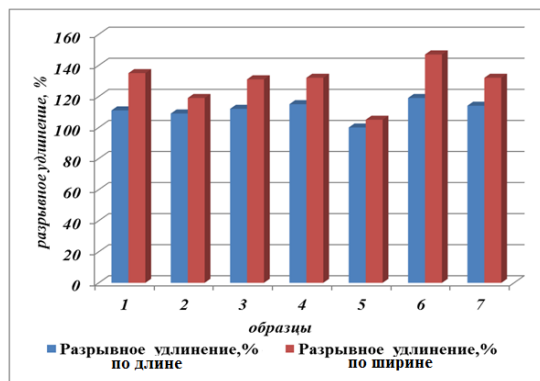


Рис. 2

Так как все образцы полотен изготовлены по комбинированному способу (сочетание иглопрокалывания с последующим валянием), то прочностные характеристики близки по значениям и варьируются в допустимом диапазоне.

Таким образом, из анализа полученных данных следует, что самые оптимальные показатели прочности имеют образцы 1, 4 и 6, в которых соотношение волокон в смеси и слоях составляет 60 / 40 (метаарамида – шерсть) для 1 и 6 образцов, и 50/50 – для 4. Следует отметить, что образец 6 (двухслойный) при меньших значениях толщины и поверхностной плотности имеет лучшие прочностные характеристики, чем образцы 1 (трехслойный) и 4 (четырёхслойный). Очевидно, что при 3...4-слойном формировании нетканого материала в процессе комбинированного скрепления холста происходит более полная "сшивка" холста волокнами, структура нетканого материала становится более упорядоченной вследствие снижения взаимной подвижности волокон. Следовательно, ухудшается возможность перераспределения нагрузки внутри образца, и разрывное усилие приходится на меньшее число структурных элементов. Поэтому показатели относительного разрывного удлинения и механическая прочность нетканого образца несколько снижаются (табл. 1).

ления и процентного соотношения волокон.

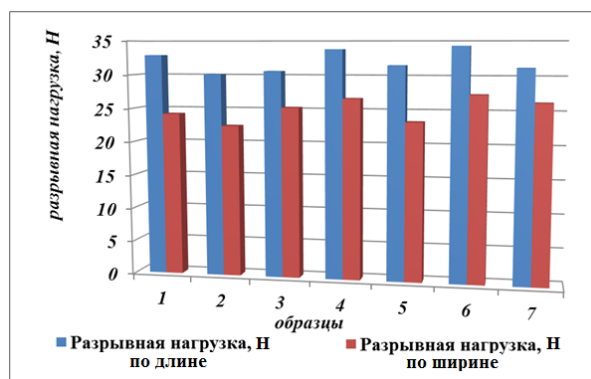


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования согласно ГОСТу 15902.3. Полотна нетканые. Методы определения прочности по определению прочности образцов нетканых тепло- и огнезащитных материалов, изготовленных комбинированным способом, были выявлены оптимальные варианты опытных образцов нетканого материала для дальнейшего подбора пакета материалов к проектированию боевой одежды пожарных 1-го уровня.

## ЛИТЕРАТУРА

1. СТ РК 1495–2006. Боевая одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. ГОСТ 15902.3–79. Полотна нетканые. Методы определения прочности.

## REFERENCES

1. ST RK 1495–2006. Bоеvaja odezhda požarnogo. Obshhie tehničeskie trebovanija. Metody ispytaniј.
2. GOST 15902.3–79. Polotna netkanye. Metody opredelenija prochnosti.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров АТУ. Поступила 29.08.17.



УДК 677.025

**ДВОЙНОЙ КУЛИРНЫЙ ТРИКОТАЖ ФУТЕРОВАННЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ  
С ПЛЮШЕВЫМ ВОРСОМ**

**DOUBLE FILLING-KNIT LINED WEAVES  
WITH A PLUSH PILE**

*В.Е. СКОРНЯКОВ, В.А. ЗАВАРУЕВ, О.П.ФОМИНА, С.И. ПИВКИНА, М.И. ТИХОНОВА*  
*V.E. SKORNYAKOV, V.A. ZAVARUYEV, O.P.FOMINA, S.I. PIVKINA, M.I. TIKHONOVA*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: kafedra\_ttp@mail.ru

*В работе рассмотрены особенности структур и технологии получения двойного кулирного трикотажа футерованных переплетений с плюшевым ворсом на плосковязальной универсальной трикотажной машине.*

*The paper discusses the features of the structures and the technology of double filling-knit lined weave with plush pile by universal flat knitting machine.*

**Ключевые слова:** двойной кулирный трикотаж, футерованные переплетения, плюшевый ворс, структура грунта, технологические циклы вязания.

**Keywords:** double filling-knit, lined weave, plush pile, soil structure, technological cycles of knitting.

Одними из основных требований, предъявляемых к медицинским имплантатам из трикотажного полотна с плюшевым ворсом, являются отсутствие закручиваемости, прочное закрепление плюшевой нити в структуре грунта, а также возможность выработки такого трикотажа на универсальном трикотажном оборудовании [1].

Для ликвидации закручиваемости кулирных трикотажных полотен с плюшевым ворсом в качестве грунта целесообразно использовать петельные структуры двойных кулирных переплетений. В таких структурах чередование лицевых и изнаночных

остовов петель приводит к уравниванию сил изгибающих нити, что обеспечивает отсутствие закручиваемости трикотажного полотна.

При выработке кулирного трикотажного полотна с плюшевым ворсом на универсальных трикотажных машинах наиболее просто осуществить футерованный способ закрепления плюшевой нити в грунте. При этом в структуре двойных кулирных переплетений устойчивое закрепление футерной в структуре грунта нити обеспечивается при прокладывании набросков футерной нити на соседние остовы лицевой и

изнаночной петель грунта за счет дополнительной обвивки футерной нитью протяжек, соединяющих остовы этих петель [2].

Получение плюшевого ворса на базе структур двойных кулирных переплетений можно осуществить при вязании грунта неполными переплетениями, когда часть игл трикотажной машины не вяжет грунт, а используется для образования набросков футерной нити увеличенного размера, формирующих плюшевый ворс.

Схема петельной структуры и графическая запись процесса вязания футерованного трикотажа с плюшевым ворсом на базе черезигольного ластика 1+1 представлена на рис.1.

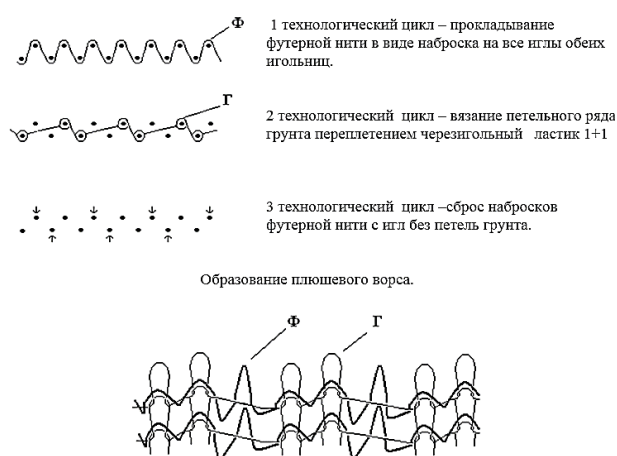


Рис. 1

В 1-м технологическом цикле осуществляется прокладывание набросков футерной нити  $\Phi$  на все иглы двухфонтурной трикотажной машины.

Во 2-м технологическом цикле осуществляется провязывание петельного ряда грунта нитями  $\Gamma$  неравномерным черезигольным ластиком 1+1. Иглы, не участвующие в процессе вязания, удерживают футерную нить от подъема вместе с иглами, образующими грунт.

В 3-м технологическом цикле осуществляется сброс набросков футерной нити с игл, не образующих петли грунта. Из сброшенных набросков футерной нити формируется плюшевый ворс.

Недостатком данной структуры является сжатие плюшевого ворса между пе-

тельными столбиками грунта, так как лицевые и изнаночные петельные столбики в ластичных переплетениях за счет изгибающих сил заходят друг за друга.

Такое сжатие можно ликвидировать, используя в качестве грунта структуру неравномерного черезигольного ластика 1+1 перекрестных переплетений. В данной структуре лицевые и изнаночные петельные столбики располагаются попарно в затылок друг другу, а между соседними парами петель образуются удлиненные протяжки, между которыми и располагается ворс из удлиненных набросков футерной нити.

Схема петельной структуры и графическая запись процесса вязания такого трикотажа представлена на рис. 2.

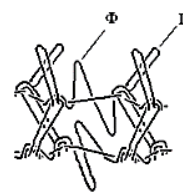
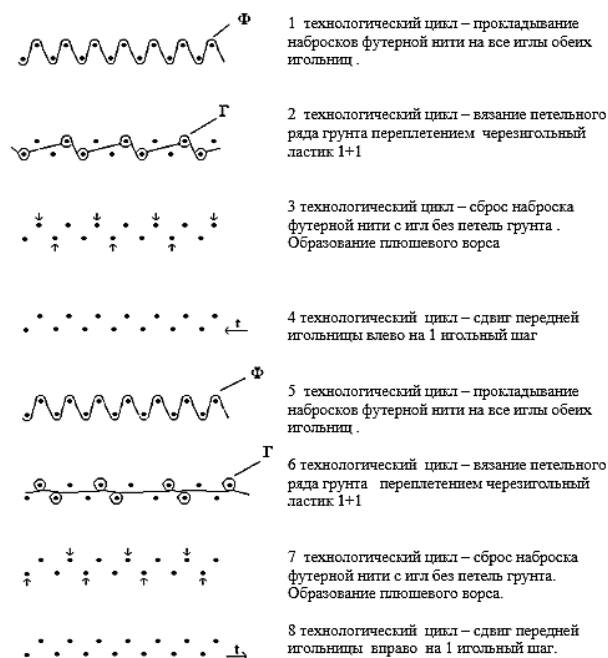


Рис. 2

Отличием данного процесса вязания от предыдущего является выполнение сдвигов передней игольницы перед каждым процессом прокладывания футерной нити на 1 игольный шаг поочередно влево и вправо.

Характерной особенностью структур футерного трикотажа с плюшевым ворсом и с ластичным переплетением в качестве грунта является вертикально-линейное расположение плюшевого ворса между соседними парами лицевых и изнаночных петельных столбиков.

Для получения на поверхности полотна равномерно расположенного плюшевого ворса в горизонтальном и вертикальном направлениях в качестве грунта предлагаем использовать двухизнаночное комбинированное переплетение с чередованием лицевых и изнаночных петель как по петельному ряду, так и по петельному столбику.

Схема структуры такого трикотажа и графическая запись процесса его вязания приведена на рис. 3.

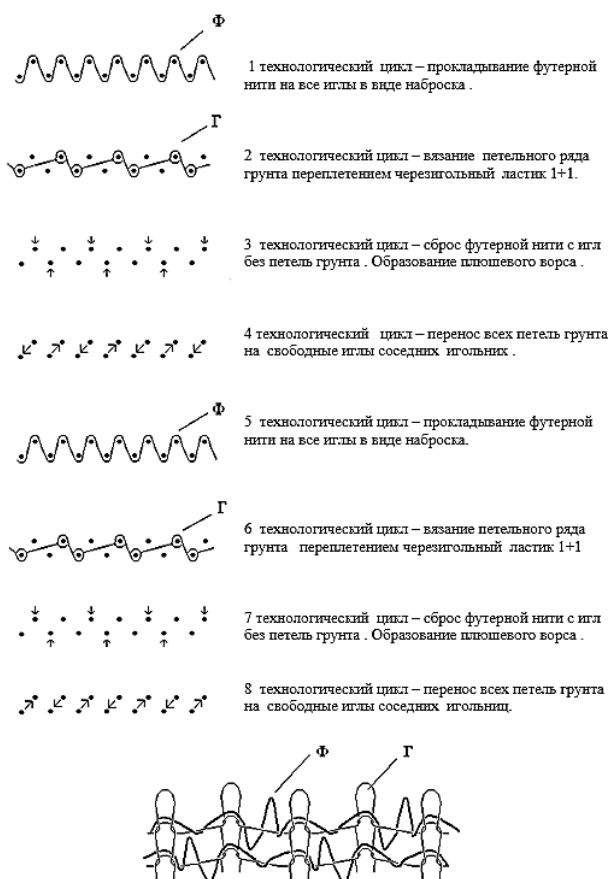


Рис. 3

Процесс вязания такого трикотажа отличается от процесса вязания футерованного трикотажа с плюшевым ворсом на базе черезигольного ластика 1+1 тем, что после каждой операции сброса набросков футер-

ной нити с игл осуществляется дополнительный технологический цикл петлепереноса всех петель грунта на свободные иглы соседних игольниц.

Такой петлеперенос обеспечивает не только чередование лицевых и изнаночных остовов петель в каждом петельном столбике грунта, но и шахматное расположение увеличенных набросков нити в соседних петельных рядах, что приводит к равномерному застилу поверхности трикотажного полотна плюшевым ворсом в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Данные варианты образцов двойного кулирного трикотажа футерованных переплетений с плюшевым ворсом были выработаны на плосковязальной машине с электронным управлением фирмы Steiger.

Анализ процессов получения данного вида трикотажа показал, что для их реализации используются только стандартные технологические операции универсальных вязальных машин – образование петель, образование набросков, сдвиг игольниц и процессов петлепереноса остовов петель на иглы соседней игольницы. Следовательно, данный вид трикотажа можно получать на любом универсальном плосковязальном оборудовании.

## ВЫВОДЫ

1. Использование двойных кулирных неполных переплетений в качестве грунта трикотажа футерованных переплетений с плюшевым ворсом обеспечивает не только отсутствие закручиваемости трикотажного полотна, но и прочное закрепление футерной нити в структуре грунта за счет дополнительной обвивки футерной нити вокруг протяжки, соединяющей лицевые и изнаночные остовы петли грунта.

2. Использование в качестве грунта неполного черезигольного ластика 1+1 перекрестных переплетений ликвидирует эффект сжатия плюшевого ворса между соседними петельными столбиками грунта.

3. Использование в качестве грунта структуры двухизнаночного комбинированного переплетения позволяет получить равномерное расположение плюшевого

ворса на полотне в горизонтальном и вертикальном направлениях.

4. Использование при вязании рассмотренных структур двойного кулирного трикотажа футерованных переплетений с плюшевым ворсом только стандартных технологических операций позволяет вырабатывать данный вид трикотажа на универсальном плосковязальном оборудовании.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жуковский В.А. Полимерные имплантаты для герниопластики. – СПб.: Эскулап, 2011.

2. Кудрявин Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. – М.: Легпробытиздат., 1991.

#### REFERENCES

1. Zhukovskij V.A. Polimernye implantaty dlja ger-nioplastiki. – SPb.: Jeskulap, 2011.

2. Kudrjavin L.A., Shalov I.I. Osnovy tehnologii trikotazhnogo proizvodstva. – M.: Legprobytizdat., 1991.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 15.05.17.

УДК 677.11

### СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ФУТЕРОВАННОГО ТРИКОТАЖА С ИМИТАЦИЕЙ ПЛЮШЕВОГО ЭФФЕКТА НА БАЗЕ ГЛАДИ

### METHODS OF OBTAINING FUTURED KNITTED FABRIC WITH IMITATION OF THE PLUSH EFFECT ON THE BASE OF CULMINATION

Э.Е. САРЫБАЕВА, М.У. КУРАМЫСОВА, Л.В. ШКУНОВА  
E.E. SARYBAEVA, M.U. KURAMYSSOVA, L.V. SHKUNOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: elvira-ermek-@mail.ru

*В настоящей статье рассматриваются способы получения футерованного трикотажа с имитацией плюшевого эффекта на базе глади. В работе исследованы свойства футерованного трикотажа. Установлено, что наличие в структуре такого трикотажа удлиненных протяжек увеличивает толщину и уменьшает его объемную плотность.*

*In this article, we consider ways to produce lined knitwear with imitation of a plush effect on the basis of the surface. In this paper, the properties of futter knitwear are investigated. It is established that the presence of elongated broaches in the structure of lined knitwear increases the thickness and reduces the bulk density.*

**Ключевые слова:** трикотажные полотна, футерованное переплетение, протяжка, объемная плотность.

**Keywords:** knit fabric, futered weave, broaching, bulk density.

Себестоимость трикотажа может быть снижена за счет уменьшения поверхностной плотности полотна или при частичном использовании более дешевой пряжи, если это не ухудшает качества трикотажа. В трикотаже футерованного переплетения расход сырья значительно меньше по сравнению с плюшевым трикотажем, так как футерная нить не вяжется в грунт, а висит на платинных дугах петель грунта в виде наброска. Одним из основных его свойств является теплозадерживающая способность полотна.

Показатели теплозадерживающей способности ворсового футерованного трикотажа снижаются после таких операций, как фильцевание, каландрирование и особенно после стирки. Снижение показателей теплозащитных свойств трикотажа после стирки объясняется выпадением ворса. Необходимость включения в технологическую цепочку получения футерованного трикотажа операции ворсования исключает возможность выработки штучных изделий из этого трикотажа. Поэтому расширение ассортимента полотен путем разработки новых структур трикотажа футерованных переплетений, позволяющих использовать его без операции ворсования, является одной из актуальных задач, поставленных перед работниками трикотажной промышленности [1].

Анализируя строение футерованного трикотажа с удлиненными футерными протяжками, легко заметить, что для этого трикотажа характерны особенности трикотажа и плюшевого, и футерованного переплетений: дополнительная нить в его грунте закреплена подобно футерной нити, а протяжки на изнаночной стороне образуются подобно плюшевым. Толщину такого трикотажа легко регулировать изменением длины ворсовых протяжек.

В связи с этим проводились научные исследования по разработке новых структур и способов выработки футерованного трикотажа с имитацией плюшевого эффекта. В результате предложен футерованный трикотаж с имитацией плюшевого эффекта на базе глади.

С целью расширения ассортимента трикотажных полотен и максимального использования технологических возможностей плосковязальных машин разработаны 3 варианта структуры и способов выработки плюшевого трикотажа футерованного переплетения. Сырьем служила хлопчатобумажная пряжа  $T = 20 \text{ текс} \times 3$  [2], [3].

В качестве базового переплетения был выбран футерованный трикотаж с футерной протяжкой обычной длины (вариант I).

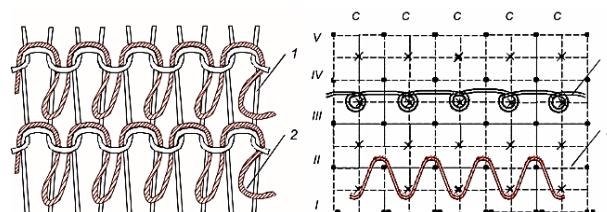


Рис. 1

Для получения варианта II футерованного трикотажа петлеобразующая каретка перемещается слева направо, все иглы передней и задней игольницы поднимаются на неполное заключение. Для этого в вязальной системе передней и задней игольниц верхний заключающий клин 2 выключен, а нижний заключающий клин 3 включен полностью. Прокладывается футерная нить  $\Phi$ , в результате этого все иглы передней и задней игольниц образуют наброски.

В течение второго хода каретки в передней вязальной системе верхний 2 и нижний 3 заключающие клинья включены полностью, и все иглы поднимаются на полное заключение, на них прокладывается грунтовая нить  $\Gamma$ , образуется ряд глади (рис. 1). Иглы задней игольницы не участвуют в процессе петлеобразования. Для этого в петлеобразующей системе задней игольницы клинья 2, 3 выключаются. Во время третьего хода каретки происходит съем плюшевых протяжек с игл задней игольницы. Для этого иглы задней игольницы поднимаются на полное заключение, но нить не прокладывается, а иглы передней игольницы остаются в нерабочем положении. В вязальной системе задней иголь-

ницы включены верхний 2 и нижний 3 заключающие клинья, а в передней вязальной системе оба этих 2 и 3 клина выключены.

Структура и графическая запись варианта II плюшевого трикотажа футерованного переплетения показаны на рис. 1. Трикотаж состоит из петель грунта 1 и из удлиненных плюшевых протяжек 2.

Третий вариант плюшевого трикотажа футерованного переплетения, где плюшевый ряд чередуется с гладким, на машине получается следующим образом.

В течении первого хода каретки на иглах передней игольницы образуется ряд глади из грунтовой нити Г. Для этого клинья 2 и 3 вязальной системы передней игольницы включены полностью, а клинья 2 и 3 вязальной системы задней игольницы выключены. Во время второго хода все иглы передней и задней игольницы поднимаются на неполное заключение. На иглы обеих игольниц накладывается футерная нить Ф, в результате этого все иглы образуют наброски. В течение третьего хода каретки в передней вязальной системе верхний 2 и нижний 3 заключающие клинья включаются, и все иглы поднимаются на полное заключение. На них прокладывается грунтовая нить Г, и образуется ряд глади. Иглы задней игольницы в работе не участвуют. Во время четвертого хода каретки происходит съем плюшевых протяжек с игл задней игольницы.

Для этого иглы задней игольницы поднимаются на полное заключение, но нить на них не прокладывается, а иглы передней игольницы остаются в нерабочем положении.

Структура и графическая запись варианта III плюшевого трикотажа футерованного переплетения показаны на рис. 2. Трикотаж состоит из петель грунта 1 и из удлиненных плюшевых протяжек 2.

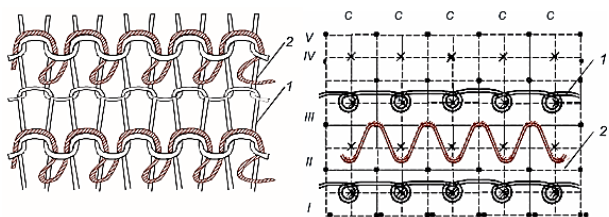


Рис. 2

Четвертый вариант плюшевого трикотажа футерованного переплетения на машине получается следующим образом. Во время первого хода каретки четные иглы передней и задней игольницы поднимаются на неполное заключение и на них прокладывается футерная нить Ф, в результате на иглах образуются наброски (рис. 3).

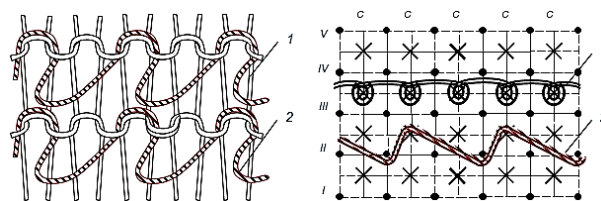


Рис. 3

Для этого клинья 2 и 3 вязальной системы передней и задней игольницы включены на половину. В этом случае иглы с высокими пятками участвуют в работе, а иглы с низкими пятками в работе не участвуют.

В течение второго хода каретки иглы передней игольницы провязывают из грунтовой нити Г ряд глади.

Во время третьего хода каретки происходит съем плюшевых протяжек с игл задней игольницы.

Структура и графическая запись варианта IV плюшевого трикотажа футерованного переплетения показаны на рис. 3. Трикотаж состоит из петель грунта 1 и из удлиненных плюшевых протяжек 2.

Все варианты плюшевого трикотажа футерованного переплетения были выработаны в одинаковых условиях, то есть натяжение, глубина кулирования нити и сила оттяжки трикотажа были одинаковыми.

Длина футерных протяжек в трикотаже такая же, как и у плюшевых, так как в процессе их образования футерная нить кулируется иглами другой игольницы. Поэтому полученный трикотаж можно использовать без операции ворсования.

Дальнейшего удлинения футерных протяжек можно достичь благодаря увеличению расстояния между игольницами, а также глубины кулирования футерной нити

иглами задней игольницы. Для выработки трикотажа этого вида нет необходимости в изменении конструкции машины или установке дополнительных механизмов и приспособлений.

При выработке футерованного трикотажа варианта IV раппорт кладки нитей как минимум равен (1+1). Это означает, что футерная нить в процессе петлеобразования прокладывается на одну иглу на стержень, а на другую – за ее спинку. В результате этого количество игл и дополнительных элементов, участвующих в кулировании футерной нити, уменьшается в два раза по сравнению с кулированием плюшевой нити при выработке платированного плюшевого трикотажа. Это приводит к уменьшению заземления футерной нити при выполнении операции кулирования.

Анализ результатов исследования показывает, что, вырабатывая футерованный трикотаж с удлиненными протяжками, мы получаем трикотаж с уменьшенной объемной плотностью.

Если объемная плотность варианта IV футерованного трикотажа при поверхностной плотности  $M_s = 390 \text{ г/м}^2$  и толщине  $T = 1,25 \text{ мм}$  равна  $312 \text{ мг/см}^3$ , то объемная плотность базового футерованного трикотажа (вариант I) при поверхностной плотности  $M_s = 318 \text{ г/м}^2$  и толщине  $T = 0,89 \text{ мм}$  равна  $357 \text{ мг/см}^3$ . Абсолютное объемное облегчение при этом, по сравнению с базовым, составит:

$$\Delta\delta = \delta_B - \delta = 357 - 312 = 45 \text{ мг/см}^3,$$

а относительное облегчение:

$$\theta\Delta = \left(1 - \frac{\delta}{\delta_B}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{312}{357}\right) \cdot 100 = 13\%.$$

## ВЫВОДЫ

Результаты экспериментального исследования показали, что объемная плотность

футерованного трикотажа с удлиненными футерными протяжками значительно меньше, чем базовый футерованный трикотаж. Наличие в структуре футерованного трикотажа удлиненных протяжек увеличивает толщину и уменьшает объемную плотность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Варламов А.Р. Разработка ресурсосберегающих процессов вязания трикотажных полотен комбинированных футерованных переплетений на кругловязальных машинах: Дис....канд. техн. наук. – М., 2011.
2. Сарыбаева Э.Е., Башкова Г.В. Особенности технологии вязания футерованного трикотажа с имитацией плюшевого эффекта // Тез. докл. межвуз. науч.-техн. конф.: Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК-2014). – Иваново: ИГТА, 2014. С. 56...57.
3. Сарыбаева Э.Е., Байжанова С.Б., Убайдуллаева Д., Мукимов М.М. Технология получения плюшевого трикотажа футерованного переплетения на плоскофанговой машине КН-323D // Тез. докл. Междунар. научн.-практич. конф.: Безопасность пищевых продуктов и товаров народного потребления. – Алматы: АТУ, 2008. С.93...94.

## REFERENCES

1. Varlamov A.R. Razrabotka resursosberegajushchih processov vjazaniya trikotazhnyh poloten kombinirovannyh futerovannyh perepletenij na kruglo-vjazal'nyh mashinah: Dis....kand. tehn. nauk. – M., 2011.
2. Sarybaeva Je.E., Bashkova G.V. Osobennosti tehnologii vjazaniya futerovannogo trikotazha s imitaciej pljushevogo jeffekta // Tez. dokl. mezhvuz. nauch-tehn. konf.: Molodye uchenye – razvitiju tekstil'no-promyshlennogo klastera (POISK-2014). – Ivanovo: IGTA, 2014. S. 56...57.
3. Sarybaeva Je.E., Bajzhanova S.B., Ubajdullaeva D., Mukimov M.M. Tehnologija poluchenija pljushevogo trikotazha futerovannogo perepletenija na ploskofangovoj mashine KN-323D // Tez. dokl. Mezhdunar. nauchn.-praktich. konf.: Bezopasnost' pishhevyyh produktov i tovarov narodnogo potreblenija. – Almaty: ATU, 2008. S. 93...94.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 21.09.17.

## ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ФАСОННОЙ ПРЯЖИ НА ВЯЗАЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ

### PECULIARITIES OF PROCESSING OF THE SHAPED YARN ON THE KNITTING EQUIPMENT

М.А. ОРМАНОВА, Б.Р. РАШИДОВА, М.У. КУРАМЫСОВА  
M.A. ORMANOVA, B.R. RASHIDOVA, M.U. KURAMYSOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: Caltanat-84@mail.ru

*В настоящей статье рассматривается переработка петлистой фасонной пряжи на плосковязальном оборудовании. В работе изучены строение и свойства фасонной петлистой пряжи. Выявлено влияние линейного и поверхностного модуля петли на физико-механические свойства трикотажных полотен.*

*This article deals with the processing of looped yarn on flat knitting equipment. The structure and properties of a shaped looped yarn have been studied. The influence of the linear and surface loop module on the physical and mechanical properties of knitted fabrics was revealed.*

**Ключевые слова:** трикотаж, фасонная пряжа, модуль.

**Keywords:** knitwear, shaped yarn, module.

Наиболее важной и актуальной проблемой в производстве трикотажных изделий является повышение их качества, улучшение и обновление ассортимента изделий. В теоретическом аспекте решение этой проблемы заключается в дальнейшем развитии теории трикотажных переплетений, создание новых видов пряжи, разработка высокоэффективных процессов вязания с оптимальными параметрами и свойствами трикотажных полотен. Разнообразен ассортимент трикотажной одежды. Изделия выполняются из различных видов пряжи, переплетений и на разном виде вязального оборудования. В настоящее время все большее количество изделий выполняют из фасонной или в сочетании с ней гладких видов пряжи.

Фасонная пряжа, имеет красивый внешний вид и, следовательно, можно

предположить, что изделия из нее будут иметь внешний вид соответствующий самой пряже. Однако практика показывает, что прямой зависимости между этими факторами нет. Так, красивый внешний вид пряжи не всегда дает возможность получения красивого внешнего вида полотна, а из пряжи "неброской" по эффектам получаются интересные и модные полотна.

На предприятии АО "Касиет" (г. Токмок) была изготовлена опытная партия петлистой фасонной пряжи 132 текс следующего состава:

- стержневая нить, ПАН и полушерстяная петлистая пряжа, T=33,3;
- закрепительная нить, ПАН и полушерстяная петлистая пряжа, T=31,4;
- нагонная нить, ПАН и полушерстяная петлистая пряжа, T=35,5.



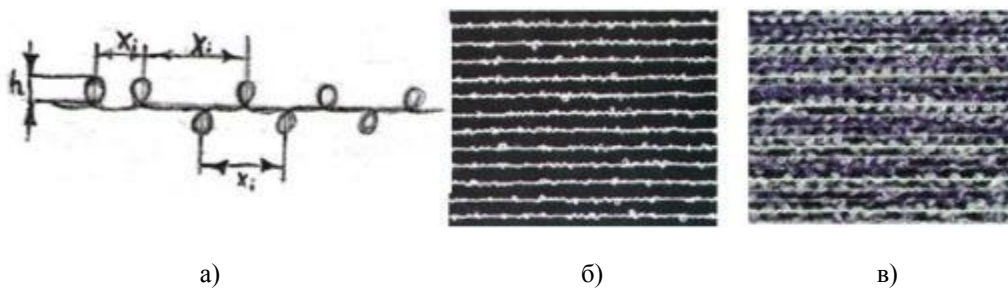


Рис. 1

Из рис. 1-б, в видно, что высота  $h$  фасонной петли по перпендикуляру к длине нити составляет в среднем 3мм; расстояние между фасонными петлями  $x_i$  – величина переменная и составляет от 3 до 8 мм.

Учитывая сказанное выше, о петлистей фасонной пряже, необходимо, чтобы петли имели наибольший модуль петли. Проведенный эксперимент показал, что качество трикотажного полотна из фасонной пряжи зависит от структуры пряжи. Для этого необходимо знать основные параметры полотна, такие как число петельных столбиков, петельных рядов, поверхностную плотность, длину нити в петле и в своем строении "петельки" и поверхностного модуля петли.

Для определения линейной плотности фасонной пряжи, а также ее составляющих необходимо определить как массу самой фасонной нити, так и ее составляющих. Определяем массу 1м нити в граммах:  $m_{ф.п}=0,132$  г, то есть  $T=132$  текс.

Распуская фасонную пряжу на составляющие, определяли:

- масса стержневой нити 0,035 г при ее длине 105 см;
- масса закрепительной нити 0,032 г при ее длине 102 см;
- масса нагонной нити 0,066 г при ее длине 186 см.

Необходимо рассчитать массу составляющих нитей на длину 100 см с целью определения линейной плотности:

стержневая нить: 0,035-105,

$X = 100\%$ , 0,33 г/масса 1 м, то есть  $T=33$  текс;

закрепительная нить: 0,032-102,

$X = 100\%$ , 0,313 г/масса 1 м, то есть  $T=31,3$  текс;

нагонная нить: 0,066-186,

$X = 100\%$ , 0,35 г/масса 1 м, то есть  $T=35,5$  текс.

Фасонная пряжа имеет в своем строении "петельки", а на одном ее метре располагается около 120...130 петелек. Тогда, приняв во внимание, что длина нагонной нити в 1м фасонной пряжи составляет 186 см, видим, что на "петельки" приходится 86 см, следовательно, длина каждой "петельки" находится в пределах  $860-120 = 7,17$  м и  $860-130 = 6,62$  м, а среднее значение 6,88 м. Высота "петельки" будет равна в среднем  $6,88:2 = 3,44$  м, а расстояние между петлями  $z$  при пересчете "петелек" на 1 м в среднем будет равно  $\approx 125$ ;  $Z= 1000:125 \approx 8$  мм.

Согласно проведенным исследованиям было установлено, что на машине 5-го класса можно перерабатывать данный вид пряжи линейных плотностей  $132 \times 1$ ,  $132 \times 2$ ,  $132 \times 3$  нити. Фасонный эффект наблюдается на обеих сторонах полотен как в одинарных, так и в двойных. Были изготовлены образцы полотен с разными заправочными данными с целью определения фасонного эффекта на обеих сторонах полотна в зависимости от поверхностного модуля петли.

Для подтверждения определения фасонного эффекта на обеих сторонах полотна в зависимости от поверхностного модуля петли проведен расчет ПФЭ  $2^2$  и статистический анализ результатов. По полученным результатам уравнение регрессии принимает следующий вид:

$$y_x = 754 - 16,44 x,$$

где  $x$  – фактор (например, поверхностный модуль петли или линейный модуль петли);  $y_x$  – результат поверхностной плотности трикотажа.

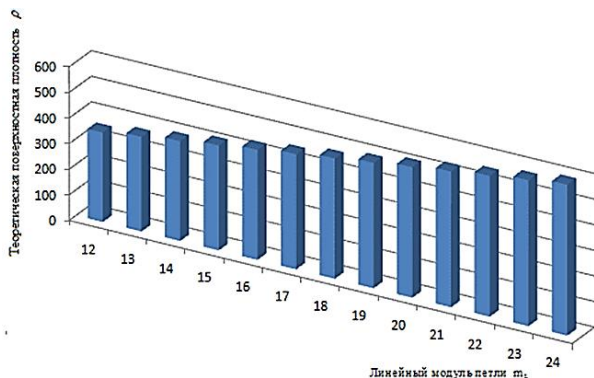


Рис. 2

На рис. 2 представлена зависимость поверхностной плотности трикотажа от поверхностного модуля петли.

## ВЫВОДЫ

Из анализа полученных данных можно сделать выводы, что с увеличением поверхностного модуля петли уменьшается поверхностная плотность трикотажа. При

изучении строения и свойств фасонной петлевой пряжи выявлено влияние линейного и поверхностного модуля петли на физико-механические свойства трикотажных полотен.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Разумеев К.Э., Старостина А.Е., Кудрявцева Т.Н. Производство фасонной пряжи. – М.: Легпромбытиздат, 2005.
2. Орманова М.А. Использование фасонной пряжи в целях изменения свойства трикотажных полотен. – Алмата: АТУ, 2009.

## REFERENCES

1. Razumeev K.Je., Starostina A.E., Kudrjavceva T.N. Proizvodstvo fasonnoj prjazhi. – M.: Legprombytizdat, 2005.
2. Ormanova M.A. Ispol'zovanie fasonnoj prjazhi v celjah izmenenija svojstva trikotazhnyh poloten. – Almata: ATU, 2009.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 21.09.17.

УДК 687.1.016.5

**ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ГОТОВОЙ ОДЕЖДЫ ФИГУРЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ  
В ТРЕХМЕРНОЙ СРЕДЕ**

**ASSESSMENT OF A RIGHT SIZE READY-TO-WEAR CLOTHES  
TO THE CONSUMER'S FIGURE IN THE THREE-DIMENSIONAL SYSTEM**

*И.А. ПЕТРОСОВА, О.А. ШАНЦЕВА, Е.Г. АНДРЕЕВА*  
*I.A. PETROSOVA, O.A. SHANTSEVA, E.G. ANDREEVA*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))  
E-mail: 76802@mail.ru

*В статье предложена система виртуального взаимодействия швейного производства с покупателями путем организации онлайн-продаж производимой одежды и представления в Интернете промышленных коллекций. Система анализирует внешнюю форму и антропометрические характеристики фигуры и определяет верный размер для выбора готовой одежды.*

*The article presents system of virtual interaction between sewing production with buyers by the organization of online sales and representation on the Internet of industrial collections. The system analyses an external form and anthropometrical characteristics of a figure and determines the right size for a choice of ready-to-wear clothes.*

**Ключевые слова:** одежда, антропометрические характеристики, промышленная коллекция, размер одежды, виртуальная примерка.

**Keywords:** clothes, industrial collections, anthropometrical characteristics, clothing size, virtual fitting.

Существующий уровень научных разработок требует от производителей возможности виртуального взаимодействия с покупателями путем представления в Интернете промышленной коллекции или организации ее онлайн-продаж. Для этого необходимо осуществлять аккумуляцию, систематизацию, преобразование антропометрической информации о потенциальных потребителях продукции в понят-

ный потребителю визуальный образ. Таким образом, одной из важнейших задач швейной промышленности на современном этапе становится создание эффективного инструментария, обеспечивающего оперативное получение и преобразование цифровой информации об особенностях пространственной формы фигур потребителей, и сравнение полученных данных с размерами производимой одежды для вы-

бора соразмерных швейных изделий на сайте производителя или в интернет-магазинах.

Современными зарубежными исследованиями установлено, что в глобальном масштабе существует высокая неудовлетворенность населения соразмерной и хорошо сидящей на фигуре одеждой, что во многом определяется некорректностью использования потребителями антропометрической информации. Так, американскими исследователями из Государственного университета Айовы [1] была установлена прямая зависимость между недовольством формой собственного тела и соразмерностью выбираемой одежды, между недостоверностью восприятия собственных размеров и качеством посадки одежды. В то время как удовлетворенность респондента своим внешним видом положительно влияет на качество посадки выбранной для примерки одежды и на намерение совершить покупку в Интернете [1].

По результатам изучения поведения американских и российских потребителей, проведенного в Калифорнийском университете Лонг-Бич и Обернском университете штата Алабама [2], установлена значительная разница в восприятии размеров и привлекательности собственного тела у американцев и россиян. При одном и том же индексе массы тела (ВМТ) отечественные респонденты менее корректно выбирали размер своей одежды и меньшим количеством баллов оценивали привлекательность своей фигуры [2]. Поэтому можно сказать, что для отечественных потребителей проблема правильного выбора одежды на основе верно определенной антропометрической информации актуальна в большей степени.

В связи с этим в качестве перспективного направления развития швейной промышленности рассматривается концепция массовой кастомизации, реализуемая путем разработки автоматизированных приложений для пользователей по подбору подходящей и хорошо сидящей одежды из промышленных коллекций на сайтах производителей [3]. Под массовой кастомизацией (mass customization of garments) по-

нимается изготовление продукции в промышленных условиях с возможностью ее адаптации или модификации в соответствии с требованиями потребителей, то есть совокупность подходов массового производства одежды и индивидуального пошива изделий.

Учеными Техасского университета в Остине Б. Су, Ю. Хуаном, У. Ю, Т. Чэнем, Ю. Чжуном [4] предложена концепция массовой кастомизации швейной промышленности на основе внедрения трехмерных технологий (three-dimensional technology), способствующих решению проблем определения размеров фигуры и проектирования одежды. Авторами разработана интегрированная система для выполнения сканирования индивидуальной фигуры, ее виртуального моделирования и электронных измерений для проведения виртуальных примерок различной одежды, предлагаемой в Интернете [4].

Для развития процессов интерактивной массовой кастомизации греческими исследователями из Эгейского университета [5] разработаны методы автоматической сортировки моделей одежды на сайтах производителей для облегчения поиска изделий, которые в большей степени подойдут конкретным потребителям, а также предложен способ расчета индекса "уровня удовлетворенности клиентов швейными изделиями", проверенный на группе мужских изделий массового производства [5].

Исследователями Шанхайского университета Дунхуа Й. Дингом и Й. Су [6] предложена концепция интеллектуализации оптимального выбора размеров и моделей одежды (IAAHP) на основе алгоритмов иммунного (Immune Algorithm) и иерархического анализа (Analytic Hierarchy Process), сложность которого обусловлена разнообразием предлагаемых швейных изделий и форм тела человека, трудностью корректного подбора подходящего изделия, соответствующего индивидуальным меркам (made-to-measure), что особенно актуально при онлайн-продажах одежды [6].

Таким образом, учеными доказывается гипотеза о зависимости устойчивого развития современного швейного производ-

ства от его модернизации, что позволяет говорить о необходимости все большего внедрения инновационных технологий проектирования в отечественное швейное производство. Возникают предпосылки для создания приложения, которое облегчит производителю представление разработанной одежды, а потребителю подбор и покупку одежды в интернет-магазине.

Основной принцип действия разрабатываемого приложения построен на использовании трехмерной модели человека, определении пространственных размерных признаков фигуры, выявлении взаимосвязи конструктивных параметров одежды и размерных признаков фигуры; предложении потребителю подходящих по размеру изделий из ассортимента магазина.

Важной задачей при оценке качества готовых изделий и их виртуальных 3D-моделей является определение антропометрического соответствия одежды фигуре. Для ее решения необходимы единые критерии сопоставления параметров одежды, лекал, эскиза и фигуры человека между собой [7].

Оценка антропометрического соответствия проектируемой одежды базируется на перечне параметров, требующих контроля. Для определения этого перечня был проведен опрос, в качестве экспертов которого выступили 110 человек, в том числе специалисты швейной промышленности по контролю качества продукции, ритейлеры и преподаватели кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий РГУ им. А.Н. Косыгина со стажем работы от семи до двадцати пяти лет. Для определения наиболее значимых характеристик использовался метод ранжирования заданных параметров. Полученные данные с вероятностью 95% свидетельствуют о высокой неслучайной согласованности мнений опрашиваемых экспертов. Ключевыми критериями оценки антропометрического соответствия для плечевой одежды служили: длина спинки, длина рукава, ширина спинки, ширина изделия на уровне талии, груди, бедер, ширина рукава, для брюк – ширина на уровне талии и бедер, длина брюк по шаговому

шву, для юбки – ширина на уровне талии и бедер.

Сформирована последовательность этапов процедуры оценки с помощью 3D-сканирования путем создания и взаимодействия нескольких баз данных. База данных "Исходная информация о потребителе" включает данные о размерных признаках и форме поверхности, аккумулированные в виде виртуальных 3D-манекенов, отражающих параметры фигуры, особенности пропорций и телосложения, форму отдельных частей тела. База данных "Исходная информация об изделии" включает данные о внешнем виде, конструктивных параметрах и решениях одежды, о свойствах используемых материалов, аккумулированные в виде виртуальных 2D- и 3D-моделей изделий. База данных "Оперативная информация" включает критерии оценки антропометрического соответствия одежды, соответствия проектного решения замыслу дизайнера, воплощенному в техническом эскизе и др. База данных "Персональная информация" включает данные о фигуре и предпочтениях отдельного человека, используется как потребителем для осуществления успешных покупок, так и производителем для формирования персонального предложения продукции предприятия, способствующего росту продаж выпускаемой одежды.

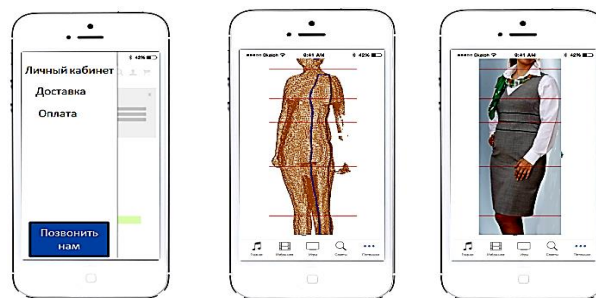


Рис. 1

На следующем этапе разработан сценарий использования приложения и на его основе происходит проектирование интерфейса приложения (рис. 1 – макет приложения для выбора одежды с помощью трехмерной модели фигуры). Интерфейс приложения состоит из высокодетализированных экранов. На этом этапе выявляется

расположение основных блоков, содержащих личную информацию, строку поиска, список коллекций одежды по видам изделий, ассортименту, силуэтному решению, по брендам и т.д.

Таким образом, современные технологии обеспечивают возможность получения дополнительных, уточненных данных о внешней форме фигуры человека и размерных характеристиках в современном цифровом формате, позволяя потребителю визуализировать собственную фигуру и осуществлять взаимодействие на качественно новом уровне. Такое приложение позволит потребителю принимать участие в проектировании одежды по персональному запросу, а также ускорит онлайн-демонстрацию или подбор моделей одежды, в большей степени подходящей для определенных размеров и телосложения человека.

## ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая система необходима для внедрения передовых технологий автоматизированного проектирования и концепции массовой кастомизации в легкой промышленности, которые способствуют ускорению реализации продукции, оперативному реагированию на запросы потребителей и на глобальные тенденции развития.

2. Инновационные технологии массовой кастомизации помогут не только потребителям найти одежду с хорошим качеством посадки благодаря цифровой информации о размерах и форме тела, но и производителям одежды создать продукцию, учитывающую личные предпочтения потребителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Kim H., Damhorst M.L. The Relationship of body-related self-discrepancy to body dissatisfaction, apparel involvement, concerns with fit and size of garments, and purchase intentions in online apparel shopping // *Clothing and Textiles Research Journal*. – Vol.28, Is.4, 2010. P.239...254.

2. Aghekyan M., Ulrich P., Connell L. Using body scans in assessing perceptions of body attractiveness and size: cross-cultural study // *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*. – Vol.5, Is.2, №7, 2012. P.81...89.

3. Song H.K., Ashdown S.P. Development of automated custom-made pants driven by body shape // *Clothing and Textiles Research Journal*. – Vol. 30, Is.4, 2012. P.315...329.

4. Xu B., Yu W., Chen T., Huang Y. Three-dimensional technology for apparel mass customization: Part II: Human body modeling from unorganized range data // *Journal of the Textile Institute*. – Vol.94, Is.1-2, №1, 2003. P.81...91.

5. Mpampa M.L., Azariadis P.N., Sapidis N.S. A new methodology for the development of sizing systems for the mass customization of garments // *International Journal of Clothing Science and Technology*. – Vol.22, Is.1, 2010. P.49...68.

6. Ding Y.S., Xu Y.C. Intelligent optimal selection of garment sizes by using immune algorithm and AHP method // *Journal of the Textile Institute*. – Vol.99, Is.3, 2008. P.281...286.

7. Петросова И.А., Андреева Е.Г. Разработка технологии трехмерного сканирования для проектирования виртуальных манекенов фигуры человека и 3D-моделей одежды. – М.: РИО МГУДТ, 2015.

## REFERENCES

1. Kim H., Damhorst M.L. The Relationship of body-related self-discrepancy to body dissatisfaction, apparel involvement, concerns with fit and size of garments, and purchase intentions in online apparel shopping // *Clothing and Textiles Research Journal*. – Vol.28, Is.4, 2010. P.239...254.

2. Aghekyan M., Ulrich P., Connell L. Using body scans in assessing perceptions of body attractiveness and size: cross-cultural study // *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*. – Vol.5, Is.2, №7, 2012. P.81...89.

3. Song H.K., Ashdown S.P. Development of automated custom-made pants driven by body shape // *Clothing and Textiles Research Journal*. – Vol. 30, Is.4, 2012. P.315...329.

4. Xu B., Yu W., Chen T., Huang Y. Three-dimensional technology for apparel mass customization: Part II: Human body modeling from unorganized range data // *Journal of the Textile Institute*. – Vol.94, Is.1-2, №1, 2003. P.81...91.

5. Mpampa M.L., Azariadis P.N., Sapidis N.S. A new methodology for the development of sizing systems for the mass customization of garments // *International Journal of Clothing Science and Technology*. – Vol.22, Is.1, 2010. P.49...68.

6. Ding Y.S., Xu Y.C. Intelligent optimal selection of garment sizes by using immune algorithm and AHP method // *Journal of the Textile Institute*. – Vol.99, Is.3, 2008. P.281...286.

7. Petrosova I.A., Andreeva E.G. Razrabotka tehnologii trehmernogo skanirovaniya dlja proektirovaniya virtual'nyh manekenov figury cheloveka i 3D-modelej odezhdy. – M.: RIO MGUDT, 2015.

Рекомендована кафедрой художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий. Поступила 13.09.17.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МОДНЫХ ФОРМ  
В ДИЗАЙНЕ ОКОННЫХ ДРАПИРОВОК\***

**FORECASTING THE DEVELOPMENT OF FASHIONABLE FORMS  
IN THE DESIGN OF WINDOW DRAPERIES**

*Н.А. КАЗАКОВА, О.В. ИВАНОВА*  
N.A. KAZAKOVA, O.V. IVANOVA

(Костромской государственный университет)  
(Kostroma State University)  
E-mail:olgavladivanov@yandex.ru

*В статье проведен анализ формообразования оконных драпировок за период 2012-2017 гг. Выявлены наиболее популярные геометрические формы и определена частота их встречаемости в классической модели штор. Установлена зависимость, позволяющая выполнить прогноз популярности геометрических элементов на перспективный период.*

*In article the analysis of forming window draperies for the period 2012-2017. The most popular geometrical forms were identified, and frequency of occurrence was determined for classical model of curtains. The dependency, allowing to perform forecast of popularity of geometric elements, was set for the foreseeable future.*

**Ключевые слова:** текстиль, интерьер, прогнозирование, дизайн штор, геометрические формы.

**Keywords:** textiles, interior design, forecasting, design curtains, classic curtains, geometric form.

Мода в дизайне интерьера помещений бытового назначения более стабильна по сравнению с модой в костюме, что связано с большими материальными и физическими затратами. Но ситуация на потребительском рынке стремительно меняется, и fast fashion тренды постепенно завоевывают сегмент текстильного дизайна интерьера. Для быстрого и сравнительно недорогого изменения интерьера в соответствии с модными тенденциями, изменениями стилистики помещения, придания индивидуальности ранее использовались малые дизайнерские формы: картины, постеры, вазы, статуэтки. На сегодняшний день наиболее часто встречающийся инструмент обновления – оконные драпировки.

Российский потребитель стал более осведомлен и компетентен в сфере дизайна помещений. Причиной этого являются не столько качественные изменения уровня жизни, сколько повышение уровня информационной доступности, развития технологий продвижения, становление рынка fashionNet, позволяющих в краткие сроки ознакомиться с новыми тенденциями, появлением современных материалов, обладающих специфическими свойствами, повышением доступности дизайнерских услуг. Набирает обороты сезонная мода на оконные драпировки, причем она включает не только варианты для холодного и теплого периода (зима-лето), но и модели

---

\* Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта №17-16-44001 "Концепция формирования и методология развития инновационного образовательного центра в контексте продвижения образования в области технологий, дизайна и культуры потребления".

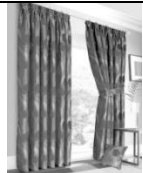





для осени или весны, разработанные в соответствии с рекомендациями психологов.

Обострение конкурентной борьбы стимулирует производителя учитывать не только текущие потребности потребителя, но и прогнозировать, либо формировать спрос на ближайшие сезоны [1].

Для выявления наиболее характерных особенностей, закономерностей развития моды в текстильном интерьере и выполнения прогноза изучены образцы оконных

драпировок за последние 6 лет. Источником информации послужили интернет-сайты и журналы в сфере дизайна интерьера, каталоги фирм-производителей штор, магазинов и ателье, занимающихся выпуском и продажей продукции данного вида [2...7]. Результаты исследования дизайна внешнего вида и формы оконных драпировок за 2012-2017 гг. представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Изображение						
Стили	Восточный, арт-деко	Восточный, минимализм, хай-тек	Восточный, минимализм, кантри	Барокко, модерн, минимализм, арт-деко	Модерн, минимализм, хай-тек	Барокко, модерн, хай-тек, минимализм, арт-деко, лофт
Вид штор	Прямые портьеры, французские, австрийские, римские	Прямые портьеры, французские, австрийские, итальянские, шторы-нити	Прямые портьеры, шторы-нити, японские панели, римские, классические	Японские панели, римские, французские, австрийские, классические	Шторы-нити, японские панели, римские, прямые портьеры	Шторы-нити, прямые портьеры, французские, австрийские, классические
Материал	Бархат, велюр, гобелен, практичные натуральные варианты: хлопок, лен; разнообразные синтетические полотна	Практичные натуральные варианты: хлопок, лен, кружевное полотно; разнообразные синтетические полотна	Смешанные ткани: шелк с вискозой, шерстью, льном или хлопком; разнообразные синтетические полотна	Натуральные ткани, составленные и потертые фактуры; разнообразные синтетические полотна	Натуральные ткани, составленные и потертые фактуры; разнообразные синтетические полотна	Натуральные ткани, составленные и потертые фактуры; тафта, бархат; разнообразные синтетические полотна
Цветовое решение	Белые или светлые (молочный, серый, светло-голубой), контрастные сочетания, особенно спелая слива + горчица	Металлизированные ткани: стальной, серебро, золото, спелая слива + горчица, оливковый, бежевый	Металлизированные ткани, ткани-хамелеоны, черно-белые сочетания, винные цвета, спелая слива + горчица	Оттенки драгоценных камней, черно-белые сочетания, винные цвета, цвет баклажана, сирени, красного кирпича	Природная гамма: оливковый, ореховый, все оттенки зеленого, синий, голубой, коричневый, белый	Оттенки драгоценных камней, насыщенные тона, контрастные сочетания, серый, винные оттенки, оттенки шоколада
Оформление ткани	Вертикальные полосы, восточные мотивы, эко-принты	Цветочный принт, восточный орнамент	Восточный орнамент, фотопечать, геометрические рисунки, 3D-эффекты	Акварельная живопись, цветочные, геометрические и этно-принты	Геометрические рисунки, полосы, природные объекты	Макси-принты, геометрические принты, акварельная живопись



Количество слоев	Однослойные, возможен нижний слой из гардинного полотна	Однослойные, возможен нижний слой из гардинного полотна	Многослойные из различного по фактуре материала	Многослойные из различного по фактуре или цвету материала	Однослойные, отход от сложных многоярусных композиций	Многослойные из различного по фактуре или цвету материала. Фигурные ламбрекены
Характер драпировок	Вертикальные складки, подхваты в нижней части	Вертикальные складки	Вертикальные, ниспадающие складки	Пышные ниспадающие и вертикальные складки, увеличение числа и объема драпировок	Вертикальные	Вертикальные, ниспадающие. Затейливые объемные фигуры драпировки, "эффект волны"
Декоративные элементы	Подхваты с удлиненными кистями, кристаллы, стразы, бусины, вышивка	Крупные подвесные петли или люверсы, кристаллы, стразы, бусины, металлические нити	Шнуры с кистями, кристаллы, стразы, бусины	Крупные подхваты в технике макраме, контрастная окантовка, объемная вышивка, бахрома	Крупные люверсы, кристаллы, стразы, бусины, необычные по форме подхваты, банты, бахромы	Крупные элементы: подхваты, ленты, кисти, изделия в технике макраме, окантовка

Таким образом, в современном дизайне штор существуют две противоположные тенденции.

1. Простые лаконичные формы (японские панели, римские шторы), выполненные из натуральных, либо синтетических полотен с выраженной фактурой.

2. Сложные, многоярусные композиции с разноплановыми драпировками, в которых используется сочетание различных по фактуре и цветовому решению материалов.

Кроме ультрамодных новинок, всегда актуален классический вариант оконных драпировок. К особенностям этого стилистического направления можно отнести традиционность, тщательную продуманность дизайна и использование классических пропорций. В традиционном варианте окно оформляется раздвижными портьерами из двух полотен ткани и украшается в верхней части ламбрекеном. В традиционный комплект входит также гардинное полотно [8], [9].

С целью выявления наиболее популярных элементов, динамики развития и прогнозирования формы был выполнен анализ оконных драпировок классической модели

2012-2017 гг. по их геометрическому виду (табл. 2) [8], [10].

Установлено, что в настоящее время прослеживается тенденция к вертикально ориентированным формам, которые зрительно увеличивают высоту помещения. Растет популярность асимметрии, а также сочетания различных видов штор в комплекте (например, вместо стандартной гардины используется французская, австрийская или римская штора). Усложняются и сами элементы штор: если в 2012-2014 гг. такие элементы, как сваг "веер", галстук, кокилье, "рукав епископа" встречались достаточно редко, то сейчас их популярность значительно возросла [10].

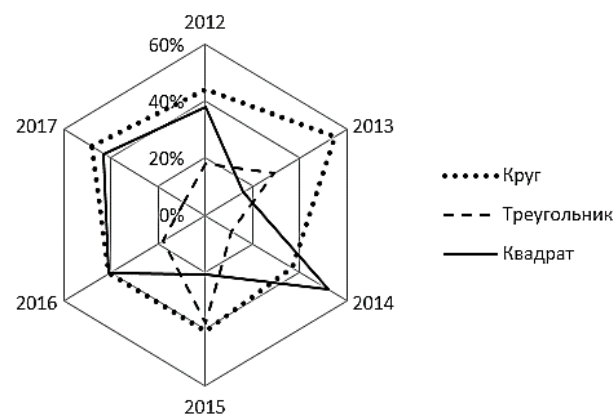
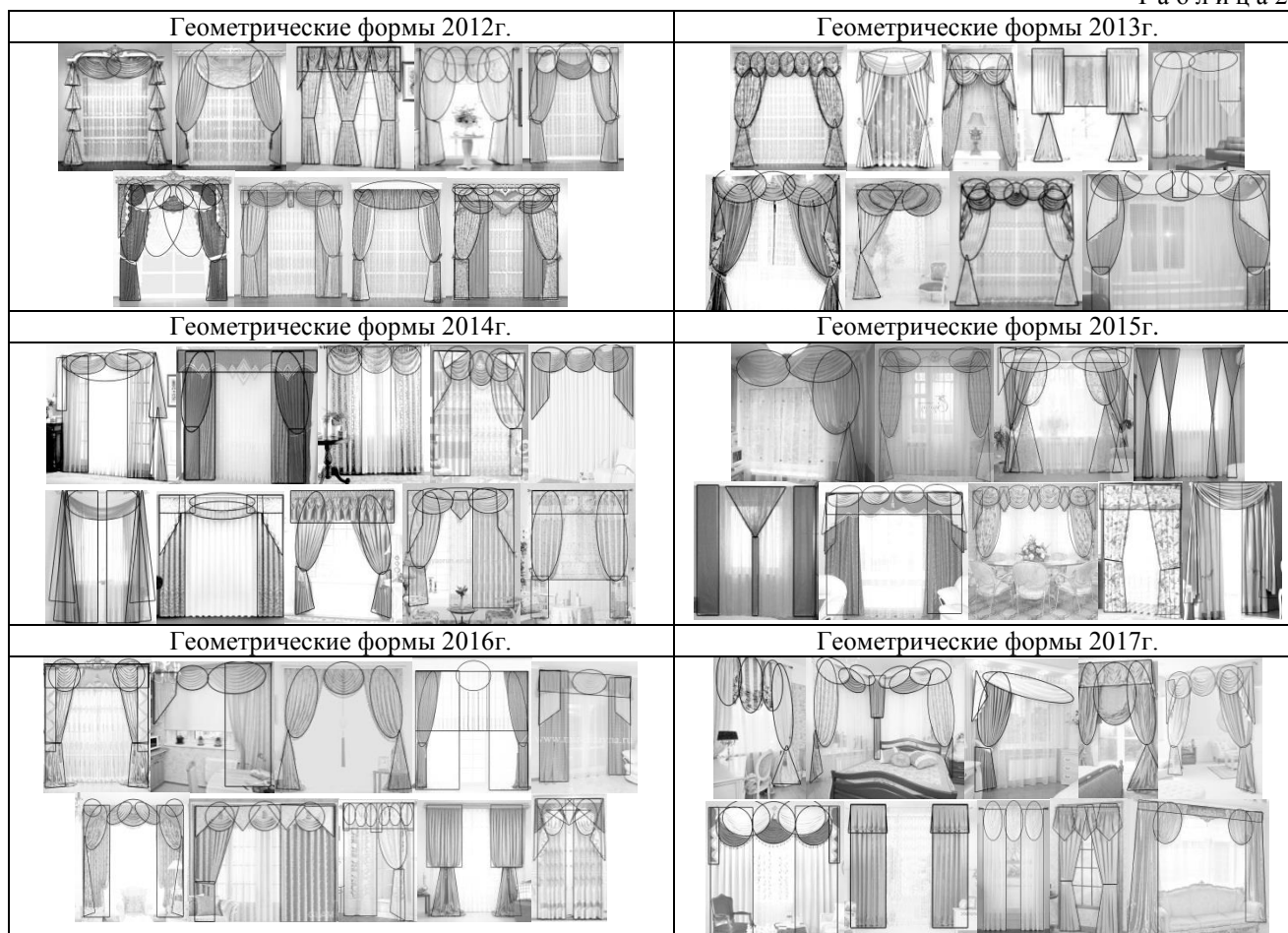


Рис. 1

Т а б л и ц а 2



Проведен геометрический анализ классических штор и исследована частота встречаемости трех основных геометрических форм: "круг" (элементы, представляющие сектор круга, овала или имеющие форму параболы), "треугольник" и "квадрат" (элементы, включающие прямоугольные и трапециевидные объекты, образованные вертикальными складками) (рис. 1 – частота встречаемости геометрических форм в оконных драпировках классической модели).

Расчет частоты встречаемости геометрических форм в классических шторах за 6 лет показал, что самой популярной геометрической формой является "круг" –

43%, далее идет "квадрат" – 34% и "треугольник" – 23%.

Частота встречаемости у геометрических форм в классических шторах в зависимости от временного интервала  $x$  описывается уравнением (1):

$$y = ax^5 + bx^4 + cx^3 + dx^2 + ex + f, \quad (1)$$

где  $x$  – рассматриваемый временной интервал, год;  $y$  – частота встречаемости геометрической формы, %;  $a, b, c, d, e, f$  – коэффициенты уравнения частоты встречаемости геометрических форм для рассматриваемых геометрических объектов (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Геометрические фигуры	Коэффициенты уравнения					
	a	b	c	d	e	f
Круг	0,95	-17,45	121,3	391,5	568,7	-238,0
Треугольник	2,63	-46,41	305,3	923,0	1257,0	-578,0
Квадрат	-3,58	63,87	-426,6	1314,0	-1826,0	916,0

Полученная зависимость свидетельствует о цикличности развития моды в шторах и позволяет выполнить краткосрочный прогноз динамики форм оконных драпировок для производства актуальной потребительскому спросу дизайнерской продукции.

## ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ формы, стилового решения и колористического оформления моделей оконных драпировок за период 2012-2017 гг., определена динамика развития.

2. Выявлены наиболее популярные геометрические формы в оконных драпировках классической модели за последние 6 лет.

3. В результате анализа частоты встречаемости основных геометрических форм в классической модели оконных драпировок получено уравнение, позволяющее выполнить прогноз популярности геометрических элементов на перспективный период.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванова О.В.* Проектирование показателей качества конкурентоспособного интерьерного текстиля с учетом специфики социокультурной среды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 6. С. 21...25.

2. Испанский дом [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.casaespanola.ru/>

3. DOM&Интерьер. Международный журнал о дизайне [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.dominterier.ru/>

4. Интерьер+дизайн [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.interior.ru/>

5. SALON Interior [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://salon.ru/magazines>

6. Intererro [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://intererro.ru/>

7. Классические шторы в современных интерьерах [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://oshtorah.com/stili/klassicheskie>

8. *Казакова Н.А., Иванова О.В., Хамматова В.В.* Геометрическая классификация сложных пространственных форм в одежде и интерьерном тек-

стиле // Вестник технолог. ун-та – 2017. Т. 20, №3. С.91...95.

9. *Иванова О.В., Круглова В.В.* Систематика разверток деталей изделий текстильного дизайна интерьера // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2011, № 2 (27). С. 38...40.

10. *Иванова О.В., Смирнова Н.А.* Изделия для текстильного оформления интерьера: методы проектирования с учетом технологических, материаловедческих, психологических и социокультурных факторов. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технолог. ун-та, 2016.

## REFERENCES

1. Ivanova O.V. Proektirovanie pokazatelej kachestva konkurentosposobnogo inter'ernogo tekstilja s uchetom specifiky sociokul'turnoj sredy // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 6. S. 21...25.

2. Ispanskij dom [Jelektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <http://www.casaespanola.ru/>

3. DOM&Inter'er. Mezhdunarodnyj zhurnal o dizajne [Jelektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <http://www.dominterier.ru/>

4. Inter'er+dizajn [Jelektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <http://www.interior.ru/>

5. SALON Interior [Jelektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <https://salon.ru/magazines>

6. Intererro [Jelektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <http://intererro.ru/>

7. Klassicheskie shtory v sovremennyh inter'erah [Jelektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <http://oshtorah.com/stili/klassicheskie>

8. *Kazakova N.A., Ivanova O.V., Hammatova V.V.* Geometricheskaja klassifikacija slozhnyh prostanstvennyh form v odezhde i inter'ernom tekstile // Vestnik tehnolog. un-ta – 2017. Т. 20, №3. S.91...95.

9. *Ivanova O.V., Kруглова V.V.* Sistematika razvertok detalej izdelij tekstil'nogo dizajna inter'era // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2011, №2 (27). S. 38...40.

10. *Ivanova O.V., Smirnova N.A.* Izdelija dlja tekstil'nogo oformlenija inter'era: metody proektirovanija s uchetom tehnologicheskikh, materialovedcheskih, psihologicheskikh i sociokul'turnyh faktorov. – Kostroma: Izd-vo Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta, 2016.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 01.08.17.

## IMPROVEMENT OF METHODS FOR TREATMENT OF ITEMS OF OVERALLS WITH USING SEWING EQUIPMENT WITH SOFTWARE

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СПЕЦОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШВЕЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ

*B.R.RYSKULOVA, A.E. SEIDEKHAN  
Б.Р.РЫСКУЛОВА, А.Е.СЕЙДЕХАН*

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
E-mail: br.ryskulova@mail.ru, lovelygirl.95@mail.ru

*The method of processing the basic details of overalls with the help of software is proposed, which allows to fundamentally change the technology of tailoring of overalls using the techniques of low-operational technology and high-performance equipment, in which several indivisible assembly and connecting operations are performed simultaneously, which makes it possible to improve the technological processing of the details of overalls.*

*В работе предложен метод обработки основных деталей спецодежды с помощью программного обеспечения, позволяющий принципиально изменить технологию пошива спецодежды с использованием приемов малооперационной технологии и высокопроизводительного оборудования, при котором одновременно выполняются несколько неделимых сборочно-соединительных операций, что дает возможность усовершенствовать технологическую обработку деталей спецодежды.*

**Keywords:** special clothing, computer technology, methods of treatment, plasterer, low-operational technology, zip fastener.

**Ключевые слова:** специальная одежда, компьютерная технология, методы обработки, штукатурщик, малооперационная технология, застежка.

Currently, modern technologies are used in the production of special clothing for plasterers. High requirements are set for the quality of special clothing, and for its production, modern sewing equipment with computer control (microprocessor) is used. At the same time, in order to improve the effectiveness of special clothing production process, progressive methods of treatment are used for the special clothing parts.

When choosing the methods of treatment we studied the working conditions, interviewed the plasterers, and examined the parts of special clothing (edges, collar, sleeves, methods of joining the product with sleeves, paddings, linings), which should be treated in various ways.

The special clothing developed for workers are made in compliance with the technical conditions for manual, machine works, as well as for the performance of wet-heat treatment. We offer the techniques of threaded and glued compilation of the special clothing parts during the production of special clothing; PET-cotton threads are offered to be used, since which in comparison with the cotton thread has high strength, elasticity and tightness of connection and resistance to hazardous harmful factors of manufacture.

When treating the basic parts of special clothing such as the back, the sleeve head seams, the shoulder and elbow seams of jacket and trousers are treated in 1...1.5 cm of the stitch, the main sections of the parts and the

buttonholes of the special clothing are overstitched and overcast on a special machine.

Zip fasteners for special clothing are made with a detachable delimiter made of metal and plastic.

The quality of special clothing manufacture, methods of its treatment, compilation, seam, thread and needle design depend on the textile materials used and modern equipment. All this allows to apply the low-operational technology methods to the parts of special clothing and fabrication properties and to automate the technological process of special clothing production.

Low-operational technology allows performing several indivisible assembly-compilation operations in a single pass and mounting assemblies, bypassing the preliminary connection of individual parts of special clothing.

The use of low-operational technology as a means of mechanisation and automation

contributes to the maximum concentration of homogeneous technological operations in special clothing production.

In order to produce the designed special clothing for plasterers, the modern high-performance equipment of PFAFF (Germany) was used.

High-speed sewing equipment with a high number of revolutions up to 5000 per minute is used.

The use of the proposed high-tech sewing equipment in the manufacture of special clothing for workers will affect the quality of parts treatment, according to the requirements of protective and aesthetic properties of special clothing.

In order to increase the safety of plasterers, we have developed a functional and technological fastening for special clothing, a feature of which is the unity of the style solutions of all elements, corresponding to the working conditions of the workers.

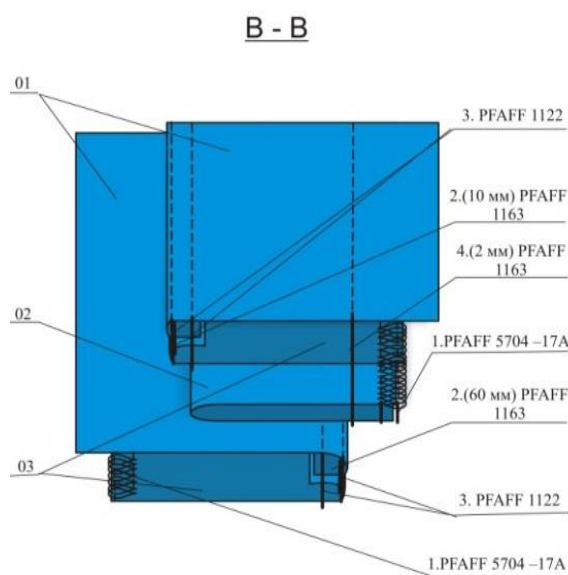


Fig. 1

The proposed fastening of special clothing meets the requirements of occupational safety. Methods for jacket fastening treatment are shown in Figure 1.

As it can be seen in Fig. 1, 2 (Fig. 1 – jacket edge treatment method; Fig. 2 – front yoke and patch flap pocket treatment method) the methods for special clothing treatment ensure the strength and density of the joint,

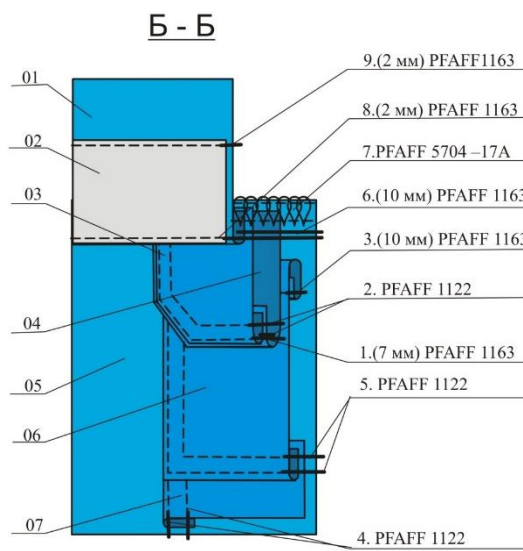


Fig. 2

determines the stylistic orientation. The jacket has a hidden button panel, which prevents the penetration of dust and paint and protects against wind, cold, frost, and rain.

The proposed methods of special clothing treatment allowed increasing the protective and functional features:

- the use of two needle machines for felling of parts (pockets, knee pads, lapping

seams) provides not only aesthetics but also the strength of the connection;

- the use of felled seam or denim treatment is used in seams requiring special strength and elasticity: these are the elbows and the middle seams of trousers;

- the use for straps treatment with the help of a 4-needle chain stitch machine allows ensuring the durability of the elastic braid without reducing its functionality and provides an attractive appearance;

- the use of a 4-needle machine in the manufacture of cuffs gives a modern look to the jacket, provides additional rigidity to the cuff while increasing its wear resistance;

- the use of special fastenings made on automatic machines gives special clothing a modern design and increases the strength of connections on pockets, cuts;

- the use of semi-automatic machines for sewing buttons and whip-stitched button-holes.

As it can be seen in figures, the methods have been developed with the use of computer technology that makes it possible to change fundamentally the technology of special clothing production. This method will reduce labour, time and material costs, improve the quality of special clothing in order to study the working conditions of workers and improve their labour efficiency.

## CONCLUSIONS

1. The method for the treatment of the main parts of special clothing using the computer technology is proposed, which allows to change fundamentally the technology of special clothing production using the techniques of low-operational technology and high-performance equipment, in which several indivisible compiling and connection operations are performed simultaneously, which makes it possible to improve the technological treatment of special clothing parts.

2. In order to increase the safety of workers, a functional and technological fastening for special clothing has been developed, a feature of which is the unity of the style solu-

tions of all elements corresponding to the working conditions of plasterers. The development of the design solution for special clothing fastening meets the requirements of occupational safety.

## REFERENCES

1. Konopal'ceva N.M., Krjukova N.A., Morozova L.V. *Novye tehnologii v proizvodstve special'noj i sportivnoj odezhdy*. – M.: Forum, 2013.
2. Ginieva G.A., Ryskulova B.R. *Issledovanie stojkosti tekstil'nyh materialov specodezhdy k nefiti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti*. – 2016, №6. S. 311...313.
3. Ryskulova B.R., Ganieva G.A. *Analiz metodov i ustrojstv dlja opredelenija neftepronicaemosti tekstil'nyh materialov // Mat. Respublikanskoj nauchn.-praktich. konf.: Sovremennye problemy razvitija tekstil'noj i legkoj promyshlennosti*. – 2015, 27 nojabrja. Respublikanskoe gosudarstvennoe predpriятие "Shakarim", g. Semej. S. 132...135.
4. Ryskulova B.R., Zhumadilova A.A., Loginova L.V. *Issledovanie kompleksnogo vozdejstvija faktorov iznosa na mehanicheskie svojstva tkanej dlja specodezhdy // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti*. – 2005, №3. S.23...25.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Конопальцева Н.М., Крюкова Н.А., Морозова Л.В. Новые технологии в производстве специальной и спортивной одежды*. – М.: Форум, 2013.
2. *Гиниева Г.А., Рыскулова Б.Р. Исследование стойкости текстильных материалов спецодежды к нефти // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2016, №6. С. 311...313.
3. *Рыскулова Б.Р., Ганиева Г.А. Анализ методов и устройств для определения нефтепроницаемости текстильных материалов // Мат. Республиканской научн.-практич. конф.: Современные проблемы развития текстильной и легкой промышленности*. – 2015, 27 ноября. Республиканское государственное предприятие "Шакарим", г. Семей. С. 132...135.
4. *Рыскулова Б.Р., Жумадилова А.А., Логинова Л.В. Исследование комплексного воздействия факторов износа на механические свойства тканей для спецодежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2005, №3. С.23...25.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

## СИСТЕМА "КАПСУЛЫ" В ДЕТСКОМ ГАРДЕРОБЕ ДЛЯ ДЕВОЧЕК

## "CAPSULE" SYSTEM IN CHILDREN'S WARDROBE FOR GIRLS

А.Ж.ТАЛГАТБЕКОВА, Ж.К.АДАМБЕКОВА  
A.ZH. TALGATBEKOVA, ZH.K. ADAMBEKOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: zhibekzhan1106@mail.ru

*В статье рассмотрено внедрение капсульного гардероба в детский ассортимент одежды для девочек. Проведен опрос респондентов для выявления основных предметов одежды, входящих в детский капсульный гардероб. Результаты исследования показывают, что внедрение капсульного гардероба увеличит ассортимент одежды за счет комбинирования, а также позволит уменьшить расходы на покупку одежды.*

*The article deals with the introduction of a capsule wardrobe into a children's assortment of clothes for girls. The survey of respondents to identify the main items of clothing included in the children's capsule wardrobe. The results of the research show that the introduction of a capsule wardrobe will increase the range of clothes through combining, and will also reduce the cost of buying clothes.*

**Ключевые слова:** капсула, капсульный гардероб, таблица совместимости, детский ассортимент одежды.

**Keywords:** capsule, capsule wardrobe, compatibility table, children's clothing assortment.

При выпуске швейных изделий, большое внимание уделяется ассортименту производимой детской одежды. При этом особую актуальность приобретают вопросы расширения ассортимента детской одежды с особым уровнем комфортности и дизайна [1].

Современные дети имеют гораздо больше возможностей в выборе занятий, творческих увлечений. Разнообразный спектр увлечений ребенка предполагает наличие большого и разнообразного гардероба его одежды. Особенности развития детского организма в свою очередь определяют ряд требований к количеству предметов и толщине пакета материалов одежды для поддержания комфортного теплового баланса при изменении погодных условий, а интенсивный рост ребенка сказывается на частоте приобретения одежды и, следовательно, на семейном бюджете [2]. Для решения данной пробле-

мы предлагается создать "капсульный" гардероб для девочек.

При формировании гардероба мы часто сталкиваемся с такой проблемой: "верх" и "низ" не сочетаются между собой. Этой проблемы можно избежать, если формировать гардероб с помощью "капсул".

В переводе с латинского "capsula" означает "коробочка" или "несущая оболочка" чего-либо. В основе капсул лежит идея гармоничного сочетания вещей, объединенных общим назначением и настроением, где "верхи" "дружат" с "низами", легко образуя между собой не один, а несколько комплектов, а аксессуары завершают стильный образ. В этом случае у вас всегда будет достаточно одежды, а любая обновка легко "подружится" со старыми вещами. При этом сам гардероб станет более экономичным и удобным за счет большего разнообразия комплектов при небольшом количестве вещей [3].

Любой гардероб, в который внедрена капсула, состоит из трех слоев. Гардероб

со внедренной капсулой представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Основной слой 1-й слой	В этот слой входят основные базовые вещи, которые формируют концепцию данной капсулы
2-й слой	Когда первому слою подбирают 3...7 дополнительных вещей, которые соответствуют назначению капсулы
3-й слой	Когда несколько модных вещей, приобретенных вновь, обновляют капсулу, делая ее современной

Капсул в гардеробе может быть любое количество. Это зависит от того, чем занимается ребенок каждый день и куда он ходит. Иметь несколько капсул в гардеробе очень удобно, они упорядочивают сам гардероб, делают его многофункциональным и облегчают задачу по составлению комплектов.

Для внедрения капсулы в детский гардероб был проведен опрос среди респондентов различных возрастных групп, имеющих детей дошкольного возраста. Опрос проводили посредством анкетирования. В ходе опроса было выявлено, что 50% респондентов положительно относятся к внедрению капсульного гардероба, 20% респондентов ответили отрицательно, 30% респондентов нейтрально относятся к внедрению капсульного гарде-

роба в детский ассортимент одежды. Данные опроса приведены в виде диаграммы на рис. 1.

В анкету были включены вопросы, связанные с моделями, входящими в капсульный гардероб, также были предусмотрены и учтены модные тенденции детской одежды и цветовая гамма детского ассортимента одежды. На основе анализа анкетного опроса были выявлены основные предметы одежды, которые будут входить в капсульный гардероб ребенка. Основные предметы одежды, входящие в капсульный гардероб, представлены в виде таблицы совместимости в табл. 2. Предложен принцип комбинирования и взаимозаменяемости предметов готового детского капсульного гардероба, состав которого представлен на рис. 2.

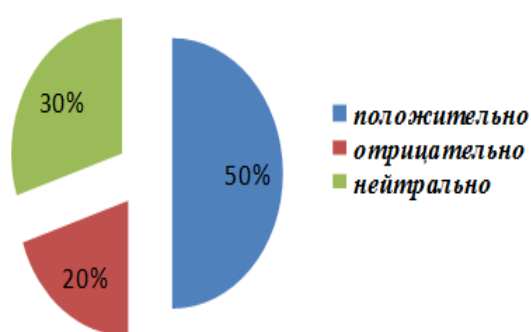


Рис. 1

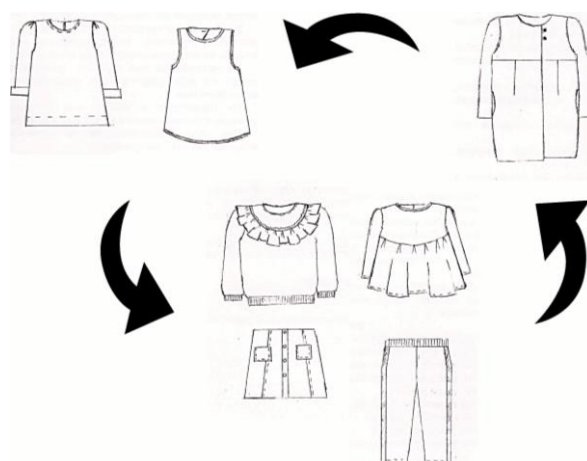


Рис. 2

Т а б л и ц а 2

Верх/низ	Платье+фартук	Пальто	Блузка	Трикотажная кофта
Брюки	-	+	+	+
Юбка	-	+	+	+
Платье+фартук	+	+	-	-



Предлагаемая таблица совместимости поможет планировать покупки и всегда быть в курсе того, что находится в вашем гардеробе. Это своего рода руководство к дальнейшему развитию гардероба. С помощью таблицы можно скорректировать привычные сочетания с учетом модных тенденций. По вертикали расположите верхние части нарядов, по горизонтали – нижние. Так сразу легко увидеть, что с чем можно сочетать, как и какие предметы сочетаются между собой по цвету, фактуре и стилю. Составив такую таблицу, вы будете знать, чего не хватает в гардеробе, и рационализировать ваши покупки. Таким образом, вы избавитесь от лишних трат и застрахуетесь от ненужных покупок [3].

## ВЫВОДЫ

Показано, что внедрение готового капсульного гардероба в детский ассортимент одежды для девочек позволит сократить расходы на покупку детской одежды, увеличить ассортимент детской одежды за счет комбинирования, а также будет способствовать развитию твор-

ческих и креативных способностей ребенка в процессе формирования капсульного гардероба.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бескоровайная Г.П., Куренова С.В. Проектирование детской одежды. – М.: Мастерство, 2000.
2. Матюнина В.И. Направление моды в детской одежде на 2000-2001 годы // Швейная промышленность. – 2000, № 3. С. 18...19.
3. Найденская Н., Трубецкова И. Как стать иконой стиля за 10 дней. Мне всегда есть что надеть. – М: Изд-во "АСТ", 2016.

## REFERENCES

1. Beskorovajnjaja G.P., Kurenova S.V. Proektirovanie detskoj odezhdy. – M.: Masterstvo, 2000.
2. Matjunina V.I. Napravlenie mody v detskoj odezhde na 2000-2001 gody // Shvejnjaja promyshlennost'. – 2000, № 3. S. 18...19.
3. Najdenskaja N., Trubeckova I. Kak stat' ikonoy stilja za 10 dnej. Mne vsegda est' chto nadet'. – M: Izd-vo "AST", 2016.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

УДК 687.016

## РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАДИЦИОННОГО КАЗАХСКОГО КОСТЮМА

## DEVELOPMENT OF CLASSIFICATION OF ELEMENTS OF THE TRADITIONAL KAZAKH SUIT

*М.А. НУРЖАСАРОВА, Ж.Е. ДАНАДИЛОВА, З.Б. ОНГАРБАЕВА,  
Р.Т. БОЛЫСБЕКОВА, А.Ж. КАЛЫМБЕТОВА*  
*M.A. NURZHASAROVA, ZH.E. DANADILOVA, Z.B. ONGARBAYEVA,  
R.T. BOLYSBEKOVA, A.ZH. KALYMBETOVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: maira54@mail.ru

***В статье подробно описывается анализ структуры ассортимента национальной женской и мужской одежды и предлагается разработка классификации элементов традиционного казахского костюма.***

*In article the analysis of structure of the range of national women's and men's wear in detail described and development of classification of elements of a traditional Kazakh suit is proposed.*

**Ключевые слова:** традиционный народный костюм (ТНК), традиционный казахский костюм (ТКК), прикладное искусство, декор, плечевая одежда, поясная одежда.

**Keywords:** traditional folk costume (TFC), traditional Kazakh costume (TKC), applied art, decor, shoulder clothes, waist clothing.

Известно, что традиционный национальный костюм является неиссякаемым творческим источником как при создании новых моделей одежды, так и традиционных.

Функциональная структура костюма представляет собой не только органически целую, но и особую структуру, характерной чертой которой является, исчезновение одной из функций или включение новой функции, что вызывает изменение структуры в целом. Костюм обладает несколькими функциями – это одновременно и вещь, и знак, хотя всегда он играет практическую роль. В костюме присутствуют и сигналы – изображения, и сигналы – коды (первые – в основном в декоративном оформлении, а иногда в общей форме, материалах).

Следует отметить, что в казахском национальном костюме выделяются практическая, утилитарная, семантическая, возрастная, информационно-эстетическая и социально-половая функции [1].

Традиционный народный костюм (ТНК) представляет собой комплекс одежды, обуви, головных уборов, а также аксессуаров, которые объединены в соответствии с законами и правилами композиции объектов прикладного искусства.

Для создания классификационных данных необходимы сведения о ТНК, основу которых составляет классификация:

- традиционного народного костюма, в том числе одежды, обуви и аксессуаров, в зависимости от назначения, функции, способа и характера ношения, сезонности и половозрастного признака;

- традиционных материалов в зависимости от структуры ассортимента одежды, цвета и фактуры материалов;

- приемов декоративного оформления в зависимости от способа и техники исполнения декора как традиционных, так и современных.

Следует отметить, что такая классификация способствует созданию каталога ассортимента национальной одежды в зависимости от функции, назначения, формы и конструкции, художественно-декоративного оформления, а также региона, с использованием как традиционных, так и современных материалов и технологий.

В результате на основе анализа структуры ассортимента национальной казахской женской и мужской одежды [2...9] установлено, что:

- самый распространенный всесезонный вид верхней плечевой одежды как для женщин, так и для мужчин является – шапан, а также ряд его разновидностей, в зависимости от социальных и социально-эстетических функций (такыр-жаргак, зер), шапан муллы;

- у мужчин имеется наплечная одежда в виде нательных рубаш двух типов (накладная и распашная рубаша);

- у мужчин и женщин поясная одежда представлена также двумя видами штанов (нижние и верхние) – шалбар и дамбал;

- легкая верхняя мужская и женская одежда, представленная в виде бешмета, камзола и его разновидностей (женсыз женды, шолакжен), камзол;

- плечевая верхняя мужская и женская одежда представлена в основном такими видами одежды, как: шекпен, шиде, ишик, купи, а для мужчин – тулуп и кебенек, для женщин – камка (тон) и бас (тон);

- нательное белье изготавливают из хлопчатобумажной ткани, верхнюю одежду, в зависимости от назначения, из домо-

тканого сукна и войлока (кебенек, шекпен, шапан), зимнюю одежду – из верблюжьей и овечьей шкуры (купи, тон), из меха (ишик, жанат тон, кара тулки тон);

- в зависимости от назначения одежда делится на повседневную, нарядную (торжественную) и обрядовую. Эти виды одежды отличаются друг от друга качеством материала, а также насыщенностью заполняемого поля декором и техникой исполнения декора;

- в зависимости от семейного статуса различают костюм девичий (джигита), свадебный, молодой женщины (мужчины), замужней женщины, пожилой женщины (аксакала);

- в зависимости от возрастного признака легкое платье для девушки имеет приталенный силуэт с наличием конструктивных элементов (воланов) по низу платья и

рукавов, а также сборок по линии талии, для молодой женщины – трапециевидной формы с широкими рукавами, для пожилой женщины – прямоугольной формы с широким подолом и рукавами;

- в зависимости от семейного статуса, замужние женщины носили бельедемше;

- в зависимости от социального положения установлено количество предметов в гардеробе женщины (мужчины) от 7 до 9.

На основе проведенных исследований элементов традиционного казахского костюма, в зависимости от половозрастного признака, разработаны:

- классификация элементов, в том числе одежды, традиционного казахского женского костюма (рис. 1);

- классификация элементов в том числе одежды, традиционного казахского мужского костюма (рис. 2);

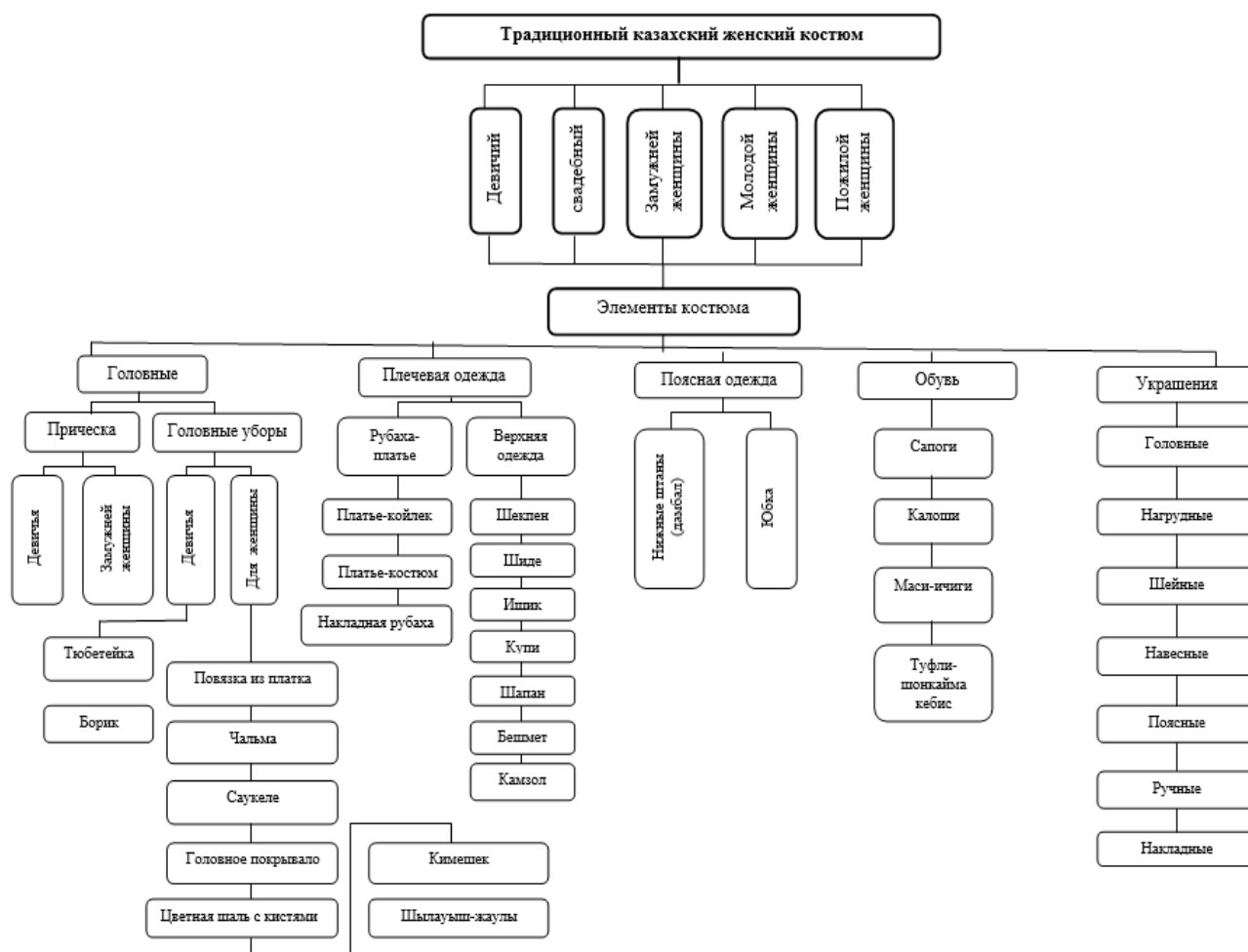


Рис. 1

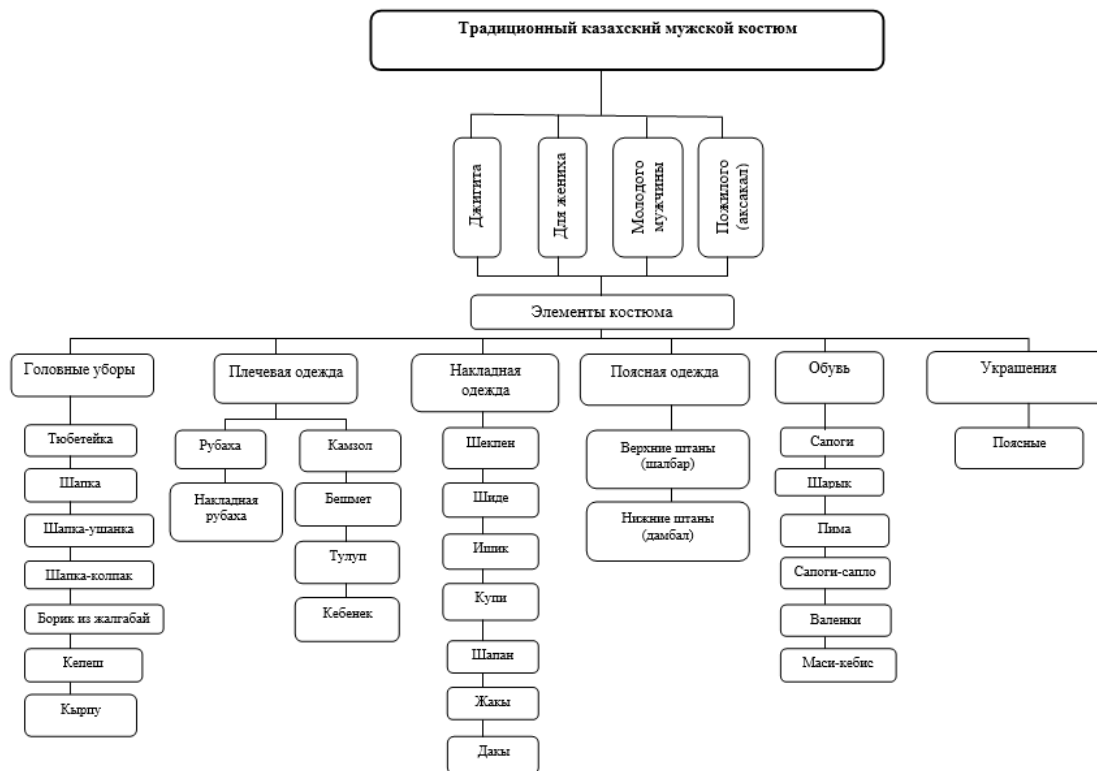


Рис. 2

- каталог моделей казахской национальной одежды, в зависимости от половозрастного признака, региона и функциональных признаков (шекпен, шапан, камзол, национальное платье), с помощью современных материалов и технологий (рис. 3).



Рис. 3

## ВЫВОДЫ

Нами создана информационная база данных, на основе классификационных признаков национального казахского костюма, которая используется как при создании национальной одежды, так и современной на ее основе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шильдебаева Л.К. Разработка методики проектирования современной одежды на основе традиционного казахского костюма: Дис.... канд. техн. наук. – Алма-Ата, 2004.
2. Захарова И.В., Ходжаева Р.Д. Казахская национальная одежда. – Алма-Ата: Наука, 1964.
3. Сухарева О.А. Костюм народов Средней Азии. Историко-этнографические очерки. – М.: Наука, 1979.
4. Сухарева О.А. История среднеазиатского костюма. – М.: Наука, 1982.
5. Захарова И.В., Лобачева Н.П., Люшкевич Ф.Д. Традиционная одежда народов Средней Азии и Казахстана. – М.: Наука, 1989.
6. Есова С. Казахский народный костюм. – Алма-Ата: Казгослитиздат, 1958.
7. Есова С., Оразбаева Н. Казахская национальная одежда. – Алма-Ата, 1976.
8. Маргулан А.Х. Казахское народное прикладное искусство. – Алма-Ата: Онер, 1986. – Т.1.

9. Джанибеков У.Д. Казахский костюм. – Алматы: Онер, 1996.

10. Нуржасарова М.А. Теоретические и методологические принципы проектирования современной одежды на основе традиционного казахского костюма: Дис. ... докт. техн. наук. – М., 2005.

11. Талгатбекова А.Ж. Разработка методики проектирования современной одежды с использованием эвристических приемов: Дис. ... канд. техн. наук. – А., 2010.

#### REFERENCES

1. Shil'debaeva L.K. Razrabotka metodiki proektirovaniya sovremennoj odezhdy na osnove tradicionnogo kazahskogo kostjuma: Dis.... kand. tehn. nauk. – Alma-Ata, 2004.

2. Zaharova I.V., Hodzhaeva R.D. Kazahskaja nacional'naja odezhda. – Alma-Ata: Nauka, 1964.

3. Suhareva O.A. Kostjum narodov Srednej Azii. Istoriko-jetnograficheskie ocherki. – М.: Nauka, 1979.

4. Suhareva O.A. Istorija sredneaziatskogo kostjuma. – М.: Nauka, 1982.

5. Zaharova I.V., Lobacheva N.P., Ljushkevich

F.D. Tradicionnaja odezhda narodov Srednej Azii i Kazahstana. – М.: Nauka, 1989.

6. Esova S. Kazahskij narodnyj kostjum. – Alma-Ata: Kazgoslitizdat, 1958.

7. Esova S., Orazbaeva N. Kazahskaja nacional'naja odezhda. – Alma-Ata, 1976.

8. Margulan A.H. Kazahskoe narodnoe prikladnoe iskusstvo. – Alma-Ata: Oner, 1986. – Т.1.

9. Dzhaniybekov U.D. Kazahskij kostjum. – Алматы: Онер, 1996.

10. Nurzhasarova M.A. Teoreticheskie i metodologicheskie principy proektirovaniya sovremennoj odezhdy na osnove tradicionnogo kazahskogo kostjuma: Dis.... dokt. tehn. nauk. – М., 2005.

11. Talgatbekova A.Zh. Razrabotka metodiki proektirovaniya sovremennoj odezhdy s ispol'zovaniem jevristicalicheskikh priemov: Dis. ... kand. tehn. nauk. – А., 2010.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

УДК 687.016

## РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОЙ ОДЕЖДЫ НА ОСНОВЕ КАЗАХСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

### DEVELOPMENT OF INFORMATION DATABASE OF NATIONAL CLOTHES

*М.А. НУРЖАСАРОВА, У.У. СМАЙЛОВА*

*M.A. NURZHASAROVA, U.U. SMAILOVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: maira54@mail.ru

*Статья посвящена разработке современной одежды на основе анализа структуры ассортимента национальной казахской женской и мужской одежды, в зависимости от признаков, с помощью эвристических приемов.*

*The article is devoted to the development of modern clothing based on the analysis of the structure of the assortment of national Kazakh women's and men's clothing, depending on the characteristics, using heuristic techniques.*

**Ключевые слова:** традиционный народный костюм (ТНК), традиционный казахский костюм (ТКК), конструктивные и технологические решения, эвристические приемы, национальная казахская женская одежда, национальная казахская мужская одежда.

**Keywords: traditional folk costume (TFC), traditional Kazakh costume (TKC), constructive and technological solution, heuristic devices, national Kazakh women's clothing, national Kazakh men's clothing.**

Известно, что костюм является областью прикладного искусства, может раскрывать и воплощать в художественно-убедительной форме достоверный социальный, материально-технический уровень развития, быть своеобразным источником информации [1].

В связи с этим в результате ретроспективного анализа нами установлено, что в процессе формирования художественно-конструкторских решений традиционного казахского национального костюма изменялись: форма, покрой, силуэт, способ ношения, способ и характер декоративного оформления, а также используемые материалы [2...8].

В настоящее время одним из творческих источников расширения действующего ассортимента одежды является традиционный национальный костюм, который выступает в качестве объекта исследования.

На основе эвристического приема "частичное преобразование по аналогии", который предусматривает исследование творческого объекта с точки зрения композиционного, конструктивного, технологического и художественно-декоративного анализа, создаются новые проектные решения [9].

В этом случае происходит частичное преобразование объекта исследования за счет изменения формы, конструктивно-технологического решения, художественно-декоративного оформления как с использованием традиционных, так и современных технологий.

Процесс создания нового конструктивно-технологического решения осуществлялся с помощью таких эвристических приемов, как "преобразование в пространстве", "преобразование структуры", "преобразование во времени", "преобразование формы", "преобразование материала" и "приемы дифференциации" [10].

Нами проведен структурный анализ традиционной национальной казахской одежды, в результате которого уста-

новлено, что национальная одежда формировалась в зависимости от назначения, способа и характера ношения, половозрастного признака и региона проживания.

Следует отметить, что в зависимости от назначения мужской шапан подразделяется на повседневный и на торжественный, а также для муллы и поэтов.

Наблюдается существенное отличие в тканях и художественно-декоративном оформлении женской верхней национальной одежды (шапан) в зависимости от функций и региона проживания (табл. 1).

Наряду с этим нами проведен анализ художественно-декоративного оформления традиционной казахской национальной одежды.



В зависимости от функции художественно-декоративное оформление казахской национальной одежды создавалось за счет различных видов декора. Это ручная и машинная вышивка, настрочная и накладная аппликации, инкрустация, накладной (съёмный) декор, конструктивно-технологические отделки, также учитывались и природные достоинства материалов.

В результате изучен ассортимент традиционной национальной казахской одежды (ТНКО) и установлен прототип: в качестве творческого источника – женский казахский традиционный шапан. Наряду с этим исследован ассортимент традиционных и современных материалов, используемых при изготовлении ТНКО.

На основе проведенных исследований предлагается модель женского пальто, разработанная в традициях национального казахского женского шапана, изготовленного из гобеленовой ткани в сочетании с джинсовой.

Следует отметить, что верхняя одежда: костюмы, жакеты, жилеты, брюки, платья, юбки, а также обувь, головные уборы, сумки и аксессуары, изготовленные из гобеленовой ткани, пользуются большим покупательским спросом.

Т а б л и ц а 1

Класс (под-класс)	Описание внешнего вида в зависимости от региона проживания	Внешний вид	Функции								
			назначение				способ ношения				
			повседневная	нарядная	обрядовая	наплечная	плечевая	поясная	распашная	нераспашная	
Казахская национальная женская одежда (шапан)	Павлодарская область (1855 г.). Общая длина 145 см, длина рукава 88 см, ширина рукава 16...25 см. Женская верхняя одежда из натурального шелка с цветными узорами, подкладка из такого же шелка. Овальный воротник. Рукава длинные, до пальцев руки. Воротник, борт, низ и ширина рукава обработаны фиолетово-блестящей лентой			+				+		+	
	Атырауская область. Общая длина 112 см, длина рукава 58 см, ширина рукава 17...23 см. Верхняя одежда из черного плюша, подкладка из цветного шелка. Силуэт – трапецевидный. На рукавах цвета пшеницы изображен верблюд с помощью сметочного шва. Воротник – из красного плюша и туго стянут на горловине. По краям воротника пришиты две полосочные бусины. Рукава – длинные, втачные. В месте соединения борта пришиты цветные шнуры. Воротник, борта, низ рукавов обработаны 5-7-сантиметровой лентой из плюша			+				+		+	

Это связано с тем, что рельефная матовая фактура гобелена и пестрая расцветка придают одежде художественную выразительность. Гобеленовая ткань обладает износостойкостью, формоустойчивостью, высокой плотностью, цветоустойчивостью и антистатическими свойствами [11].

Модели одежды из гобелена имеют простой крой и плотную посадку. Плотность посадки изделия происходит за счет жесткости ткани, что исключает наличие драпировок и складок.

В связи с вышесказанным в качестве основного материала в разработанной модели женского пальто использовалась гобеленовая ткань, полотно и рисунок которой создавались одновременным переплетением вертикальных и горизонтальных шелковых нитей с помощью машинной техники в Китае.



В качестве ткани-компаньона предлагается джинсовая ткань (стрейч – хлопок с добавлением лайкры), так как по многим

показателям она идентична гобеленовой ткани.

Преимущества джинсовой ткани заключаются в износостойкости и универсальности, гигроскопичности, воздухопроницаемости, ветростойкости, пыленепроницаемости, отсутствии электризуемости, и во внешнем виде. В изделиях из джинсовой ткани ощущаются удобство и комфорт [12].

На основе анализа формы, конструкции и художественно-декоративного оформления традиционного казахского женского шапана, а также с помощью эвристических приемов [10] нами разработана модель женского пальто из основной гобеленовой ткани в сочетании с джинсовой (воротник-стойка, борта).

Изготовлен опытный образец "Казахское национальное женское пальто из гобелена с элементами", на который подана заявка на промышленный образец и получен патент Республики Казахстан №2486 (табл. 2).

Наименование изделия	Внешний вид традиционной одежды	Виды художественно-декоративной отделки										Казахское национальное женское пальто из гобелена (Патент №2486 РК)			
		месторасположение орнамента				вид декора			техника исполнения		способ исполнения				
		сплош.	углов.	краев.	центр.	вышивка	аппликация	инкруст.	ручная	машин.	глад.		тамбур	наклад	
Женский традиционный казахский костюм (шапан из замши)			+	+	+	+									

Таким образом, создание новых конструктивно-технологических решений современной одежды осуществляется на основе элементов традиционного национального костюма с помощью эвристических приемов, что способствует расширению действующего ассортимента одежды.

## ВЫВОДЫ

На основе исследований ассортимента одежды традиционного казахского костюма с помощью таких эвристических приемов, как "преобразование в пространстве", "преобразование структуры", "преобразование во времени", "преобразование формы", "преобразование материала" и "приемы дифференциации" нами создано конструктивно-технологическое решение одежды с новыми свойствами, что сокращает производственный процесс от замысла до готового изделия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Козлова Т.В., Рытвинская Л.Б. и др. Моделирование и художественное оформление женской и детской одежды. – М.: Легпромиздат, 1990.
2. Сухарева О.А. Костюм народов Средней Азии. Историко-этнографические очерки. – М.: Наука, 1979.
3. Сухарева О.А. История среднеазиатского костюма. – М.: Наука, 1982.
4. Захарова И.В., Лобачева Н.П., Люшкевич Ф.Д. Традиционная одежда народов Средней Азии и Казахстана. – М.: Наука, 1989.
5. Есова С. Казахский народный костюм. – Алма-Ата.: Казгослитиздат, 1958.
6. Есова С., Оразбаева Н. Казахская национальная одежда. – Алма-Ата, 1976.
7. Маргулан А.Х. Казахское народное прикладное искусство. – Алма-Ата: Онер, 1986. Т.1.
8. Джанибеков У.Д. Казахский костюм. – Алматы.: Онер, 1996.
9. Нуржасарова М.А., Талгатбекова А.Ж., Смайлова У.У., Тунгатарова Д.Т. Теоретические принципы проектирования одежды с использованием метода аналогии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 3. С.119...121.



10. Нуржасарова М.А., Талгатбекова А.Ж., Рустемова А.О., Скарьдова В.Б. Процесс создания конструктивных решений одежды с помощью эвристических приемов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 4. С.125...127.

11. <http://make-your-style.livejournal.com/>

12. <https://textile.life/fabrics/types/dzhinsovaya-tkan-opisanie-sostav-svoystva-dostoinstva-i-nedostatki.html>

#### REFERENCES

1. Kozlova T.V., Rytvinskaja L.B. i dr. Modelirovanie i hudozhestvennoe oformlenie zhenskoj i detskoj odezhdy. – М.: Legpromizdat, 1990.

2. Suhareva O.A. Kostjum narodov Srednej Azii. Istoriko-jetnograficheskie ocherki. – М.: Nauka, 1979.

3. Suhareva O.A. Istorija sredneaziatskogo kostjuma. – М.: Nauka, 1982.

4. Zaharova I.V., Lobacheva N.P., Ljushkevich F.D. Tradicionnaja odezhda narodov Srednej Azii i Kazahstana. – М.: Nauka, 1989.

5. Esova S. Kazahskij narodnyj kostjum. – Alma-Ata.: Kazgoslitizdat, 1958.

6. Esova S., Orazbaeva N. Kazahskaja nacional'naja odezhda. – Alma-Ata, 1976.

7. Margulan A.H. Kazahskoe narodnoe prikladnoe iskusstvo. – Alma-Ata: Oner, 1986. T.1.

8. Dzhanibekov U.D. Kazahskij kostjum. – Almaty.: Oner, 1996.

9. Nurzhasarova M.A., Talgatbekova A.Zh., Smajlova U.U., Tungatarova D.T. Teoreticheskie principy proektirovanija odezhdy s ispol'zovaniem metoda analogii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 3. S. 119...121.

10. Nurzhasarova M.A., Talgatbekova A.Zh., Rустemova A.O., Skar'dova V.B. Process sozdaniya konstruktivnyh reshenij odezhdy s pomoshh'ju jevristsicheskikh priemov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 4. S.125...127.

11. <http://make-your-style.livejournal.com/>

12. <https://textile.life/fabrics/types/dzhinsovaya-tkan-opisanie-sostav-svoystva-dostoinstva-i-nedostatki.html>

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

УДК 687.12.123

## DESIGN OF MODELS OF ZONE CLOTHES WITH USE OF ELEMENTS OF DISCRETE MATHEMATICS

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПОЯСНОЙ ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ

L.T. SARTTAROVA, ZH.T. MUSTAFINA, D.A. YUNUSOVA  
Л.Т. САРТТАРОВА, Ж.Т. МУСТАФИНА, Д.А. ЮНУСОВА

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
E-mail: 25lazzat@mail.ru

*In article the possibilities of application of a problem of discrete optimization for automation of design of clothes connected with questions of the maximum feasibility of a logical formula are considered. In this regard, the solution of this task is one of the relevant directions of improvement of technological preparation of production.*

*В статье рассмотрены возможности применения задачи дискретной оптимизации для автоматизации проектирования одежды, связанные с вопросами максимальной выполнимости логической формулы. В связи с этим решение данной задачи является одним из актуальных направлений совершенствования технологической подготовки производства.*

**Keywords: design automation, garment, mathematical model, logical formula.**

**Ключевые слова: автоматизация проектирования, швейное изделие, математическая модель, логическая формула.**

Modern computer technologies offer new prospects for improvement of a designing process of clothes, the solution of a large number of the difficult and various tasks arising at the same time enough. In this regard recently the considerable attention is given to development of a CAD of clothes. Now in clothing industry are created and such computer programs as function: Leko, Cuat, CorelDRAW Graphics Suite, AutoCAD, Adobe Photoshop, Gerber, Investronika, Assol, the Apportion, Avtokra, Grazia, GRAFIS which are widely used in a clothes designing process, beginning from the outline sketch and finishing with technological process [1].

Therefore, successful advance in the specified direction demands wider use of a mathematical apparatus, especially from area of optimization and a research of operations, development of new mathematical models and methods. The designing process of garments which are formed of a set of components is for this purpose considered (details, the complicating elements and characteristics). The number of characteristics joins silhouette forms, volumes, properties of materials, etc. The specified components get out of rather broad set which is peculiar to this class of products. A similar variety is available also at selection of characteristics.

It is known that by preparation of design decisions especially important role is played by restrictions of logical type as they significantly influence the main structure of future product and its characteristic. Therefore problem definition in which it is required to choose the elements meeting logical conditions taking into account their importance is considered by authors [2].

Logical restrictions naturally arise and are considered by the designer when using various provisions and recommendations following from the theory of harmonization of a suit. Importance of logical conditions is connected with the fact that at design of a suit the optimum arrangement of details, their sizes and

forms is required not only to find, but also to receive a harmonious product in general.

Undesirability of a combination of certain elements in one model or need of repetition of similar forms for various details and products when developing a series of models for maintaining the general idea and so forth can be an example of such restrictions. The considerable number of logical and other restrictions arises at design of women's skirts. Logical restrictions for each concrete situation can be "rigid", i.e. obligatory and rather "soft", allowing violations under certain conditions. Besides, at design of clothes have to be executed technological, economic and some other restrictions.

For mathematical statement of the task of design of garments we will enter the following designations:

$V_j$  – a component of a product,  $j=1, \dots, n$ ;

$X_j$  – logic variable which accepts value the truth, if  $V_j$  is a part of a product, and value a lie – in opposite case;

$S_j$  –  $V_j$  weight characterizing a level of feasibility of switching on  $V_j$  in a product;

$P$  – lower bound for summary weight of  $V_j$  switched on in a product;

$C_i$  – the logical formula corresponding to  $i$ -mu logical to restriction,  $i=1, \dots, m$  which represents disjunction of the  $X_j$  variables and/or their denial of  $X_j$ ;

formulas with numbers  $i=1, \dots, m'$  shall be surely executed,  $0 \leq m' \leq m$ ;

$D_i$  – the formula  $C_i$  weight characterizing a level of its need executions,  $i=m'+1, \dots, m$ ;

$A_{kj}$  – the volume of  $k$ -go of the resource demanded for production of  $j$ -y

making products,  $k=1, \dots, g$ ;  $j=1, \dots, n$ ;

$B_k$  – the available volume of  $k$ -go of a resource,  $k=1, \dots, g$ .

Therefore, the task consists in searching of values of logic variables in case of which formulas  $C_i$  with numbers  $i=1, \dots, m$  are executed, restrictions on resources and on summary weight of component  $V_j$ ,  $j=1$ , switched on in a product,  $\dots, n$ , and weight of the executed formulas  $C_i$  for  $i \geq m'+1$  will be maximum.

To construct model of integer programming, it is necessary to transfer from logic variables to Boolean, and to replace logical restrictions with the equivalent with it the linear inequalities.

We will enter sets of indexes of the  $C_i$  variables  $\hat{C}_i$  and  $\check{C}_i$ , being a  $C_i$  part with denial and without it respectively. We will replace  $X_j$  with the Boolean  $Y_j$  variable, its denial – on  $1 - Y_j$ , and the disjunction character " $\vee$ " – on the sign "+". To a condition of feasibility of a logical formula  $C_i$  there corresponds solvability of the following linear inequality:

$$\sum_{j \in \hat{C}_i} Y_j - \sum_{j \in \check{C}_i} Y_j \leq |\hat{C}_i| - 1. \quad (1)$$

If formula  $C_i$  (! under certain conditions it is not executed, for it the auxiliary Boolean  $Z_i$  variable is entered and inequality is built:

$$\sum_{j \in \hat{C}_i} Y_j - \sum_{j \in \check{C}_i} Y_j + Z_i \leq |\hat{C}_i|. \quad (2)$$

So, the model of integer linear programming for the problem of design of garments formulated above has an appearance:

$$Y_0 = \sum_{i=1}^m D_i Z_i \rightarrow \max. \quad (3)$$

If in an optimal solution of this task for some  $i$   $Z_i=1$  takes place, then the appropriate formula  $C_i$  accepts value the truth. Different methods and application program packages can be applied to the decision of the task [3].

The optimal solution of a task received by means of some algorithm gives option of the projected product taking into account the formulated requirements and degree of their importance. However the optimal solution often isn't the only thing therefore in a designing process can be useful and other decisions which will generate new models of products.

Actually at this stage allocation of a subset of perspective models of skirts is carried out. At the following stage it is possible to apply other mathematical designs for the purpose of more detailed study of model of a product.

Thus, for optimization of the choice of suitable models of garments it is possible to

use some more criteria, for example, to minimize labor input of production of a product, to raise operational characteristics and others, that is to pass to multicriteria optimization.

## CONCLUSIONS

1. The offered approach is represented rather perspective for automation of design of clothes. On its basis it is possible to receive and analyze models of garments of various degree of complexity.

2. It is established that logical formulas, tasks and methods of integer programming are the most convenient for the description of restrictions and optimization of the choice of interesting and various models of clothes.

3. Important line of the developed mathematical models is the possibility of their development and adaptation to more difficult situations (introduction of new components: range of clothes, property of materials, seasonality and so on).

## REFERENCES

1. Mokeeva N.S. Sistemnoe proektirovanie gibkih potokov v shvejnoj promyshlennosti. – M.: ИС МГУДТ, 2003.
2. Ksenofontov S.L. Avtomatizacija proektirovaniya i tehnologicheskoy podgotovki na baze kompleksa T-FLEX. Integrirovannyj podhod //SAPR i grafika. –M., 2002, № 9. S. 8..9.
3. Sarttarova L.T. Sovershenstvovanie metoda kompleksnogo proektirovaniya zhenskoy odezhdy dlja melkoserijnogo proizvodstva: Dis....kand. tehn. nauk. – Almaty, 2009.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мокеева Н.С. Системное проектирование гибких потоков в швейной промышленности. – М.: ИИЦ МГУДТ, 2003.
2. Ксенофонтов С.Л. Автоматизация проектирования и технологической подготовки на базе комплекса T-FLEX. Интегрированный подход //САПР и графика. –М., 2002, № 9. С. 8..9.
3. Сарттарова Л.Т. Совершенствование метода комплексного проектирования женской одежды для мелкосерийного производства: Дис....канд. техн. наук. – Алматы, 2009.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

**МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ МАТЕРИАЛОВ  
С ЭЛАСТАНАМИ ПРИ НАСТИЛЕ**

**METHOD OF THE RESEARCH THE DEFORMATION OF MATERIALS  
WITH ELASTANES AT THE FLOORING**

*H.C. МОКЕЕВА, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА, Н.С. БУГАСОВА*  
*N.S. MOKEEVA, R.O. ZHILISBAYEVA, N.S. BUGASOVA*

(Новосибирский технологический институт (филиал) Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Novosibirsk Technological University (branch) of Russian State University  
named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),  
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: tdshi2006@yandex.ru, rau\_45@mail.ru

*В статье приводятся расчеты и ряд математических зависимостей с учетом деформационных свойств и степени релаксаций разных артикулов материалов с эластаном, позволяющие дать рекомендации по определению припусков по длине настила для каждого конкретного артикула материала. В итоге предложенные рекомендации ускоряют процесс и качество настиления материалов подобного типа.*

*The article presents calculations and a number of mathematical dependencies, taking into account the deformation properties and the degree of relaxation of different articles of materials with elastane, which allow to give recommendations for determining the allowances along the length of the covering of fabrics for each particular article of material. As a result, the proposed recommendations accelerate the process and quality of the covering of fabrics of this type.*

**Ключевые слова:** математические зависимости, деформационные свойства, рекомендации, настиление тканей.

**Keywords:** of mathematical dependencies, the deformation properties, recommendations, covering of fabrics.

Для швейных предприятий, ориентированных на высокое товарное качество готовой продукции, важным показателем является размерная точность изделий, которая закладывается на стадии выполнения операций раскройного производства и представляет собой базовую основу всего технологического цикла.

С этих позиций одной из наиболее важных задач управления качеством деталей кроя швейных изделий является определение технологических параметров подготовки операции настиления с учетом свойств используемых материалов. Это, прежде всего, обусловлено тем, что в про-

цессе настиления ткани при контакте с рабочими органами оборудования в полотнах возникают деформации, которые могут привести к изменению линейных размеров кроя.

Большинство современных материалов, используемых в швейном производстве, можно отнести к категории реономных, характерной особенностью которых является то, что возникающие в них деформации зависят не только от действующей нагрузки, но и от времени воздействия, а при снятии нагрузки происходит постепенное уменьшение деформации. Этот эффект получил название релаксации де-

формации и особенно проявляется при формировании настилов из эластичных материалов, когда после настиления длина полотен постепенно уменьшается [1].

В таких условиях представляет интерес задача расчета величины технологических припусков настилов и времени релаксации деформаций, обеспечивающих заданную точность кроя. На рис. 1 изображена кривая деформации эластичного материала (нагрузки и разгрузки).

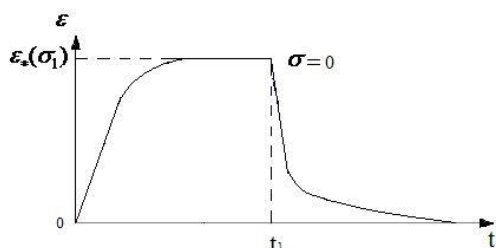


Рис. 1

В фазе нагрузки под воздействием напряжения  $\sigma = \sigma_1$  деформация с течением времени асимптотически приближается к некоторой величине  $\varepsilon = \varepsilon_*(\sigma_1)$ , а при снятии нагрузки ( $\sigma = 0$ ) постепенно убывает или релаксирует.

Определяющее уравнение скорости деформации эластичных материалов, позволяющее рассчитать величину перемещений с учетом релаксирующих деформаций, можно представить дифференциальным уравнением [2]:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \lambda(\varepsilon_*(\sigma_1) - \varepsilon), \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – относительная деформация;  $\sigma_1$  – действующие напряжения;  $\lambda$ ;  $\varepsilon_*(\sigma_1)$  – характеристики материала, определяемые экспериментально.

Выражение деформации в зависимости от напряжения в фазе нагружения может быть получено интегрированием уравнения (1) с начальными условиями  $t = 0$ ;  $\sigma = \sigma_1$ ;  $\varepsilon = 0$ :

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_*(\sigma_1)(1 - e^{-\lambda t}), \quad t \geq 0, \quad (2)$$

где  $t$  – время воздействия нагрузки.

Данное выражение описывает процесс насыщения, когда деформация монотонно возрастает от  $\varepsilon(0) = 0$  до своего предельного значения  $\varepsilon(\infty) = \varepsilon_*(\sigma_1)$ .

При разгрузке обратимая часть деформации находится интегрированием уравнения (1) с начальными условиями  $t = t_1$ ;  $\sigma = \sigma_1$ ;  $\varepsilon(t_1) = \varepsilon_*(\sigma_1)$ :

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_*(\sigma_1)e^{-\lambda(t-t_1)}, \quad t \geq t_1, \quad (3)$$

где  $t_1$  – время начала разгрузки.

Это соотношение описывает фазу релаксирующей обратимой деформации, когда с увеличением значения  $t$  деформация монотонно убывает и  $\varepsilon(\infty) = 0$ .

В случае необходимости, чтобы добиться лучшего количественного описания эластичной деформации, можно использовать линейные комбинации слагаемых типа (1) с различными значениями характеристик  $\varepsilon_*(\sigma)$  и  $\lambda$ .

Задача расчета величины технологических припусков, обеспечивающих заданную точность кроя, сводится к расчету деформации полотен длиной  $\ell$ , настилаемых со скоростью  $v$  и силой натяжения  $T$  [1]. Полученные показатели деформации были обработаны, результаты представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Время деформации, с	Среднее арифметическое значение	Среднеквадратическое значение	Абсолютная ошибка среднего арифметического	Доверительный интервал	Относительная ошибка выбора среднего арифметического, %
5	19,3	0,12	0,3	19,0÷19,6	1,6
20	19,5	0,19	0,5	19,0÷20,0	2,6
30	19,7	0,26	0,64	19,06÷20,34	3,2
40	19,9	0,19	0,5	19,4÷20,4	2,5
50	20,1	0,13	0,32	19,78÷20,42	1,6
60	20,1	0,13	0,32	19,78÷20,42	1,6

Таким образом, расчеты показали, что относительная ошибка выборки среднеарифметического значения не превышает 5%. Следовательно, для подтверждения полученных результатов дополнительные опыты не требуются.

## ВЫВОДЫ

Решение ряда математических зависимостей, установленных для разных артикулов материалов с эластанами, позволило дать рекомендации по определению припусков по длине настила для каждого конкретного артикула материала. Это ускоряет процесс и качество настиления материалов подобного типа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мокеева Н.С., Петрова Е.В. Управление качеством работы раскройного цеха в условиях швейного предприятия. – М.: РИО: МГУДТ, 2011.
2. Заев В.А., Ефименко Л.Л., Мокеева Н.С. Методика расчета технологических припусков длин настилов из рулонных эластичных материалов в подготовительно-раскройном производстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №3. С.112...115.

## REFERENCES

1. Mokeeva N.S., Petrova E.V. Upravlenie kachestvom raboty raskrojnogo ceha v usloviyah shvejnogo predpriyatija. – M.: RIO: MGUDT, 2011.
2. Zaev V.A., Efimenko L.L., Mokeeva N.S. Metodika rascheta tehnologicheskikh pripuskov dlin nastilov iz rulonnyh jelastichnyh materialov v podgotovitel'no-raskrojnom proizvodstve // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, №3. S.112...115.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

УДК 687.016

## ПРИНЦИПЫ МОДУЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ТРАДИЦИОННОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ ОДЕЖДЕ

### PRINCIPLES OF MODULAR DESIGNING IN TRADITIONAL NATIONAL CLOTHES

*А.О. РУСТЕМОВА, М.А. НУРЖАСАРОВА, С.К. ЛОПАНДИНА, Р.Т. БОЛЫСБЕКОВА*  
*A.O. RUSTEMOVA, M.A. NURZHASAROVA, S.K. LOPANDINA, R.T. BOLYSBEKOVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,  
Центральный научно-исследовательский институт швейной промышленности,  
Российская Федерация)

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,  
Central Research Institute of Garment Industry, Russian Federation)

E-mail: aigulya11@mail.ru

*В статье приведен анализ пропорционального построения элементов традиционного костюма народов Средней Азии и Казахстана, традиционных мер и способов раскроя плечевой одежды в целях реконструкции традиционного костюма и разработки современной одежды в фольклорном стиле.*

*The article analyzes the proportional construction of elements of the traditional costume of the peoples of Central Asia and Kazakhstan, the traditional measures and methods for cutting outer clothes for the purpose of reconstructing a traditional costume and developing modern clothes in folklore style.*



кончика среднего пальца вытянутой руки). Кроме того, существовали следующие измерения: орташа кез (расстояние от середины груди до кончика среднего пальца вытянутой руки), сайкез [10].

У таджиков, а также у народности белуджи (выходцы из Афганистана, проживающие на территории Таджикистана), основной меркой является гитисм, "пядь" – расстояние между концами большого пальца и мизинца растянутой пятерни (5 гитисм составляют 1 газ). Такая мера встречается у персов под названием "ваджаб" [11, с.95]. У казахов мера пяди называлась "карыс" [10].

В результате ретроспективного анализа выявлено, что при раскрое и пошиве одежды народами САиК в основном использовались следующие меры.

- Пядь. Расстояние от конца большого пальца до кончика мизинца растянутой ладони или до кончика среднего пальца.
- Палец. Ширина указательного пальца.
- Ладонь. Ширина кисти руки.
- Локоть. Расстояние от кончика среднего пальца до локтя, или 6 ладоней.

Размер модуля меры, связанный с величиной части тела, выбирается в зависимости от оптимальных размеров готовой одежды.

На основе литературного обзора установлены определенные пропорциональные закономерности, которые встречаются при раскрое традиционной одежды.

При раскрое одежды таджиков соотношения частей рубах были следующими: длина стана 1, длина рукава  $\frac{1}{2}$ , ширина рукава у проймы  $\frac{1}{4}$ , ширина рукава у кисти  $\frac{1}{2}$  ширины проймы [12, с. 39].

При раскрое рубах у белуджей Туркмении длина изделия должна составлять 6 гитисм, длина рукава 3 гитисм, ширина рукава в пройме 2 гитисм, ширина рукава у запястья чар нахун (примерно  $\frac{1}{3}$  от ширины рукава в пройме). Ширина полочки, как и спинки, в женской рубахе равна 2 гитисм [9].

Схематично построив конструкцию рубахи по указанным выше размерам, получим пропорциональные соотношения, соответствующие числовым значениям ряда

Фибоначчи: 1:2:3. Так, уровень линии проймы соотносится с уровнем линии низа как 1:3, ширина полочки/спинки с длиной рукава – как 2:3, ширина рукава у запястья к ширине рукава у проймы – как 1:3.

Сопоставляя данные об обмерах некоторых предметов одежды из собраний МАЭ РАН, исследователи пришли к выводам, что, вне зависимости от абсолютных размеров отдельных деталей кроя рубах, соотношение длины рукава к длине рубахи оставалось постоянным [12, с. 39]. Согласно данным обмеров это соотношение сохранялось около 1:2.

В результате анализа пропорциональных соотношений частей верхней одежды (шапан) НСАиК, выполненных с фотографий музейных экспонатов (Центральный Государственный музей Республики Казахстан, зарубежные коллекции музеев и аукционов), нами установлены пропорциональные отношения длины рукава к длине изделия, приблизительно равные 1:2, что дополнительно указывает на общность конструкции плечевой одежды у НСАиК.

Большое значение при раскрое традиционной одежды имела ширина используемых тканей, которая варьировалась примерно от 25 до 60 см при ручном способе их производства [13]. При раскрое добивались минимальных отходов ткани – в основном за счет прямоугольной и треугольной формы деталей.

Следовательно, размеры модулей деталей традиционной одежды зависели от размеров используемой для измерения меры длины (модуля длины) и ширины ткани.

Известно, что в современных антропометрических стандартах присутствуют измерения длины и ширины кисти. В соответствии с ГОСТом Р ИСО 7250-1–2013 длина кисти определяется от шиловидного отростка до кончика среднего (третьего пальца) [14]. В результате анализа статистических сводок измерений по отдельным группам населения стран ISO согласно ГОСТу Р 56620.2–2015 [15] выявлено, что для всех стран-участников измерений (Норвегия, Италия, США, Корея, Таиланд,



Кения) отношение средних значений длины кисти к длине тела остается постоянной величиной, примерно равной 0,11 как у мужчин, так и у женщин.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, известные методы пропорционирования, выявленные постоянные отношения средних значений длины кисти к длине тела, а также принципы традиционного кроя являются начальными данными для разработки упрощенной методики конструирования плечевой одежды унисекс безотходного кроя (так называемый принцип "zero waist design").

## ЛИТЕРАТУРА

1. Захарова И.В., Ходжаева Д.Х. Казахская национальная одежда: XIX-начало XX века. – М.: Наука, 1964.
2. Савельева И.Н. Художественно-конструкторский анализ народного костюма стран Средней Азии // Вестник Оренбургского гос. ун-та. – 2015, №5. С.63...67.
3. Традиционная одежда казахов (иллюстрированный научный каталог). – Алматы: Өнер, 2009.
4. Лобачева Н.П. О некоторых чертах региональной общности в традиционном костюме народов Средней Азии и Казахстана // Традиционная одежда народов Средней Азии и Казахстана. – М.: Наука, 1989. С. 5...38.
5. Нуржасарова М.А. Теоретические и методологические принципы проектирования современной одежды на основе традиционного казахского костюма: Дис. ... докт. техн. наук. – М., 2005.
6. Рустемова А.О., Нуржасарова М.А. Исследование конструкции традиционной плечевой одежды народов Средней Азии и Казахстана // Вестник АТУ. – 2017, №2. С. 31...35.
7. Петрович Д. Теоретики пропорций. – М.: Стройиздат, 1979.
8. Нойферт Э. Строительное проектирование / Пер.с нем. К.Ш. Фельдмана, Ю.М. Кузьминой. – М.: Стройиздат, 1991.
9. Гафферберг Э.Г. Белуджи Туркменской ССР. Очерки хозяйства, культуры и быта. – Л.: Наука, 1969.
10. Конканов М., Аринова Г. Метрология казахского народа // Метрология. – 2011, № 2. С. 25...26 .
11. Богданов Л.Ф. Персия в географическом, религиозном, бытовом, торгово-промышленном и административном отношении. – СПб.: Первая центральная "Восточная" электропечатня И. Борганского, 1909.
12. Рассудова Р.Я. Материалы по одежде таджиков верховьев Зеравшана. Традиционная куль-

тура народов Передней и Средней Азии / Институт этнографии им. Н.Н. Миклухо-Маклая АН СССР; отв. ред. Л.П. Потапов, отв. ред. сб. Н.А. Кисляков. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1970. (Сборник Музея антропологии и этнографии; т. 26).

13. Томина Т.Н. Ткани в одежде кочевых и полукочевых народов Средней Азии / Традиционная одежда народов Средней Азии и Казахстана. – М.: Наука, 1989. С .228...252.

14. ГОСТ Р ИСО 7250-1–2013. Эргономика. Основные антропометрические измерения для технического проектирования. – Часть 1. Определения и основные антропометрические точки. – М.: Стандартинформ, 2014.

15. ГОСТ Р 56620.2–2015. Эргономика. Основные антропометрические измерения для технического проектирования. – Часть 2. Статистические данные национальных совокупностей. – М.: Стандартинформ, 2016.

## REFERENCES

1. Zaharova I.V., Hodzhaeva D.H. Kazahskaja nacional'naja odezhda: XIX-nachalo XX veka. – М.: Nauka, 1964.
2. Savel'eva I.N. Hudozhestvenno-konstruktorskij analiz narodnogo kostjuma stran Srednej Azii // Vestnik Orenburgskogo gos. un-ta. – 2015, №5. S.63...67.
3. Tradicionnaja odezhda kazahov (illjustrirannyj nauchnyj katalog). – Алматы: Өнер, 2009.
4. Lobacheva N.P. O nekotoryh chertah regional'noj obshhnosti v tradicionnom kostjume narodov Srednej Azii i Kazahstana // Tradicionnaja odezhda narodov Srednej Azii i Kazahstana. – М.: Nauka, 1989. S. 5...38.
5. Nurzhasarova M.A. Teoreticheskie i metodologicheskie principy proektirovanija sovremennoj odezhdy na osnove tradicionnogo kazahskogo kostjuma: Dis. ... dokt. tehn. nauk. – М., 2005.
6. Rustemova A.O., Nurzhasarova M.A. Issledovanie konstrukcii tradicionnoj plechevoj odezhdy narodov Srednej Azii i Kazahstana // Vestnik ATU. – 2017, №2. S. 31...35.
7. Petrovich D. Teoretiki proporcij. – М.: Strojizdat, 1979.
8. Nojfert Je. Stroitel'noe proektirovanie / Per.s nem. K.Sh. Fel'dmana, Ju.M. Kuz'minoy. – М.: Strojizdat, 1991.
9. Gafferberg Je.G. Beludzhi Turkmenskoj SSR. Ocherki hozjajstva, kul'tury i byta. – L.: Nauka, 1969.
10. Konkanov M., Arinova G. Metrologija kazahskogo naroda // Metrologija. – 2011, № 2. S.25...26 .
11. Bogdanov L.F. Persija v geograficheskom, religioznom, bytovom, torгово-promyshlennom i administrativnom otnoshenii. – СПб.: Pervaja central'naja "Vostochnaja" jelektropechatnja I. Boraganskogo, 1909.
12. Rassudova R.Ja. Materialy po odezhde tadjhikov verhov'ev Zeraвшana. Tradicionnaja kul'tura

narodov Perednej i Srednej Azii / Institut jetnografii im. N.N. Mikluho-Maklaja AN SSSR; otv. red. L.P. Potapov, otv. red. sb. N.A. Kisljakov. – L.: Nauka. Leningr. otd-nie, 1970. (Sbornik Muzeja antropologii i jetnografii; t. 26).

13. Tomina T.N. Tkani v odezhde kochevyh i polukochevyh narodov Srednej Azii / Tradicionnaja odezhda narodov Srednej Azii i Kazahstana. – M.: Nauka, 1989. S .228...252.

14. GOST R ISO 7250-1–2013. Jergonomika. Osnovnye antropometricheskie izmerenija dlja tehnikeskogo proektirovanija. – Chast' 1. Opredelenija i os-

novnye antropometricheskie tochki. – M.: Standartinform, 2014.

15. GOST R 56620.2–2015. Jergonomika. Osnovnye antropometricheskie izmerenija dlja tehnikeskogo proektirovanija. – Chast' 2. Statisticheskie dannye nacional'nyh sovokupnostej. – M.: Standartinform, 2016.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

УДК 677.687.613

## **ВЫБОР И АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА СПЕЦОДЕЖДУ ШТУКАТУРОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ**

### **SELECTION AND ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING WORKING CLOTHES OF PLASTERERS BASED ON EXPERT EVALUATION METHOD**

*Б.Р. РЫСКУЛОВА, К.А. ЖУМАТАЕВА, Л.Т. САРТАРОВА, М.Ж. ЕРАЛИЕВА*  
*B.R. RYSKULOVA, K.A. ZHUMATAYEVA, L.T. SARTTAROVA, M.ZH. YERALIYEVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: br.ryskulova@mail.ru

*В статье исследованы основные факторы, такие как продолжительность непрерывной носки, дизайн, материалы, соответствие конструкции условиям труда, определяющие наиболее оптимальные виды спецодежды штукатуров. Исследование выявленных факторов проведено по данным анкетного опроса самих штукатуров строительной компании. Обработка данных была осуществлена при помощи метода экспертного анализа, что позволило выявить наиболее значимые факторы, оказывающие существенное влияние на трудоспособность штукатуров. Результаты исследования способствовали разработке и получению Патента на промышленный образец № 2673, опубликованный 17.07.2017г.*

*The main factors, such as the duration of dressing, design, materials, the conformity of design to working conditions that determine the most optimal types of work wear for plasterers are discussed in this article . The investigation of the identified factors was carried out according to the questionnaire survey of the plasterers of the construction company. Data processing was carried out using the expert analysis method, that allowed to identify the most significant factors and impact on the productivity of plasterers. The outcome of the research is development and approved patent for industrial design № 2673, published on July 17, 2017.*

**Ключевые слова:** специальная одежда, экспертная оценка, штукатур, текстильные материалы, анкета.

**Keywords:** work wear, expert evaluation, plasterer, textile materials, questionnaire.

Развитие науки тесно связано с совершенствованием производства и направлено на повышение его эффективности. Повышение эффективности строительного производства зависит от многих факторов. Одним из них является улучшение условий труда штукатуров, к которым относятся и качество используемой спецодежды [1].

Для проектирования специальной одежды для штукатуров нами был проведен анкетный опрос с целью определения важности качественных показателей спецодежды. Этот метод позволяет выявить основные информационные признаки спецодежды для определения ее наиболее рационального вида.

Сущность метода экспертных оценок заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы с количественной оценкой суждений и формальной обработкой результатов, а обоб-

щенное мнение экспертов принимается как решение проблемы [2]. На основе личных встреч со строителями-штукатурами было заполнено 40 разработанных анкет. При сборе мнений каждому из опрошиваемых предлагалось заполнить анкету, в которой перечислены факторы, их размерность и предполагаемые интервалы варьирования. Анкета разработана с учетом внешнего вида спецодежды, а также условий труда и имеет многоступенчатый характер [3]. Заполняя анкету, специалист определяет место факторов в ранжированном ряду. Составленная анкета имеет определенную структуру и состоит из 6 вопросов, каждый из которых направлен на изучение отдельного фактора спецодежды штукатуров. В табл. 1 показаны факторы, определяющие качество спецодежды, которые рассматривались нами в ходе исследования.

Т а б л и ц а 1

Факторы	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
Продолжительность непрерывного использования	11...12 месяцев	более года	5...7 месяцев	8...10 месяцев	-
Виды спецодежды	полукомбинезон и куртка	брюки и куртка	комбинезон и куртка	брюки и жилет	-
Материалы	материалы из искусственных и синтетических волокон	ткани	льняные	грубошерстные	хлопчатобумажные с синтетическими волокнами
Соответствие конструкции условиям труда	минимальное количество швов	свободное облегание	наличие карманов	защитные клапаны по линии застежки	вспомогательные детали

В соответствии с матрицей рангов определена сумма рангов по факторам, отклонения суммы рангов и их квадраты. Для каждого фактора находят сумму рангов  $\sum_{j=1}^m a_{ij}$ , где  $m$  – число опрошенных специалистов;  $a_{ij}$  – ранг  $i$ -го фактора, присвоенный  $j$ -м исследователем. Затем вычисляют отклонение  $\Delta$  суммы рангов от

средней суммы рангов для каждого из факторов [4]:

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}, \quad (1)$$

где  $\Delta_i$  – отклонение суммы рангов  $i$ -го фактора от средней суммы рангов;  $k$  – число

факторов;  $\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}$  – средняя сумма

рангов.

По фактору "Продолжительность носки спецодежды" диаграмма и полигон распределения сумм рангов приведены на рис. 1.

На рис. 2...4 также представлены диаграммы и полигоны распределения сумм рангов. Как видно из рис. 1, для большинства экспертов наиболее долговечным вариантом является спецодежда в форме комбинезона и куртки. Некоторые из респондентов используют спецодежду более

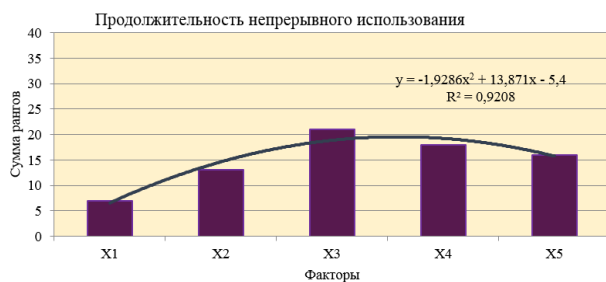


Рис. 1

Защитные функции специальной одежды зависят прежде всего от материала, выбранного для ее изготовления. Поэтому в анкету был включен вопрос – "Из какой ткани желательно изготовить спецодежду?" По мнению рабочих, плотная и надежная хлопчатобумажная ткань с со-

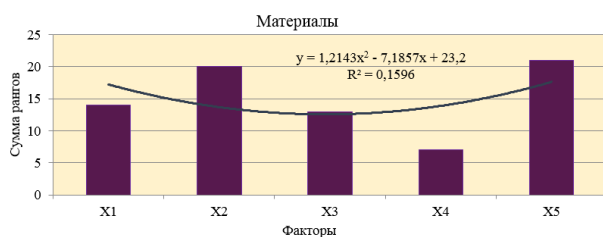


Рис. 3

При этом наиболее предпочитаемыми факторами, с позиции экспертов, оказались факторы X2 (материалы хлопчатобумажные) и X5 (материалы из искусственных и синтетических волокон).

На вопрос – "Соответствует ли конструкция используемой Вами спецодежды

10 месяцев, что означает повышенный спрос на долговечную спецодежду.

Среди предпочтительных форм спецодежды экспертами выделены: полукombинезон и куртка, а также куртка и брюки. Спецодежда рабочих должна быть съемной, желательно не цельной для создания свободы движения верхних конечностей (рис. 2). Предпочтения респондентов объясняются тем, что движения штукатуров в основном связаны с работой на высоте или в вертикальной плоскости. В связи с этим необходима возможность адаптации спецодежды к изменениям условий труда, то есть быстрота и удобство в процессе эксплуатации.

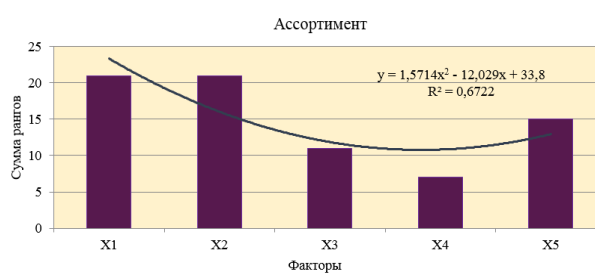


Рис. 2

держанием синтетических волокон (рис. 3, фактор X5) защитит их от пыли и опилок, неизменных спутников работников этой профессии, также она способна уберечь от травм при неосторожном обращении с инструментом или строительными материалами.

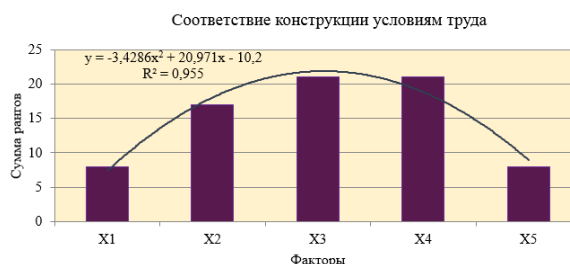


Рис. 4

условиям труда? Какие есть предложения по этому вопросу" – большинство опрошенных ответили положительно и в то же время высказали свои предложения. По мнению рабочих, в первую очередь спецодежда должна изготавливаться с учетом размера и роста каждого рабочего, отве-

чать условиям и особенностям проводимых работ. Кроме того, наличие карманов и вспомогательных деталей – это тоже очень важные факторы (рис. 4, ХЗ и Х4), так как у рабочего имеется много мелких инструментов, которые он постоянно применяет в течение рабочего дня.

Таким образом, применение метода экспертных оценок позволило выявить согласованность мнений групп экспертов строительного производства, что способствовало разработке рекомендаций для рациональной новой спецодежды. Полученные на основе проведения анкетного опроса матрицы рангов показывают соотношение вопросов о защитных, эксплуатационных, механических, художественно-эстетических свойствах как об основных показателях, и это будет способствовать выбору необходимых текстильных материалов для спецодежды.

## ВЫВОДЫ

1. На основе применения метода экспертной оценки установлена степень важности отдельных факторов, позволяющих сформулировать требования к материалам и спецодежде.

2. В результате обработки анкетных данных выявлено, что наиболее востребованной специальной одеждой для штукатуров являются куртка и брюки прямого силуэта из хлопчатобумажной ткани с содержанием синтетических волокон, свободного покроя – в соответствии с условиями труда.

3. Результаты исследования позволили разработать новую спецодежду для штукатуров, что подтверждается Патентом Республики Казахстан на промышленный образец № 2673, опубликованным 17.07.2017 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Романов В.Е. Системный подход к проектированию спецодежды – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.

2. Хлусов В.П. Основы маркетинга. – М. : Приор, 2000.

3. Рыскулова Б.Р. и др. Использование метода априорного ранжирования при выборе характеристик специальной одежды для арматурщиков // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №. 4. С. 101...104.

4. Mugenda O.M., Mugenda A.G. Research methods: Quantitative and qualitative approaches. – Acts press, 1999.

## REFERENCES

1. Romanov V.E. Sistemnyj podhod k proektirovaniju specodezhdy – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1981.

2. Hlusov V.P. Osnovy marketinga. – M. : Prior, 2000.

3. Ryskulova B.R. i dr. Ispol'zovanie metoda apriornogo ranzhirovaniya pri vybore harakteristik special'noj odezhdy dlja armaturshhikov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, №. 4. S. 101...104.

4. Mugenda O.M., Mugenda A.G. Research methods: Quantitative and qualitative approaches. – Acts press, 1999.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТИПОВ ОДНОНИТОЧНЫХ ЦЕПНЫХ СТЕЖКОВ  
С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

**THE DEVELOPMENT OF NEW TYPES OF SINGLE CHAIN STITCHES  
WITH IMPROVED CHARACTERISTICS**

*С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, И.В. ЧЕРУНОВА, М.А. МАНСУРОВА, Г.А. ГАНИЕВА*  
*S.SH. TASHPULATOV, I.V. CHERUNOVA, M.A. MANSUROVA, G.A. GANIEVA*

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,  
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
Донского государственного технического университета, Российская Федерация,  
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,  
Institute of Service and Business (branch) of Don State Technical University, Russian Federation,  
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: ssht61@mail.ru; i\_sch@mail.ru; barno.professorov@mail.ru; gaziza\_ganieva@mail.ru

*Авторами разработан новый однониточный цепной стежок, результаты исследования физико-механических и эксплуатационных свойств которого показали, что предлагаемые схема и технология получения нового цепного стежка обеспечат повышенную устойчивость швов к разрывной нагрузке.*

*Authors have developed a new one-filar chain stitch which results of a research of physicomachanical and operational properties have shown that the offered scheme and technology of receiving a new chain stitch will provide the increased resistance of seams to explosive loading.*

**Ключевые слова:** швейное производство, модернизированные швейные машины, прочность строчки, разрывные характеристики, однониточный цепной стежок.

**Keywords:** sewing production, the upgraded sewing machines, line durability, explosive characteristics, a one-filar chain stitch.

В настоящее время во многих странах мира интенсивно повышается спрос на продукцию текстильной и швейной промышленности из различных видов тканей. Однако, несмотря на наличие значительного количества работ по технике и технологии швейного производства, до сих пор недостаточно исследованы вопросы по разработке новых типов цепных стежков и созданию модернизированных швейных машин, обеспечивающих получение строчек без пропуска стежков, обрыва нитей с высокими деформационно-прочностными характеристиками. В связи с этим разработка новых однониточных и двухниточ-

ных цепных стежков с улучшенными характеристиками, создание ресурсосберегающих и эффективных рабочих органов, механизмов для прокалывания материалов иглой, перемещения материалов и подачи нитей, обеспечивающих качественное сшивание материалов, является важной задачей отрасли.

В существующей технологии получения однониточного цепного стежка с помощью иглы и вращающегося петлителя [1] основным недостатком является легкая распускаемость, а также распускание строчки с любого места при обрыве и износе нитки стежка, что ограничивает об-

ласть его применения. Поэтому в настоящее время однопетельная цепная строчка используется в основном для временного соединения деталей швейных изделий и для постоянных соединений в том случае, если нижняя сторона строчки закрыта другой деталью и не подвергается трению.

Для расширения области применения однопетельного цепного стежка путем получения нераспускаемого однопетельного цепного стежка с ниточным узелком авторами рекомендован новый однопетельный цепной стежок [2...4]. В предлагаемой технологии получения однопетельного цепного стежка нитка, проведенная через ткань, образует узелок, после чего в него вводится последующая петля, на которой образуется следующий узелок. При этом каждая последующая петля вводится через предыдущую петлю с предварительным образованием узелка. Новая строчка однопетельного цепного стежка сверху представляет собой штриховую линию, а снизу – цепочку с узелками в основании петель.

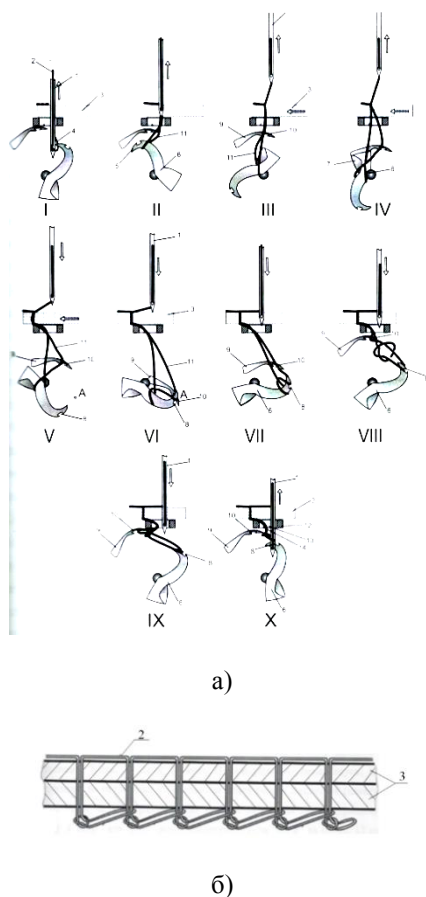


Рис. 1

На рис. 1 показана технология получения и схема однопетельного цепного стежка.

На рис. 1-а показана схема рекомендуемой технологии получения нераспускаемого однопетельного цепного стежка с ниточным узелком, где 1 – игла, 2 – игольная нить, 3 – материал, 4 – петля – напуск игольной нити, 5 – носик петлителя, 6 – петлитель, 7 – хвостовик петлителя, 8 – крючок петлителя, 9 – ширитель, 10 – крючок ширителя. На рис. 1-б показана структура нераспускаемой однопетельной цепной строчки с ниточными узелками.

Известно, что эластичность строчки должна соответствовать эластичности соединяемых материалов [5]. В лаборатории ТИТЛП были проведены эксперименты с целью сопоставления продольной прочности и удлинения строчек двухпетельного цепного стежка, полученных в существующих швейных машинах двухпетельного цепного стежка и экспериментальном образце швейной машины двухпетельного цепного стежка, где используется новый способ получения высокоэластичного двухпетельного цепного стежка [6], [7]. Результаты сравнивали со швейной машиной двухпетельного цепного стежка Kingtex фирмы Kingtex Ching Chi Machine Co LTD, установленной на швейно-трикотажной фабрике Шарк Модель. В экспериментах использовали нить 100% Spun Polyester, №40/2 для верхней нити – белого цвета, а для нижнего – красного цвета, чтобы на строчке различались петли нитей.

Прочность строчки в продольном направлении зависит от прочности швейной нитки [8]. Вначале определяли прочность и удлинение швейной нитки 100% Spun Polyester, №40/2 на разрывной машине Statimat-C. Данная установка предназначена для определения разрывных характеристик (разрывная нагрузка, разрывное удлинение) различных нитей (пряжи). Результаты представлены в виде графиков (рис. 2 – закономерности изменения прочности и удлинения швейной нити 100% Spun Polyester, №40/2).

Из графиков видно, что удлинение от приложенной нагрузки имеет нелинейный характер.

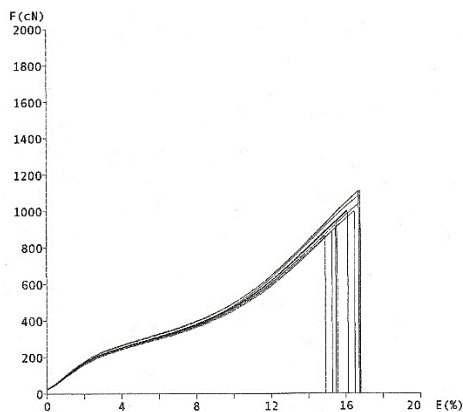


Рис. 2

При приложении силы растяжения до 185 сН удлинение нити имеет линейную форму и достигает до 2,45%. С увеличением нагрузки от 185 до 255 сН интенсивность удлинения (деформации) уменьшается, а дальнейшее увеличение нагрузки приводит к значительному увеличению деформации. Максимальная разрывная нагрузка (maximum force) для нитки 100% Spun Polyester, №40/2 равна 973,45 сН, общее удлинение (EAR: 1%  $F_{max}$ ) равно 17,24%. При этом зависимость напряженно-деформация однозначно подчиняется закону Гука [8]. Согласно результатам исследований при циклических режимах движения нити (нагрузка-разгрузка) ее напряженно-деформационная характеристика имеет нелинейный характер с определенной пластической деформацией (рис. 3 – деформируемость эластичных материалов: 1 – "В", 2 – "Х", 3 – "Т").

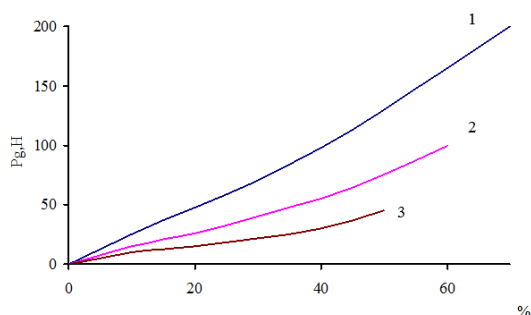


Рис. 3

Для эксперимента выбраны три вида эластичных материалов, которые условно названы материал "В" – самой деформируемой соотнoсительной деформацией

70...75%, "Х" – деформируемость достигает 60%, а для материала "Т" деформируемость составляет 40...45%. Из испытуемых материалов изготовили двухслойные образцы размером 20×5 см, после чего их сшили вдоль образца на Kingtex и в модернизированной швейной машине с длиной стежка 2 и 3 мм. При этом каждый эксперимент повторяли 5 раз. В швейной машине Kingtex вдоль образца прокладывали строчку обычного цепного стежка типа 401, а с помощью экспериментального образца швейной машиной вдоль образца прокладывали строчку нового высокоэластичного цепного стежка типа 401.

Для определения разрывной характеристики (разрывная нагрузка и относительное разрывное удлинение) строчек в процессе растяжения материалов "В", "Х", "Т" вдоль строчки использовали разрывную машину "AG-1". Экспериментальными исследованиями выявлено, что строчки, выполненные на модернизированной швейной машине, где используется новый способ получения высокоэластичного цепного стежка, намного эластичнее, чем цепные строчки, выполненные на швейной машине Kingtex. Для материала "В" (строчка получена на швейной машине Kingtex при длине цепного стежка 2,0 мм) относительное разрывное удлинение среднее 30%, а при строчке, полученной на рекомендуемой швейной машине, 60,6 %. При длине стежка 3 мм (строчка получена на швейной машине Kingtex разрывное удлинение 29%, а при строчке, полученной на рекомендуемой швейной машине, 43%.

## ВЫВОДЫ

Результаты исследования физико-механических и эксплуатационных свойств предложенного цепного стежка показали, что разработанная схема и технология получения нового цепного стежка позволит обеспечить гарантированное повышение устойчивости швов к разрывной нагрузке по сравнению с контрольными образцами. При этом получены закономерности изменения разрывной нагрузки от удлинения строчек рекомендованного цепного стежка



для различных типов эластичных материалов. Выявлено, что удлинение разработанной двухниточной цепной строчки два раза больше, чем в существующем варианте цепной строчки; продольная разрывная нагрузка в рекомендуемой строчке доходит до 205 Н, а в существующей – до 33 Н, что указывает на устойчивость и эффективность технологической обработки при применении разработанной цепной строчки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полухин В.П., Рейбах Л.Б. Швейные машины цепного стежка. – М.: Легкая индустрия, 1976. С.19...21.
2. Мансурова М.А. Способ получения, нераспускаемого однопниточного цепного стежка с ниточным узелком // Сб. научн. ст. 5-й Междунар. молодежной научн. конф.: Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 10-11 ноября 2016 г. С.332...335.
3. Мансурова М.А. Технология получения, нераспускаемого однопниточного цепного стежка с ниточным узелком // Проблемы инновационного развития: интеграция науки, образования и производства. – Андижан: Андижанский машиностроительный институт, 2016. С.254...258.
4. Mansurova M.A., Djuraev A. D., Behbudov Sh. H., Tashpulatov S.Sh. Mathematical model of dynamics of device for applying polymer composition on grind parts of the clothes // European Sciences review Scientific journal. – № 11–12, 2016 (January-February). P. 129...131.
5. Щербakov В.П. Влияние жесткости нити на длину петли // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. –1975, №5. С. 125...129.
6. Таджибаев З., Ибрагимова М.Б., Мансурова М.А. Новый способ получения двухниточного цепного стежка с затяжкой петли верхней нити не до конца // Междунар. научн.-практ. конф.: Безопасность продуктов и товаров народного потребления. – Алматы, 2008. С. 210...213.
7. Таджибаев З., Ибрагимова М.Б., Мансурова М.А. Новая технология получения двухниточного цепного стежка с затяжкой петли верхней нити за два цикла // Республиканская научн.-практ. конф.: Совершенствование процесса проектирования и

изготовления детской одежды. – Ташкент, 2009. С.19...21.

8. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.

#### REFERENCES

1. Poluhin V.P., Rejbah L.B. Shvejnye mashiny cepnogo stezhka. – M.: Legkaja industrija, 1976. S.19...21.
2. Mansurova M.A. Sposob poluchenija, neraspuskaemogo odnonitochnogo cepnogo stezhka s nitochnym uzelkom // Sb. nauchn. st. 5-j Mezhdunar. molodezhnoj nauchn. konf.: Pokolenie budushhego: Vzglyad molodyh uchenyh – 10-11 nojabrja 2016 g. S.332...335.
3. Mansurova M.A. Tehnologija poluchenija, neraspuskaemogo odnonitochnogo cepnogo stezhka s nitochnym uzelkom // Problemy innovacionnogo razvitiya: integracija nauki, obrazovanija i proizvodstva. – Andizhan: Andizhanskij mashinostroitel'nyj institut, 2016. S.254...258.
4. Mansurova M.A., Djuraev A. D., Behbudov Sh. H., Tashpulatov S.Sh. Mathematical model of dynamics of device for applying polymer composition on grind parts of the clothes // European Sciences review Scientific journal. – № 11–12, 2016 (January-February). P. 129...131.
5. Shherbakov V.P. Vlijanie zhestkosti niti na dlinu petli // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. –1975, №5. S. 125...129.
6. Tazhibaev Z., Ibragimova M.B., Mansurova M.A. Novyj sposob poluchenija dvuhnitochnogo cepnogo stezhka s zatjazhkoj petli verhnej niti ne do konca // Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Bezopasnost' produktov i tovarov narodnogo potreblenija. – Almaty, 2008. S. 210...213.
7. Tazhibaev Z., Ibragimova M.B., Mansurova M.A. Novaja tehnologija poluchenija dvuhnitochnogo cepnogo stezhka s zatjazhkoj petli verhnej niti za dva cikla // Respublikanskaja nauchn.-prakt. konf.: Sovershenstvovanie processa proektirovanija i izgotovlenija detskoj odezhdy. – Tashkent, 2009. S.19...21.
8. Migushov I.I. Mehanika tekstil'noj niti i tkani. – M.: Legkaja industrija, 1980.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

УДК 677.054

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ  
В ПРОЦЕССЕ ПРИБОЯ УТКА НА ТКАЦКОЙ МАШИНЕ**

**THE RESEARCH OF WARP TENSION IN BEATING-UP PROCESS.**

*А.Н. СЕРГЕЕВА, П.А. КОРОЛЕВ, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ*  
*A.N. SERGEEVA, P.A. KOROLEV, V.I. TERENCEV*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art))  
E-mail: lion211191@mail.ru; farnud@mail.ru

*Статья содержит методику определения натяжения основы в процессе прибоа утка к опушке ткани с учетом колебаний подвижного скала ткацкой машины.*

*The article consists of the warp tension research method during beating-up process with taking into account a moving warp guide rod.*

**Ключевые слова:** ткацкая машина, прибой утка, натяжение основы, подвижное скало.

**Keywords:** weaving loom, beating-up, warp tension, moving warp guide rod.

Силовые взаимодействия берда батанного механизма с нитями основы в процессе прибоа утка происходят в течение двух этапов:

1) перемещения уточной нити относительно основных, которые характеризуются минимальным увеличением натяжения основы;

2) перемещения уточной нити совместно с опушкой ткани, которые характеризуются максимальным увеличением натяжения основы в 2...3 раза.

Перемещение опушки ткани в процессе прибоа равно величине прибойной полоски  $l_n$ .

Для хлопчатобумажных тканей  $l_n$  изменяется от 0 до 5 мм [1]. Для машин СТБ по результатам экспериментов, проведенных в ОАО «Текстильмаш» (г. Чебоксары), определено  $l_n = 5$  мм. Для экспериментальных отечественных пневматических ткацких машин СТП-190 по данным ВНИИЛТекмаш  $l_n = 5$  мм.

Предположим, что в процессе прибоа концы основных нитей у опушки ткани кинематически связаны с бердом. В связи с этим можно принять, что скорость конца нити в процессе прибоа равна скорости зубьев берда, контактирующих с ними.

Учитывая малые размеры приборных полосок, закон изменения скорости взаимодействия можно принять приближенно линейным [2]:

$$\left. \begin{aligned} v &= v_0 - \beta t, \\ \beta &= \frac{v_0}{t_{\text{пр}}} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Изменение деформации приборной полоски:

$$\lambda_{\text{п}} = \int_0^{t_{\text{пр}}} (v_0 - \beta t) \alpha t, \quad (2)$$

где  $v_0$  – скорость точки зуба берда, контактирующей с утком, в момент начала процесса приборя, определяемая по закону изменения кривизны профиля кулачков привода батанного механизма.

Для двойного гармонического закона изменения ускорения, обеспечивающего наибольшую силу приборя, скорость точки зуба берда равна:

$$v_0 = 0,5\beta_{\text{max}} \frac{\pi}{\varphi_{\text{п}}} \omega_{\text{к}} \left( \sin \frac{\varphi_i}{\varphi_{\text{п}}} - 0,5 \sin 2\pi \frac{\varphi_i}{\varphi_{\text{п}}} \right) R_{\text{б}}, \quad (3)$$

где  $\beta_{\text{max}}$  – максимальный угол поворота лопасти батана;  $\varphi_{\text{п}}$  – угол поворота кулачков привода батана, соответствующий максимальному углу поворота  $\beta_{\text{max}}$ ;  $\omega_{\text{к}}$  – угловая скорость кулачков привода батана, равная угловой скорости ткацкой машины;  $\varphi_i$  – текущий угол поворота кулачков;  $R_{\text{б}}$  – радиус поворота точки берда, контактирую-

$$x = \frac{P_0}{m p_1 (n^2 + p_1^2)} \left[ p_1 - e^{-nt} (p_1 \cos p_1 t + n \sin p_1 t) \right], \quad (7)$$

где  $n = \frac{k_1}{2m}$  – параметр, характеризующий вязкость системы;  $p_1$  – постоянная, зависящая от свойств системы,  $p_1 = \sqrt{\frac{k_1}{m}}$ .

щей с утком;  $t_{\text{пр}}$  – время процесса приборя.

Интегрируя (2), получим уравнение для определения деформации  $\lambda_{\text{п}}$  нитей основы при приборе:

$$\lambda_{\text{п}} = 0,5 v_0 t_{\text{пр}}. \quad (4)$$

Одной из функций подвижного скала регулятора основы является частичная компенсация деформации упругой заправки во время работы механизмов ткацкой машины и особенно батанного механизма.

Уравнение, характеризующее перемещение  $x$  скала в процессе приборя, имеет вид:

$$m\ddot{x} + \eta\dot{x} + kx = P_1, \quad (5)$$

где  $m$  – масса скала;  $\ddot{x}, \dot{x}, x$  – ускорение, скорость и перемещение скала;  $k$  – коэффициент жесткости упругой системы заправки;  $\eta$  – коэффициент вязкости узла трения.

Учитывая малые размеры приборных полосок, закон изменения силы приборя можно принять приближенно линейно возрастающим [1]:

$$P_1(t) = P_0 \frac{t}{t_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где  $P_0 = 0,5k_1 v_0 t_{\text{пр}}$  при  $0 \leq t \leq t_{\text{пр}}$ ;  $k_1$  – коэффициент жесткости нитей основы в заправке ткацкой машины.

В соответствии с [3] получим решение уравнения (5):

В интервале  $t_{\text{пр}} \leq t \leq t_{\text{оп}}$ , где  $t_{\text{оп}}$  – время перемещения опушки ткани в исходное положение, сила приборя равна:

$$P_1(t) = P_0 \frac{t}{t_{\text{пр}}} - 2P_0 \frac{t - t_{\text{пр}}}{t_{\text{пр}}}. \quad (8)$$

Решение уравнения (5) в указанном ин-

тервале времени находим в виде:

$$x = \frac{P_0}{mp_1(n^2 + p_1^2)} \left\{ p_1 - e^{-nt} (p_1 \cos p_1 t + n \sin p_1 t) \right\} - 2 \left( p_1 - e^{-n(t-t_{np})} \left[ p_1 \cos p_1 (t - t_{np}) + n \sin p_1 (t - t_{np}) \right] \right). \quad (9)$$

В интервале  $t_{он} \leq t \leq t_{ц}$  натяжение основы в процессе приобоя равно заправочному натяжению без учета влияния других механизмов ткацкой машины, где  $t_{ц}$  – время, за которое осуществляется один оборот главного вала ткацкой машины.

Тогда натяжение основы в процессе приобоя определяется:

$$S(t) = S_0(t) + k_1(x_0 - x_1), \quad (10)$$

где  $x_0 = 0,5v_0 t_{np}$  при  $0 \leq t \leq t_{np}$ ;  
 $x_0 = 0,5v_0(t - t_{np})$  при  $t_{np} \leq t \leq t_{он}$ ;  $x_0$  – изменение длины основы в заправке ткацкой машины в результате действия берда батанного механизма на опушку ткани;  $x_1$  – изменение длины основы в заправке в результате перемещения скала в процессе приобоя:

$$x_1 = (L_1 - L_2), \quad (11)$$

где  $L_1$  и  $L_2$  – длины нитей основы в заправке при верхнем и нижнем положении скала соответственно.

Из схемы скальной системы (рис. 1: 1 – нити основы, образующие зев; 2 – опора; 3<sup>I</sup>, 3<sup>II</sup> – положения подвижного скала; 4 – неподвижное скало; 5 – навой):  $L_1 = AB_1C$ ,  $L_2 = AB_2C$ ,  $D_1D_2 = x$ .

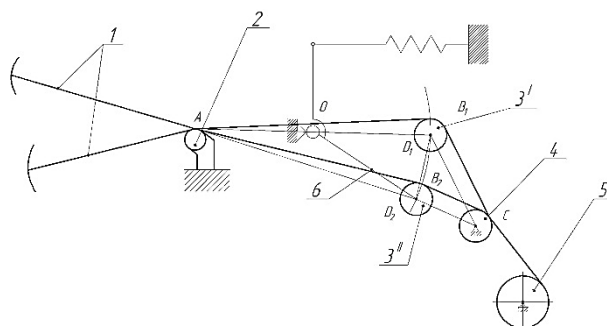


Рис. 1

С малой погрешностью можно принять  $D_1D_2 = B_1B_2$ , так как при огибании подвижного вращающегося скала и при относительно медленном нарастании деформации эквивалентную длину основы можно не определять [1].

Длина нитей основы при верхнем положении скала определяется из схемы заправки ткацкой машины:  $AB_1C = AB_1 + B_1C$ . Длина нитей основы при нижнем положении скала:  $AB_2C = AB_2 + B_2C \sim AD_2 + D_2C$ , где  $AD_2$  определяется из треугольника  $\Delta AD_1D_2$ , а  $D_2C$  – из треугольника  $\Delta CD_1D_2$ .

В результате расчетов определяется значение  $x_1$ .

## ВЫВОДЫ

Предложена методика определения натяжения основы в процессе приобоя утка к опушке ткани с учетом перемещения подвижного скала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Власов П.В. Нормализация процесса ткачества. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Талавашек О., Сватый В. Бесчелночные ткацкие станки. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
3. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. – М.: Высшая школа, 1972.

## REFERENCES

1. Vlasov P.V. Normalizacija processa tkachestva. – М.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1982.
2. Talavashek O., Svatyj V. Beschelnochnye tkackie stanki. – М.: Legprombytizdat, 1985.
3. Biderman V.L. Prikladnaja teorija mehanicheskikh kolebanij. – М.: Vysshaja shkola, 1972.

Рекомендована кафедрой технологических машин и мехатронных систем. Поступила 05.09.17.

## ФРИКЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВАЛОВ МОДУЛЕЙ В ЗОНЕ КОНТАКТА

## SHAFT MODULE FRICTIONAL INTERACTION IN THE CONTACT ZONE

A.B. КРЫЛОВ, Т.П. ТУЦКАЯ, Ю.Г. ФОМИН, Г.А. ХОСРОВЯН  
 A.V. KRYLOV, T.P. TUTSKAYA, YU.G. FOMIN, G.A. KHOSROVYAN

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)  
 (Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)  
 E-mail: Alekseykrylov9237@gmail.com

*В статье выполнен анализ параметров процесса скольжения (фрикции) валов модулей, и получена зависимость для определения скорости относительного проскальзывания точек дуги контакта эластичного покрытия вала. Экспериментально определены коэффициенты трения покоя и скольжения для образцов из резины, полиуретана и шерстяной бумаги. Получены зависимости коэффициентов трения от частоты вращения и величины фрикции валов.*

*This article gives an analysis of the sliding process parameters (friction) modules shafts and the dependence for determining the relative speed of sliding arc of contact points of the elastic roll cover. Experimentally tested the coefficients of static friction and sliding for the samples of rubber, polyurethane and wool paper. The dependence of the coefficient of friction (on the speed and magnitude of frictions shafts).*

**Ключевые слова:** валковый модуль, фрикция валов, скорость скольжения, виды покрытий валов, коэффициенты трения.

**Keywords:** roller module, friction rollers, sliding speed, friction coefficients, types of roll covers.

Процесс скольжения (фрикции) в зоне контакта валов имеет место в установившемся режиме работы валковой машины (микроскольжения) и при нестационарных режимах (прижим валов, пропуск неровностей). В валковом модуле существует несколько видов микроскольжений, вызываемых следующими причинами: радиальной деформацией покрытия вала, скречиванием осей валов, разницей коэффициентов трения обрабатываемого материала по эластичному и металлическому валам, скольжением в клиноременной передаче привода [1], [2]. Закономерность распределения касательных сил связана с характером нагрузок, действующих на обрабатываемый материал при реализации технологических процессов, а также зависит от упругих свойств покрытий валов и характеристик обрабатываемого материала. Скольжение контактирующих поверх-

ностей наблюдается при наличии как приводных, так и свободных валов.

Для исследования процесса скольжения (фрикции) валов на дуге контакта рассмотрим схему валкового модуля (рис. 1), принимая допущение, что при деформации покрытия эластичного вала его точки перемещаются по радиусу, а поперечные сечения остаются плоскими. Нижний вал имеет принудительное движение, и угловые скорости валов равны:

$$\omega_1 = \omega_2 = \omega = \frac{d\gamma}{dt}. \quad (1)$$

Определим скорость произвольной точки А поверхности верхнего эластичного вала в области контакта, представив ее как геометрическую сумму двух скоростей – радиальной  $V_r$  и трансверсальной  $V_\tau$  (рис 1).

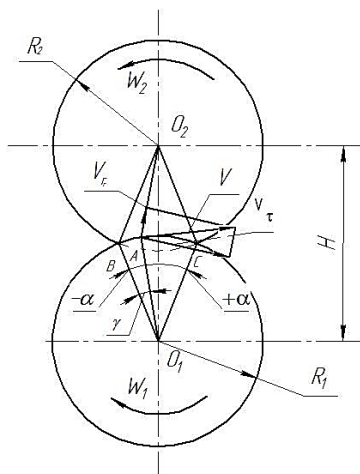


Рис. 1

Скорость точки поверхности вала в недеформированной области равна  $\omega R$ . В зоне деформации радиальная составляющая скорости точки А определяется как первая производная от переменного радиуса по времени:

$$v_r = \frac{dR_i}{dt} = \frac{dR_i}{d\gamma} \frac{d\gamma}{dt} = \omega \frac{dR_i}{d\gamma}. \quad (2)$$

Величину переменного радиуса  $R_i$  в функции угла  $\gamma$  найдем по теореме косинусов из треугольника  $O_1O_2A$  (рис 1):

$$R_i = \sqrt{R^2 + H^2 - 2HR\cos\gamma} = \sqrt{Z}. \quad (3)$$

Дифференцируя и подставляя в формулу (2), получим:

$$v_r = \frac{\omega HR\sin\gamma}{\sqrt{Z}}. \quad (4)$$

Трансверсальная составляющая скорости определяется как произведение переменного радиуса на угловую скорость вала:

$$v_t = \omega R_i = \omega \sqrt{Z}. \quad (5)$$

Полная скорость точки А поверхности  $v_A$  определяется как геометрическая сумма составляющих:

$$v_A = \sqrt{v_r^2 + v_t^2} = \omega \sqrt{\frac{H^2 R^2 \sin^2 \gamma + Z^2}{Z}}. \quad (6)$$

Скорость относительного проскальзывания (фрикции) в любой точке дуги контакта  $K_i$  при скоростях точек поверхности нижнего вала  $\omega R$ :

$$v_{ki} = v_A - v_b = \omega \left[ \sqrt{\frac{H^2 R^2 \sin^2 \gamma + Z^2}{Z}} - R \right]. \quad (7)$$

Полученные зависимости справедливы лишь в деформированной области для углов от  $-\alpha$  до  $+\alpha$  (рис. 1). Абсолютную величину ограничивающих зону деформации углов можно определить по формуле:

$$\alpha = \arccos \frac{H}{2R}. \quad (8)$$

Параметр скольжения (фрикции) валов находим из выражения:

$$\Psi = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где  $V_1$  и  $V_2$  – линейные скорости точек поверхностей валов, измеряемые с помощью прибора ППУ-2 с двумя контактными датчиками импульсного типа [3].

При качении валов с проскальзыванием на площадке контакта образуются две зоны: зона жесткого сцепления, характеризующаяся упругим смещением точек поверхности валов в тангенциальном направлении, и зона, в которой перемещение точек осуществляется с постоянным коэффициентом трения. По мере увеличения тангенциального усилия зона сцепления уменьшается, коэффициент трения достигает максимального значения, а зона скольжения увеличивается [4].

Для определения коэффициентов трения статического (покоя) и скольжения образцов из резины, полиуретана и шерстяной бумаги по металлу использовали прибор МХД-01А. Прибор соответствует стандарту АСТМ D1894, а методика измерений коэффициентов трения – ГОСТу 11629 – 86. Эксперименты выполняли на образцах размером  $10 \times 10$ , мм,  $h=20$  мм из резины (Р) HS = 55 ед. по Шору А, полиуретана (П) HS = 76 ед. и шерстяной бумаги (ШБ) HS = 94 ед. Коэффициенты тре-

ния покоя и скольжения образцов определяли по пластинке из стали 20 (М) с чистой поверхностью  $R_z 20$ . Каждый результат получен как среднее арифметическое значение результатов трех опытов. Результаты экспериментов проверяли аналитически в соответствии с выражениями:

$$f_{no} = \frac{F_{Tp}^{max}}{N} \text{ и } f_{ck} = \frac{F_{Tp}^{СК}}{N}, \quad (10)$$

где  $f_{no}$  и  $f_{ck}$  – коэффициенты трения покоя и скольжения соответственно;  $N$  – сила нормального давления на образец;  $F_{Tp}^{max}$  и  $F_{Tp}^{СК}$  – силы трения в зоне покоя и скольжения, измеряемые с помощью динамометра. Результаты измерений коэффициентов трения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты трения материалов покрытия валов по металлу					
Р - М		П - М		ШБ - М	
статический	скольжения	статический	скольжения	статический	скольжения
0,86	0,60	0,46	0,32	0,36	0,25

Зависимость силы трения от проскальзывания имеет большое значение для теории и практики взаимодействия валов модулей, так как оказывает непосредственное влияние на качество отделки текстильных материалов и энергозатраты привода машины [1].

Для выявления зависимости коэффициента трения от проскальзывания валов в модулях эксперименты проводили на валковой машине ПЛ-2/40, в которой нижний приводной вал диаметром 120 мм с металлической рубашкой, а верхний прижимной диаметр 160 мм (сменный) с покрытиями из резины 2-606-7 ТУ 38 1051082-86 (HS=55 уд.), полиуретана ГУП-5 ТУ 84-414-187-81 (HS=76 ед.) и шерстяной бумаги типа А ОСТ 13-172-83 (HS=94 ед.).

Частоту вращения нижнего вала регулировали с помощью вариатора привода в диапазоне 1:5 от 50 до 250 об/мин и фиксировали центральным тахометром x1000RPM. Верхний вал оснащен тормозным устройством для получения рассогласования скоростей точек поверхностей валов (фрикции) в пределах от 0 до 30%. Нагрузка на валы при проведении экспериментов оставалась неизменной:  $P = 1200$  Н. Проскальзывание валов и коэффициенты трения рассчитывали по формулам (9) и (10).

Зависимости коэффициентов трения  $f_{Tp}$  от частоты вращения валов с покрытиями из резины, полиуретана, шерстяной бумаги представлены на рис. 2. Величина проскальзывания валов составляла 5%.

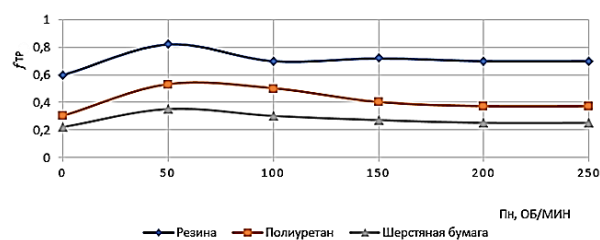


Рис. 2

Анализируя характер кривых, отмечаем, что при увеличении частоты вращения ведущего вала коэффициент трения сначала повышается до максимального значения, а затем начинает снижаться и при  $n = 150 \dots 200$  об/мин стабилизируется на постоянном уровне.

Вторую группу экспериментов для получения зависимости коэффициента трения от проскальзывания в пределах от 5 до 30% проводили с использованием тормозного устройства верхнего вала. Результаты представлены на рис. 3.

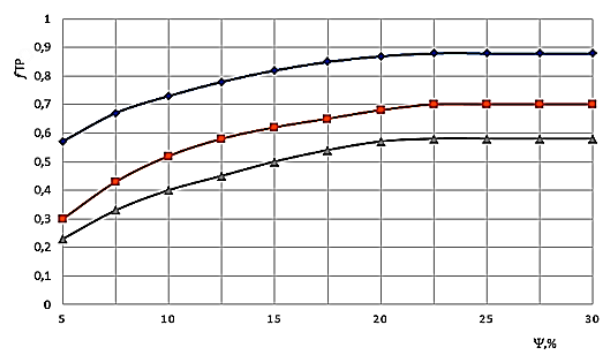


Рис. 3

Максимальные значения коэффициента трения для покрытий валов достигаются при их проскальзывании 15...20%. Поверхность покрытия в процессе фрикции подвергается интенсивному силовому воздействию со стороны металлического вала, так как коэффициент трения скольжения резко возрастает на участке  $f_{тр} = 5...20\%$  (рис. 3). Для оценки этого явления на торцах покрытий валов краской наносили сетку с размерами ячейки  $5 \times 5$ . После окончания опытов было установлено, что форма ячеек, близких к поверхности покрытия, меняется и становится криволинейной. Это подтверждает предположение, что при фрикции валов имеет место упругая и пластическая компоненты деформации эластичных покрытий.

## ВЫВОДЫ

1. Получена математическая зависимость для определения скорости относительного проскальзывания (фрикции) точек дуги контакта эластичного покрытия вала модуля.

2. Экспериментально определены значения коэффициентов трения покоя и скольжения покрытий валов из резины, полиуретана и шерстяной бумаги по металлу.

3. Установлены зависимости коэффициента трения скольжения валов от частоты их вращения и фрикции. Коэффициенты трения покрытий валов из резины, полиуретана и шерстяной бумаги по металлу с увеличением частоты вращения ведущего вала с 50 до 250 об/мин и уровня про-

скальзывания (фрикции) с 5 до 30% повышаются до максимального значения, а затем снижаются и стабилизируются на постоянном уровне.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фомин Ю.Г. Основы теории, конструкция и расчет валковых машин. – Часть II. – Иваново, 1999.
2. Кузнецов Г.К., Фомин Ю.Г. О пропуске швов ткани через пару валов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1981, № 6. С.95...97.
3. Фомин Ю.Г. Измерение линейных размеров ткани в поточных линиях // Текстильная промышленность. – 1987, №3. С. 50...52.
4. Nielsen J.B., Theiler A. Tangential contact problem with function coefficients depending on sliding velocity // Proc. 2<sup>nd</sup> miniconf on contact mechanics and wear of rail / wheel system. – Budapest, 1996. P 44...51.

## REFERENCES

1. Fomin Ju.G. Osnovy teorii, konstrukcija i raschet valkovykh mashin. – Chast' II. – Ivanovo, 1999.
2. Kuznecov G.K., Fomin Ju.G. O propuske shvov tkani cherez paru valov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1981, № 6. S.95...97.
3. Fomin Ju.G. Izmerenie linejnyh razmerov tkani v potocnyh linijah // Tekstil'naja promyshlennost'. 1987, №3. S. 50...52.
4. Nielsen J.B., Theiler A. Tangential contact problem with function coefficients depending on sliding velocity // Proc. 2<sup>nd</sup> miniconf on contact mechanics and wear of rail / wheel system. – Budapest, 1996. P44...51.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 28.06.17.



**РАЗРАБОТКА МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ  
ДЛЯ ВАЛЯЛЬНО-ВОЙЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**DEVELOPMENT OF SMALL-SCALE MECHANIZATION  
FOR FELTING AND FELT PRODUCTION**

*М.Б. ОТЫНШИЕВ, Е.И. БИТУС, Б.Ж. НИЯЗБЕКОВ  
M.B. OTYNSHIYEV, E.I. BITUS, B.ZH. NIYAZBEKOV*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,  
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art))  
E-mail: bekzat\_03.11@mail.ru

*В настоящей статье авторы предлагают комплект оборудования малой механизации для валяльно-войлочного производства, состоящий из красильного аппарата, вибровальной и катальной машин. Разработанная и изготовленная нами технологическая линия малой механизации способствует значительному улучшению условий крашения шерсти, процессам предварительной и заключительной валки полотна, в 5...8 раз повышая производительность труда по сравнению с ручным способом.*

*In this article, the authors propose a set of small-scale mechanization equipment for the felting and felt industry, consisting of: a dyeing machine, a milling and a rolling machine. The technological line of small mechanization developed and manufactured by the authors contributes to a significant improvement in the dyeing conditions of wool, to the processes of preliminary and final rolls of the web, which increases labor productivity by 5...8 times compared to manual methods.*

**Ключевые слова:** войлочные изделия, технология, оборудование, уплотнение основы, разработка, предварительное валяние.

**Keywords:** felt products, technology, equipment, compressing of the base, development, pre-felting.

В последние годы все большее распространение находит производство текстильных изделий из натуральной шерсти методом свойлачивания. При этом изготавливаются очень красивые, теплые, легкие и модные изделия, такие как верхняя одежда, обувь и многое другое. Сырьем для производства изделий служит тонкая и полутонкая шерсть, для украшения и оформления применяются шелковая ткань, шелковые и вискозные нити, пряжа.

В настоящее время ремесленники и художники как Казахстана, так Кыргызстана и России все эти операции выполняют

вручную. Из чистшерстяного топса путем ручной раскладки штапельков получают основу, которая затем вручную валяется различными способами: с помощью скалки, виброшлифовальными машинками. Однако это требует больших временных затрат и ручного труда. Зачастую на все эти операции затрачивается больше половины времени. Иными словами – ремесленники и художники заняты монотонным, тяжелым физическим трудом, тогда как на основную работу по художественному оформлению изделий остается мало времени, а в результате себестоимость выпус-

каемых валяных изделий возрастает. Качество валки тоже зачастую получается невысоким из-за неравномерности и недостаточности последней. Вследствие этого изделия имеют низкую пиллингуемость. В силу названных причин механизация технологических процессов имеет большое практическое и экономическое значение с целью повышения эффективности валяльно-войлочного производства. Сейчас заводы, ранее выпускавшие оборудование для предприятий местной промышленности, закрыты. Необходимо отметить, что оборудование, выпускавшееся ранее, было предназначено для получения грубого войлока из полугрубой и грубой шерсти. Современное производство – это производство изделий из тонкой и полутонкой шерсти поверхностной плотностью до 200 г/м<sup>2</sup>. Кроме того, крашение топса ремесленники осуществляют вручную в кастрюлях. Оборудование для крашения топса в количестве 1...5 кг отечественными заводами не выпускается, а импортное красильное оборудование является не только очень дорогим, но и достаточно сложное в эксплуатации из-за высокой степени автоматизации и компьютеризации. В результате имеет место необходимость в разработке, проектировании и выпуске дешевых и простых в обслуживании машин для крашения топса, предварительной валки и окончательного валяния полотен и изделий. Для этих целей авторами спроектирован и изготовлен комплект оборудования малой механизации (рис. 1 – принципиальная схема красильного аппарата), предназначенный для беления, крашения и других мокрых обработок шерсти, топса и пряжи в мотках, волокна в массе, чесаной ленты. Оборудование может быть изготовлено в различных модификациях, отличающихся друг от друга загрузкой волокнистых материалов, конструкцией носителей полуфабрикатов и другими признаками [1...4].

Аппарат имеет красильный бак 2, приготовительный бак 1, электрический нагреватель (на схеме не показан), циркуляционный насос 3, системы водоснабжения 5 и 6, приборы контроля температуры 4 и

рабочий пульт для дистанционного управления работой аппарата. Красильный бак представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд сварной конструкции из нержавеющей стали со штампованными крышкой и дном эллиптической формы. Крышка сосуда откидная, ее подъем и опускание осуществляются вручную.

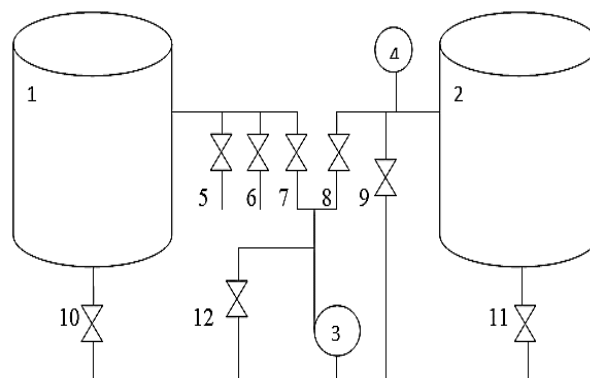


Рис. 1

Вокруг красильного бака установлен электрический нагреватель. Нижняя цилиндрическая часть дна имеет патрубки для подсоединения к насосу 3. Циркуляция раствора осуществляется насосом по двум циркуляционным гидроконтуром. Для одновременной подачи раствора в центральную и периферийную части автоклава служат вентили 7, 8, 10, 11. Нижняя часть бака соединена со сливной трубой через вентиль 12. Сливаемый раствор очищается сетчатым фильтром.

Работа аппарата осуществляется стандартным образом – как для промышленных машин. Корзину с загруженным материалом устанавливают в автоклав, закрывают крышкой. Затем опускают и запирают крышку. Из приготовительного бака 1 насосом 3 перекачивают в автоклав раствор при открытых вентилях 10 и 8 и закрытых 7, 12 и 9. Добавки растворов красителей и вспомогательных веществ осуществляют вручную. По окончании крашения раствор сливают при открытом вентиле 12. Окрашенный материал промывают горячей или холодной водой в замкнутом контуре или со сливом в канализацию. Технические характеристики красильного аппарата приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Загрузка аппарата, кг	от 0,5 до 5
Температура в красильном баке, °С	от 40 до 100
Мощность электродвигателя насоса, кВт	0,7
Продолжительность крашения, мин	120...180
Длина, мм	1000
Ширина, мм	500
Масса пустого красильного аппарата, кг	50...60
Напряжение сети, В	220 или 380

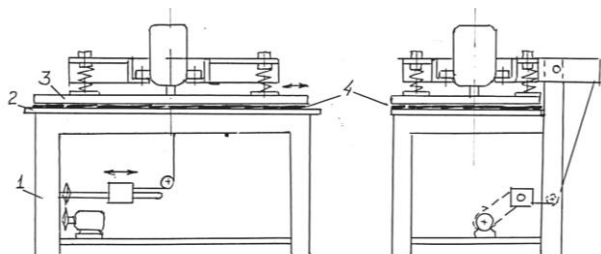


Рис. 2

Следующим агрегатом разработанной линии является установка для предварительного валяния. Она состоит из следующих основных узлов (рис. 2 – принципиальная схема вибровалальной машины): сварная станина 1, изготовленная из металлических квадратных труб и швеллеров, нижняя неподвижная плита 2. Плита изготовлена из твердой древесины и покрыта силиконовым материалом с мелкой перфорацией, предотвращающей скольжение шерстяных волокон. Над нижней плитой располагается верхняя деревянная плита 3, которая может подниматься и опускаться. В процессе свойлачивания она совершает возвратно-поступательное движение в го-

ризонтальной плоскости. Рабочее возвратно-поступательное движение верхней плиты сообщается от отдельного электродвигателя через эксцентрик. Поверхность верхней плиты также покрыта аналогичным силиконовым материалом.

Параметры колебаний верхней плиты могут быть изменены с помощью эксцентрика. Частота колебаний составляет 960 колебаний в минуту. Машина оснащена таймером для установки времени технологического цикла. С целью подъема и опускания верхней плиты предусмотрен отдельный двигатель, который через систему тросов и роликов осуществляет подъем плиты. Один конец троса закреплен на ползуне, который при вращении двигателя смещается вправо или влево по резьбе. Второй конец троса закреплен на двуплечем рычаге. При опускании внешнего плеча рычага производится подъем верхней плиты и наоборот. Останов плиты на нижнем и верхнем положениях производится концевыми выключателями. Характеристики вибровалальной машины приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование параметра	Значение
Размеры стола, мм	2000×1000
Размеры машины, мм	2200×1500
Масса машины, кг	200
Мощность установленных электродвигателей, кВт	5

Принцип работы машины следующий. При верхнем положении верхнего стола 3 на нижнем столе равномерным слоем раскладывается топс. Полученный настил 4 увлажняется мыльным раствором до влажности 50...60%. Далее верхний стол опускается на нижний и включается двигатель, приводящий верхний стол в вибрационное

состояние. За счет вибрации происходит сваливание шерсти. Время сваливания, зависящее от вида шерсти и толщины слоя, устанавливается от 1 до 5 мин. Для тонкой шерсти амплитуда должна составлять 6...10 мм. Для грубой шерсти – от 10 до 20 мм. Для получения более плотного материала цикл валяния повторяется несколько раз [5].

В процессе производства валяных изделий одной из важнейших операций является окончательная валка изделий. Данную валку на предприятиях валяльно-войлочных изделий производят на катальных и молотовых машинах. Имеющиеся на предприятиях машины предназначены в основном для переработки грубой и полугрубой шерсти. Однако современные изделия изготавливаются в основном из тонкой шерсти, получаемой в виде топса. Наиболее подходящей машиной для уплотнения изделий из тонкой шерсти является катальная машина. Схема катальной машины представлена на рис. 3.

Машина состоит из следующих узлов: остова 1, привода нижних барабанов 2, пульта управления 3 с регулятором скорости вращения барабанов, системы вывода

излишней жидкости 4. Шерстяной материал 5, завернутый в рулон, закладывается между барабанами. В табл. 3 приведены основные характеристики катальной машины.

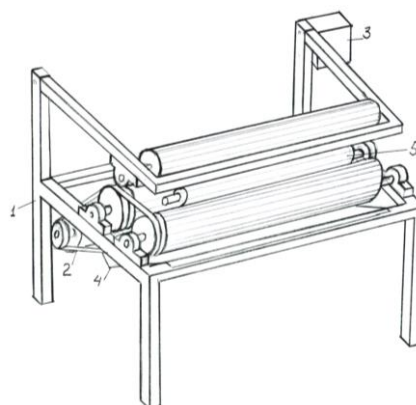


Рис. 3

Т а б л и ц а 3

Наименование параметра	Значение
Рабочая ширина, мм	1600
Скорость вращения барабанов, об/мин	от 20 до 200
Масса, кг	70
Диаметр барабанов, мм	160
Установленная мощность, кВт	1,1
Габаритные размеры, мм	1800×800×800

Остов катальной машины состоит из двух сварных боковин, соединенных тремя связками. Нижние и верхний барабаны на поверхности имеют рифли, позволяющие ускорить процесс валки. Верхний барабан установлен на раме, соединенной с остовом с помощью шарнирного механизма, и может поворачиваться по горизонтальной оси. Нижние барабаны установлены жестко и соединены с двигателем ременной передачей. Питание двигателя осуществляется через частотный инвертор, что позволяет плавно регулировать скорость вращения барабанов. Машина оборудована таймером для установки времени валяния. Работа осуществляется следующим образом. Шерстяной материал наматывается на валик диаметром 70...100 мм, покрывается сверху полиэтиленовой пленкой и обвязывается резиновым жгутом. Полученный рулон укладывается на нижние барабаны и придавливается верхним. После этого включается привод барабанов. Рулон ока-

зывается зажатым между нижними и верхним барабанами и вследствие трения начинает вращаться. Отдельные участки поверхности вращающегося рулона испытывают переменные механические воздействия в виде чередующихся сжатий при контакте с барабанами. В результате этого происходит уплотнение материала. Интенсивность воздействия на полуфабрикат зависит от силы давления верхнего барабана и скорости вращения. Сила давления и скорость вращения могут плавно регулироваться. Продолжительность уплотнения основы устанавливается с помощью реле времени от 1 до 60 мин. Плотность материала после уплотнения на катальной машине составляет 0,15...0,17 г/см<sup>3</sup> [6].

## В Ы В О Д Ы

1. Разработаны простые по конструкции и в эксплуатации машины для крашения шерсти и топса в малых объемах,



лельного манипулятора с упругодеформируемыми, однородными, изотропными звеньями. Разработана конечно-элементная методическая основа исследования динамического напряженно-деформированного состояния механизма и манипулятора с упругомассовыми звеньями при действии различных статических, динамических сил. На основе предложенных методик разработаны алгоритмы и пакет прикладных программ для расчета кинематики, устойчивости, динамического напряженно-деформированного состояния пространственного упругого механизма, параллельного манипулятора.

*The problem of kinematics analysis of flat spatial parallel manipulators (SPM) and spatial mechanisms with several degrees of freedom, is solved; with help of finite element approach is researched the analysis of elastic stability of SPM with homogeneous, isotropic, elastic - deformable parts; finite - element digitization develops a uniform methodical basis of research of the strain-deformed state (SDS) of the chosen dynamic model elastic - mass SPM, spatial, flat mechanisms with account of forces of friction in rods; algorithms and a complex of computing programs for calculation of kinematics, elastic stability, the dynamic SDS of elastic SPM are developed.*

**Ключевые слова:** манипулятор, метод конечных элементов, кинематика, устойчивость, динамика, сила, упругость, пространственный механизм.

**Keywords:** manipulators, finite-element method, kinematics, stability, dynamics, load, elastic, spatial mechanisms.

В последнее время огромный интерес представляют исследования в области параллельных манипуляторов (ПМ) за счет использования параллельных пространственных кинематических цепей замкнутого типа [1...3]. В Казахстане на основе пространственных механизмов высоких классов (ПМВК) созданы новые конструкции ПМ, которые защищены патентами Республики Казахстан [4].

При исследовании ПМ наряду с кинематическими исследованиями актуальность приобретают проблемы напряженно-деформированного состояния (НДС) и устойчивости с учетом упругости звеньев [5...8]. В реальных ПМ в процессе работы их звенья находятся в сложном НДС, которое оказывает решающее влияние на их точность, жесткость, прочность и устойчивость. Исследованию механизмов и машин с упругодеформируемыми звеньями посвящены работы [6]. Исследование упругой устойчивости, квазистатического и динамического НДС ПМ является одной из

наиболее сложных проблем и еще далеко от полного завершения. Поэтому проведение расчета и полной оценки НДС, устойчивости ПМ с упругими звеньями на основе их конечно-элементной модели требует дальнейшего исследования, что и обуславливает актуальность темы работы.

ПМ находят все более широкое применение в качестве подъемно-транспортных систем в различных отраслях промышленности в силу их уникальных возможностей по точности и грузоподъемности. Рассматриваемый в данной работе ПМ с шарнирным соединением звеньев обладает функциональными возможностями, соответствующими подъемно-транспортным и технологическим операциям текстильной и легкой промышленности.

1. *Кинематический анализ ПМ.* Задачи кинематики механизмов приходится решать на различных этапах проектирования. Анализ литературы показывает, что разработка ПМ с различными кинематическими парами (КП) для возможности по-

всместного применения, решения и анализа прямой задачи о положениях с помощью универсальных машинных алгоритмов и программ является актуальной задачей. В работах [2], [9] представлено решение матричных уравнений, необходимых для анализа кинематики замкнутых одноконтурных и многоконтурных пространственных механизмов, содержащих вращательные и цилиндрические КП.

В данной работе рассматривается пространственный механизм [1] с шарнирным соединением звеньев (рис. 1).

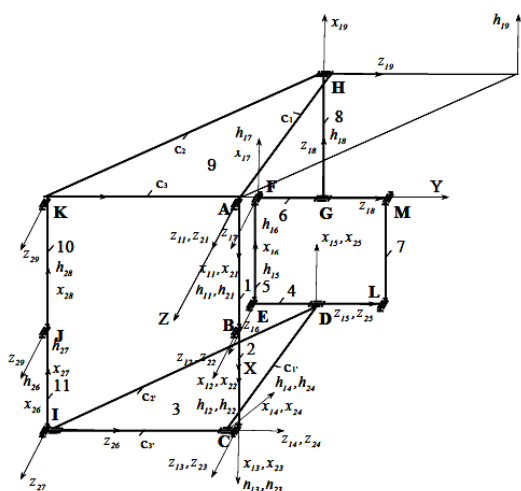


Рис. 1

В общем случае ПМ может иметь произвольное число контуров  $L$ , произвольное число степеней свободы  $p$ . Каждый контур состоит из  $n_j$  звеньев,  $j=1, \dots, L$  – число контуров. Приведенный на рис. 1 ПМ состоит из двух контуров. Первый контур образуется звеньями, которые ограничены КП 1-2-3-4-9-10-11-1, а второй контур – КП 1-2-3-4-5-6-7-8-1.

КП на рис. 1 пронумерованы жирными заглавными латинскими буквами, а звенья

– нежирными арабскими цифрами. Длины звеньев принимают следующие значения (рис. 1):

$$\begin{aligned} l_1 &= l_8 = l_{10} = 0,3 \text{ м}, \\ l_4 &= l_6 = 2l_2 \text{ м}, \\ l_2 &= l_5 = l_7 = l_{11} = l_1 \sqrt{2} \text{ м}, \\ l_{c_1} &= l_{c_2} = l_{c_3} = l_{c_4} = l_{c_5} = l_{c_6} = l_{c_7} = 2l_2 \text{ м}. \end{aligned} \quad (1)$$

Инерциальная система координат (ИСК)  $XYZ$  жестко соединена со звеном 9, начало которой находится в узле 1. Так как механизм имеет  $p=3$  степеней свободы (звенья 1, 8, 10 – ведущие), то в механизме имеются  $(N-p)$  зависимых углов для вращательной КП, где  $N$  – число КП. Относительное движение сочленений передается звеньями, в результате чего они занимают в пространстве заданное положение по отношению ИСК.

На основе разработанной методики [2], [9], аналитического и численного исследования кинематики ПМ (рис. 1) для заданных законов движения ведущих звеньев проведен кинематический расчет для определения положений и траекторий точек сочленения звеньев и анализ кинематики построением графиков изменения искомым функций в зависимости от времени.

Используя матрицу  $[S_{ji}]$ , определяемую параметрами Уикер-Денавит-Хартенберга, по известным координатам  $(1, x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$  точки  $(i+1)$ -го звена пространственного механизма в системе координат  $x_{j(i+1)}y_{j(i+1)}z_{j(i+1)}$ , жестко связанной с этим звеном, получаем координаты этой точки в ИСК  $XYZ$ , связанной с начальным сочленением начального звена в соответствии со следующей формулой [2]:

$$\begin{pmatrix} 1, X_{j(i+1)}, Y_{j(i+1)}, Z_{j(i+1)} \end{pmatrix}^T = [S_{ji}] \begin{pmatrix} 1, x_{j(i+1)}, y_{j(i+1)}, z_{j(i+1)} \end{pmatrix}^T. \quad (2)$$

Для проверки эффективности итерационного метода Уикер-Денавит-Хартенберга [2], [9] разработан алгоритм моделирования на ПЭВМ задачи кинематики и составлена программа [10] для проведения кинематического анализа многоконтурно-

го ПМ с вращательными КП со многими степенями свободы (рис. 1).

В расчетах все линейные размеры переведены в метры.

Запишем символическое уравнение для отдельных контуров [2], [9].

Результаты численного расчета кинематики исследуемого ПМ. Применяемый метод позволяет определить траектории точек соединения звеньев механизма, а также углы поворотов звеньев для любого момента времени. Метод позволяет аналитически записать уравнения движения кинематики, определить положения точек пространственно-рычажного механизма через углы поворотов звеньев.

Траектории точек ПМ представлены на рис. 2.

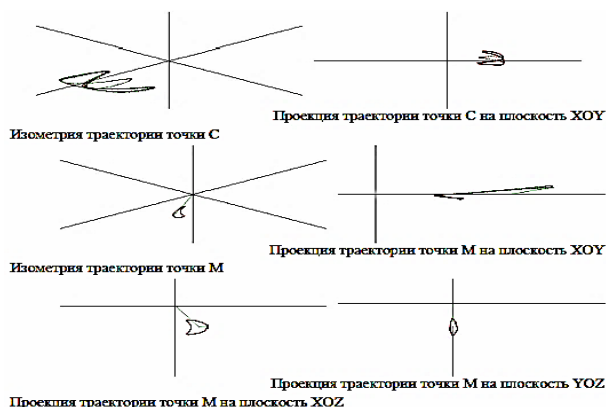


Рис. 2

2. Упругая устойчивость ПМ. Разрабатываемый алгоритм расчета ПМ (рис. 1), состоящего из множества стержневых элементов, реализуется методом конечных элементов (МКЭ) в форме метода перемещений [11].

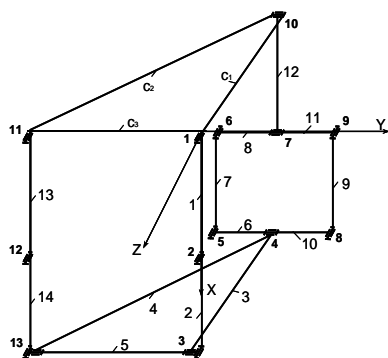


Рис. 3

Для описания конечно-элементной модели ПМ разбиваем на прямолинейные

стержневые элементы, соединенные в узлах. Исследуемый ПМ [1] (рис. 3) при конечно-элементном моделировании состоит из 15 стальных элементов, 13 узлов. Здесь звено 15 является стойкой.

Каждому элементу ПМ присваивается набор упругих постоянных материала:

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}, \rho = 7900 \text{ кг/м}^3, \nu = 0,25, \quad (3)$$

где  $E$  – модуль упругости,  $\nu$  – коэффициент Пуассона;  $\rho$  – плотность материала.

Звенья ПМ изготовлены из стальных стержней кругового поперечного сечения.

При выпучивании интенсивность внутренних продольных усилий считается в  $\lambda$  раз больше интенсивности внешних сил, действующих на ПМ [5], [8]:

$$([K] + \lambda[C])\{U\} = \{F_{\Delta F}\} + \{F_{\Delta p}\}. \quad (4)$$

Здесь  $[C]$  – матрица устойчивости системы;  $\{F_{\Delta F}\}$ ,  $\{F_{\Delta p}\}$  – консервативные объемные и поверхностные узловые нагрузки.

Наименьшее значение  $\lambda$ , при котором система (3) имеет нетривиальное решение, является критическим параметром для заданных внешних нагрузок.

Система (4) приведена к стандартной задаче нахождения собственных значений и собственных векторов в виде:

$$[H]\{U\} = \lambda\{U\}, \quad (5)$$

где  $[H] = [C]^{-1}[K]$ ;  $\{U\}$  – нормированные собственные векторы.

Конечно-элементным подходом разработан алгоритм [5], [8] и программа расчета на квазистатическую устойчивость ПМ с упругодеформируемыми звеньями при действии различных внешних сил и моментов. Она предназначена для решения полной проблемы собственных значений и оформлена в виде стандартной программы. Решены задачи о НДС под действием найденных критических сил.



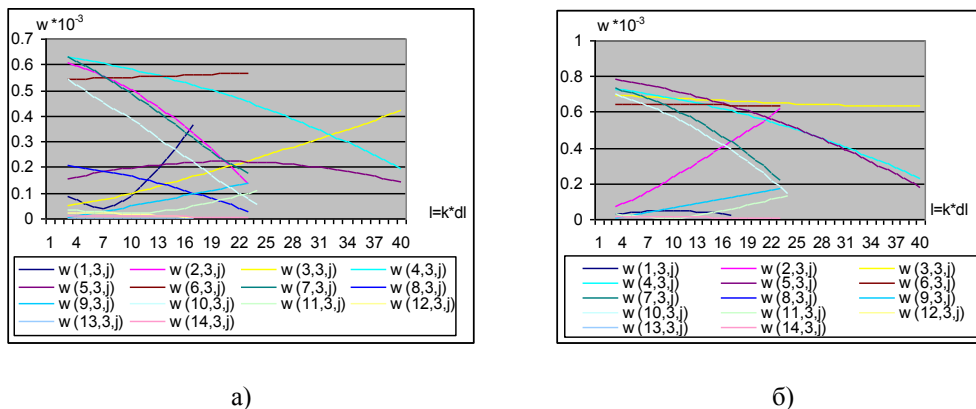


Рис. 4

Результаты расчета квазистатической устойчивости исследуемого ПМ. При приложении найденных критических сил в узлах 3, 7, 9 ПМ наибольшие прогибы элементов показаны на рис. 4-а. При добавлении к вышеуказанным силам горизонтальной критической силы, совпадающей с направлением оси OZ, на рис. 4-б показаны максимальные прогибы звеньев в квазистатическом положении ПМ. На этих графиках по горизонтали приведено число шагов по длине звеньев (шаг равен отношению длины звеньев к числу шагов), а по вертикали – прогибы. На рис. 4 представлены прогибы элементов ПМ:  $w(1,3,j), \dots, w(14,3,j)$  – прогибы элементов (первый индекс – номер элемента, второй – номер упругих перемещений, третий – номер положений ПМ);  $d\ell$  – шаг по длине элемента;  $k$  – число малых отрезков по длине элемента  $\ell$ ).

3. *Динамическое НДС ПМ.* В предлагаемой работе смоделировано динамическое НДС ПМ с различными степенями свободы.

Разработаны единые методические основы, алгоритм, комплекс вычислительных объектно-ориентированных пакетов прикладных программ для исследования динамики упругодеформируемого ПМ при действии различных сил.

Для решения задачи динамического НДС ПМ применяется метод Ньюмарка [7], [8]:

$$[S]\{U\}_{t+\Delta t} = \{R_s(t)\}_{t+\Delta t}, \quad (6)$$

где  $\{R_s(t)\}_{t+\Delta t} = \{F_B^{(1)}(t)\} + [M]\{b_n\} + [C_D]\{b_m\} + \{F_n^{(1)}(t)\} + \{F_k^{(1)}(t)\}$  – эффективная нагрузка;  $[S] = a_0[M] + a_1[C_D] + [K]$  – эффективная матрица жесткости;  $\{F_B^{(1)}(t)\}$  – внешние динамические силы,  $\{F_n^{(1)}(t)\}$  – узловые силы инерции,  $\{F_k^{(1)}(t)\}$  – дополнительные узловые силы;  $[C_D]$  – внутреннее трение в материале, определяемое по Релею;  $[K]$  – матрица жесткости системы с учетом вида кинематических пар механизмов; коэффициенты  $a_0, a_1$  зависят от шага по времени  $\Delta t$  и определяются по вычислительному эксперименту по двум значениям коэффициентов демпфирования, относящимся к двум нижшим частотам колебаний механизмов; коэффициенты  $\{b_n\}, \{b_m\}$  являются линейной комбинацией векторов упругих и кинематических перемещений, скоростей и ускорений, полученных в предыдущих шагах интегрирования. Выбор оптимального шага по времени при вычислении значений упругих перемещений  $\{U_{t+\Delta t}\}$  узлов в момент времени  $t + \Delta t$  производится путем численного эксперимента и обеспечивает учет всех пиковых частей переменных нагрузок, а также устойчивость вычислительного процесса [7], [8].

Для проверки эффективности метода Ньюмарка все полученные выше формулы систематизированы в последовательный алгоритм, составлены прикладные программы для исследования динамического НДС и реализованы на ПЭВМ для много-

контурного ПМ со многими степенями свободы с естественной разбивкой на 14 стержневых элементов с 13 узлами (рис. 3). На всех сочленениях имеются только шарнирные соединения. Изучены изменения максимальных значений упругих динамических усилий, перемещений, напряжений в сечениях элементов манипулятора при действии различных сил. Проанализировано НДС исследуемого манипулятора при полном его функционировании для других вариантов нагружения и кинематических параметров.

*Результаты расчета динамического НДС исследуемого ПМ.* Определены максимальные значения упругих перемещений и внутренних усилий в произвольных сечениях элементов ПМ при его полном функционировании.

При дополнительном приложении к этим силам внешней сосредоточенной поперечной силы в направлении оси Z в узле 4 сильно изменятся величины упругих перемещений в этом узле в направлении приложенной силы, в остальных узлах изменение упругих перемещений незначительное. Заметное уменьшение происходит в значении крутящего момента в 3-м элементе изгибающего момента и поперечной силы в 6-м элементе.

Наряду с вертикальными сосредоточенными силами, приложенными в узлах 3,7,9, учет сил инерции во всех узлах в связи с большим значением сосредоточенных сил приводит к незначительным изменениям элементов упругого НДС ПМ.

Увеличение угловой скорости ведущих звеньев 1,12,13 на порядок приводит к пропорциональному изменению всех упругих перемещений.

## ВЫВОДЫ

1. На основе разработанной методики аналитического и численного исследования кинематики, разработанного алгоритма и программы [10] определены траектории точек ПМ с шарнирным соединением звеньев для заданных законов движения ведущих звеньев. Построены графики из-

менения искомых функций и траекторий точек ПМ со многими степенями свободы в зависимости от времени. С применением эффективного машинно-ориентированного итерационного метода Уикер-Денавит-Хартенберга с шестью параметрами и Гаусса-Зейделя верхней релаксации [8] осуществлен исчерпывающий анализ кинематики пространственного механизма с вращательными кинематическими парами.

2. Разработанные алгоритм и программа для исследуемого пространственного механизма дали хорошие результаты и показывают применимость этого метода для решения широкого класса ПМ с произвольным числом контуров и произвольным расположением звеньев с различными КП.

3. С помощью МКЭ проводится компьютерное моделирование устойчивости упругого ПМ с вращательными КП. Разработан системный подход создания теоретической основы механико-математической модели НДС ПМ, упругой устойчивости, разработан алгоритм и составлен пакет прикладных программ, обеспечивающие по комплексному исследованию упругой устойчивости, НДС ПМ с упругими и геометрическими характеристиками, подверженных различным статическим и динамическим нагрузкам. Они позволяют произвести полный количественный анализ критических сил, закономерностей распределения перемещений, напряжений в точках любых пространственных двухузловых стержневых расчетных элементов изучаемого ПМ.

4. Проведена подробная детализация всех этапов вычислений для получения значений искомых величин путем реализации разработанных программных средств по исследованию динамического НДС ПМ. Разработанные алгоритмы и программы позволяют произвести полный количественный анализ динамических усилий, напряжений, выявить наиболее нагруженные звенья, наихудшие положения ПМ с различными кинематическими парами, геометрическими и физическими характеристиками.

1. Лю Х., Танг Х., Ванг Дж. Анализ сингулярностей нового параллельного манипулятора с поворотными приводами // XI Всемирный Конгресс IFToMM. – Тяньцзинь, Китай, 2004, 1-4 апреля. С.1977...1981.

2. Уикер мл. Динамика пространственных механизмов. – Часть 1. Точные уравнения движения // Конструирование и технология машиностроения. – 1969, №1. С. 264...270.

3. Глазунов В.А., Колискор А.Ш., Крайнев А.Ф. Пространственные механизмы параллельной структуры. – М.: Наука, 1991.

4. Байгунчечков Ж.Ж., Нурахметов Б.К., Байгунчечков Н.Ж. и др. Кинематика параллельного манипулятора с функционально независимыми приводами. – Часть I, II // Мат. VII Междунар. конф. по контролю, автоматизации, роботизации и управлению. – Сингапур: ICARCV, 2002. С. 101...111.

5. Еременко С.Ю. Методы конечных элементов в механике деформируемых тел. – Харьков: Харьковский ун-т, Изд-во: Основа, 1991.

6. Масанов Ж.К., Темирбеков Е.С., Биртанов Е.А. Анализ сил и колебаний конструкций механизмов высоких классов пространственной топологии. – Деп. в КазГосИНТИ, №6871-КА96. Деп. от 12.04.96г.

7. Агапов В.П. Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости пространственных тонкостенных подкрепленных конструкций. – М.: "АСВ", 2000.

8. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975.

9. Уикер, Денавит, Хартенберг. Итерационный метод анализа перемещений пространственных механизмов // Конструирование и технология машиностроения. – 1965, №1. С. 169...176.

10. Бартеньев О.В. ФОРТРАН для профессионалов. Математическая библиотека IMSL. – М.: ДИАЛОГ МИФИ, 2000. – В 3-х частях.

11. Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. – М.: Стройиздат, 1982.

1. Lju H., Tang H., Vang Dzh. Analiz singularnostej novogo parallel'nogo manipuljatora s povorotnymi privodami // XI Vsemirnij Kongress IFToMM. – Tjan'czin, Kitaj, 2004, 1-4 aprelja. S.1977...1981.

2. Uiker ml. Dinamika prostranstvennyh mehanizmov. – Chast' 1. Tochnye uravnenija dvizhenija // Konstruirovanie i tehnologija mashinostroenija. – 1969, №1. S. 264...270.

3. Glazunov V.A., Koliskor A.Sh., Krajnev A.F. Prostranstvennye mehanizmy parallel'noj struktury. – M.: Nauka, 1991.

4. Bajgunchekov Zh.Zh., Nurahmetov B.K., Bajgunchekov N.Zh. i dr. Kinematika parallel'nogo manipuljatora s funkcional'no nezavisimymi privodami. – Chast' I, II // Mat. VII Mezhdunar. konf. po kontrolju, avtomatizacii, robotizacii i upravlenii. – Singapur: ICARCV, 2002. S. 101...111.

5. Eremenko S.Ju. Metody konechnyh jelementov v mehanike deformiruemyh tel. – Har'kov: Har'kovsk. un-t, Izd-vo: Osnova, 1991.

6. Masanov Zh.K., Temirbekov E.S., Birtanov E.A. Analiz sil i kolebanij konstrukcij mehanizmov vysokih klassov prostranstvennoj topologii. – Dep. v KazGosINTI, №6871-КА96. Dep. ot 12.04.96g.

7. Agapov V.P. Metod konechnyh jelementov v statike, dinamike i ustojchivosti prostranstvennyh tonkostennyh podkreplennyh konstrukcij. – M.: "ASV", 2000.

8. Zenkevich O. Metod konechnyh jelementov v tehnike. – M.: Mir, 1975.

9. Uiker, Denavit, Hartenberg. Iteracionnyj metod analiza peremeshhenij prostranstvennyh mehanizmov // Konstruirovanie i tehnologija mashinostroenija. – 1965, №1. S. 169...176.

10. Barten'ev O.V. FORTRAN dlja professionalov. Matematicheskaja biblioteka IMSL. – M.: DIALOG MIFI, 2000. – V 3-h chastjah.

11. Bate K., Vilson E. Chislennye metody analiza i metod konechnyh jelementov. – M.: Strojizdat, 1982.

Рекомендована кафедрой инженерной графики и прикладной механики АТУ. Поступила 28.09.17.

УДК 677:697.1:65.011

**ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ  
И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF ENERGY EFFICIENT  
AND ENERGY SAVING TECHNOLOGIES  
IN THE CONSTRUCTION AND TEXTILE INDUSTRY**

*Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, Н.В. ВИНОГРАДОВА, И.А. ЗАЙЦЕВА*  
*R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, N.V. VINOGRADOVA, I.A. ZAYTSEVA*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: 4932421318@mail.ru

*В статье рассматриваются проблемы и возможности рационального использования и экономного расходования ресурсов органического топлива, повышение эффективности конечного потребления энергии во всех секторах экономики, разработка и реализация новых энергосберегающих технологий, в том числе основанных на возобновляемых источниках энергии (гидроэлектроэнергии, солнечной энергии, энергии ветра, геотермальной энергии и др.), которые помогут обеспечить потребности промышленности в энергии и, следовательно, будут способствовать инновационному развитию государства.*

*The article discusses the possibilities and problems of rational use and economical consumption of resources of fossil fuels, improving the efficiency of final energy consumption in all sectors of the economy, the development and implementation of new energy technologies, including renewable energy (hydropower, solar energy, wind energy and geothermal energy and other) which can help to meet the energy needs of industry and, consequently, contribute to the innovative development of the state.*

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергоснабжения, тепло-снабжение, микроклимат, альтернативные источники, электрическая энергия, инновационное развитие, интеллектуальные системы.

**Keywords:** renewable energy supply, heat supply, climate, alternative sources of electrical energy, innovation development, intelligent systems.

Одним из перспективных направлений развития энергосбережения является переход на более дешевые виды топлива. Природный газ и альтернативные виды энергии обеспечивают более высокие экологические показатели эффективности. В сфере строительства в текстильной и легкой промышленности идут поиски путей рационального использования энергосберегающих технологий, в том числе для автономных производств, а также в условиях децентрализации коммуникаций теплоснабжения. Развитие альтернативной энергетики по прогнозу Института энергетических исследований РАН к 2040 г. должно составить 10...14% мировой генерации. Наиболее быстро развивающимся сегментом рынка возобновляемых источников энергообеспечения (ВИЭ) является ветроэнергетика, а также аэротермальный и геотермальный способы генерации энергии.

Технология получения электрической энергии от солнца и ветра настолько далеко шагнула вперед, конечно, с учетом приоритета географического положения, что становится уже выгоднее, чем электроэнергия из нефти и газа. Дальнейшее развитие этой отрасли ВИЭ будет происходить еще более динамично. Сегодня этому способствует ежегодный плановый рост тарифов на электроэнергию и газ.

В настоящее время существуют проблемы юридически правового и технологического характера, которые тормозят развитие отрасли ВИЭ. Вполне понятно, что электроэнергия потребляется в основном в дневное время, когда спрос на нее невысок. Наоборот, пиковые моменты потребления приходится на утро и вечер. В это время альтернативные источники вырабатывают очень мало энергии. Проблему эту можно решать по-разному: либо передать лишнюю энергию другим потребителям, либо запасти энергию впрок. Аккумулирование электроэнергии – очень дорогое решение, рациональней передать ее другим потребителям. С одной стороны, практически невозможно, с другой стороны – отсутствует нормативная база.

Технологически развитие ВИЭ затруднено потому, что энергия в стране почти

всегда шла от "центра" – крупных электростанций к потребителям. Для использования ВИЭ в большом объеме необходимо пересматривать сети, децентрализовать систему "источник - потребитель". Необходимо создать условия, чтобы частные лица и предприятия могли свободно использовать свои площади, крыши сооружений для генерации электричества, то есть минимизировать свои расходы на электроэнергию.

В рамках программы "Реновация жилого фонда" в крупных городах на месте ветхих пятиэтажек будут строиться современные монолитные и панельные здания с использованием энергосберегающих технологий. В таких домах будут установлены системы теплоснабжения автоматического контроля подачи воды и тепла, в зависимости от погодных условий. Это различные виды тепловых насосов, программируемые электрические котлы, каскадные системы теплоснабжения. Показания современных приборов учета воды и электроэнергии будут передаваться автоматически с индивидуальных щитов, установленных в каждой квартире. Теплоснабжение зданий будет регулироваться с помощью энергоэффективных систем отопления помещений: теплый пол, теплый плинтус, фанкойл. Данная система будет интегрирована с системой автоматического состояния микроклимата.

Вместе с тем ряд экспертов предлагает обратить внимание на проблемы, которые могут возникать с повсеместным внедрением приборов и систем интеллектуального учета энергии и технологий их использования. Отсутствие единых стандартов, ГОСТов, протоколов, правительственных решений по рабочим режимам интеллектуальных систем учета и технологий, обязательных к применению, как к сетевым компаниям, так и потребителям, значительно усложняет и удорожает построение единой системы интеллектуального учета энергии и внедрения соответствующих технологий на уровне регионов и на федеральном уровне.

Увеличивается вероятность сбоев и ошибок при передаче информации между различными сегментами систем учета по причине того, что участники рынка будут

приобретать и устанавливать несовместимые друг с другом напрямую интеллектуальные приборы и интеллектуальные системы учета. Внедрению интеллектуальных технологий и средств учета вполне может помешать отсутствие экономических стимулов, высокая стоимость и содержание. Директивно, на законодательном уровне пока это невозможно.

Серьезной проблемой может стать уязвимость данной системы технологии в сфере информационной безопасности. Для фальсификации показаний механического счетчика надо нарушать пломбу и оставлять механические следы. К "умному" прибору есть удаленный доступ через сеть, и соответственно есть возможность проникнуть в устройство с помощью программных средств, изменить показания. К сожалению, такие случаи возможны. И все равно идти по пути развития ВИЭ надо, так как использование этих источников дает экономию электроэнергии и тепла.

Сегодня перспективными в сфере энергосбережения являются технологии ее интеллектуализации, хранения и управления распределением электро- и теплоэнергии, а также решения, способные повысить КПД объектов возобновляемой энергетики, что приведет к распространению нового субъекта на рынках тепло- и электроэнергетики – ее потребителя - производителя, активно взаимодействующего с общей энергосистемой.

Для стимулирования инновационного развития отечественной системы энергосбережения по всем направлениям совместно с Агентством стратегических инициатив (АСИ) представителями бизнеса и научного сообщества реализуется дорожная карта "Энерджинет" Национальной технологической инициативы (НТИ). Эти мероприятия направлены на развитие отечественных комплексных систем "интеллектуальной" энергетики для обеспечения лидерства российских компаний на новых высокотехнологических рынках в ближайшие 15...20 лет.

1. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Зайцева И.А., Иродова М.Р. Рациональное использование соотношений электротарифов для автономных текстильных строений в режиме теплоснабжения электрокотлом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С.235...242.

2. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Федосеев В.Н., Зайцева И.А., Воронов В.А., Емелин В.А. Анализ энергоэффективности воздушного теплового насоса и электрокотла в условиях текстильного и швейного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 4. С. 5...12.

3. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Федосеев В.Н. Возможность внедрения экологической и энергосберегающей технологии в текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 188...192.

4. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Воронов В.А. Сравнительная эффективность теплоотдачи современных видов отопления в малоэтажных текстильных строениях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №3. С.237...240.

5. Сайт "nagrev 24.ru" – расчет для определения объема буферной емкости.

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

1. Alojan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Zajceva I.A., Irodova M.R. Racional'noe ispol'zovanie sootnoshenij jelektrotarifov dlja avtonomnyh tekstil'nyh stroenij v rezhime teplosnabzhenija jelektrokotlom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, № 4. S.235...242.

2. Alojan R.M., Petruhin A.B., Fedoseev V.N., Zajceva I.A., Voronov V.A., Emelin V.A. Analiz jenergojeffektivnosti vozdušnogo teplovogo nasosa i jelektrokotla v uslovijah tekstil'nogo i shvejnogo proizvodstva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 4. S. 5...12.

3. Alojan R.M., Petruhin A.B., Fedoseev V.N. Vozmozhnost' vnedrenija jekologicheskoy i jenergosberegajushhej tehnologii v tekstil'noj promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 2. S. 188...192.

4. Alojan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Voronov V.A. Sravnitel'naja jeffektivnost' teplootdachi sovremennyh vidov otoplenija v maloletazhnyh tekstil'nyh stroenijah // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, №3. S.237...240.

5. Sajt "nagrev 24.ru" – raschet dlja opredelenija ob"ema bufernoj emkosti.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 12.10.17.

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ТКАЧА STUDY OF WORKING CONDITIONS OF A WEAVER

Т.Ю. ЛУСТГАРТЕН  
T.YU. LUSTGARTEN

(Костромской технологический университет)  
(Kostroma Technological University)  
E-mail: tlustgarten@yandex.ru

*В статье представлены результаты исследования условий труда ткача. Проведена оценка условий труда по двум методикам: гигиеническая оценка условий труда и специальная оценка условий труда. Проведен сравнительный анализ результатов.*

*The article presents the results of a study of working conditions of a weaver. Evaluated labour conditions are based on two methods: hygienic assessment of working conditions and a special assessment of working conditions. A comparative analysis of the results is made.*

**Ключевые слова:** условия труда, класс условий труда, гигиеническая оценка, специальная оценка, вредные условия труда, гарантии и компенсации.

**Keywords:** working conditions, working conditions, health assessment, special assessment, hazardous working conditions, guarantees and compensations.

В течение многих лет аттестацию рабочих мест по условиям труда проводили по гигиеническим критериям, позволяющим оценить степень отклонений параметров производственной среды и трудового процесса от действующих гигиенических нормативов, на основании дифференциации отклонений и отнесения условий труда к определенному классу вредности.

С 1 января 2014 г. вступил в силу Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ. И вместо аттестации рабочих мест проводится специальная оценка условий труда [1]. Нас интересует, как методика оценки влияет на итоговый класс условий труда и размер компенсаций за работу во вредных условиях труда. Проведем сравнительный анализ методик на примере оценки условий труда ткача.

Для исследования условий труда ткача выбрано предприятие ООО "Большая Ко-

стромская Льняная Мануфактура" г. Костромы – одно из крупнейших предприятий льняной текстильной отрасли в России. Рабочее место ткача находится в цехе, который укомплектован станками СТБ-2-180. Зона обслуживания – 8 ткацких станков. Количество аналогичных рабочих мест – 10.

С целью выявления опасных и вредных производственных факторов [2] в течение трех рабочих смен проводили хронометражные наблюдения для определения абсолютного времени (мин) выполнения технологических операций и последующий расчет времени пребывания в относительных величинах в процентах к 8-часовой рабочей смене (табл. 1 – фотография рабочего времени ткача). Ткач работает в две смены: 1-я смена с 8 до 16 ч, вечерняя – с 16 до 24. Продолжительность дневной и вечерней смены – 8 ч, обеденный перерыв – 20 мин.

Т а б л и ц а 1

Наименование операций	Длительность технологических операций		
	время, мин	% к времени наблюдения	по норме
Подготовительный и заключительный этапы работы	24,12	5,03	18,14
Срезка товара	1,67	0,35	4,21
Подшивка товара	5,5	1,15	-
Подвоз уточных бобин	4,13	0,86	-
Заполнение товарных ярлыков	1,87	0,39	-
Сбор конусов	1,18	0,25	-
Обмахивание станков и чистка рабочего места	9,77	2,04	10,00
Прочие работы (мелкие)	-	0,00	3,93
Время оперативной работы	321,73	67,03	293,86
Ликвидация обрыва основной нити	133,98	27,91	193,43
Ликвидация обрыва уточной нити	22,45	4,68	27,23
Оправка основы на ходу станка	73,78	15,37	27,06
Оправка основы с остановом станка	0,67	0,14	-
Смена бобины	14,2	2,96	5,54
Разработка брака	19,51	4,06	23,68
Облагораживание основ	56,17	11,70	10,16
Пуск станка	0,97	0,20	6,76
Наблюдение (обход полотен и основ)	98,88	20,60	86,93
Личное время	5,52	1,15	10,00
Переходы	29,75	6,20	71,07
Общая продолжительность наблюдения	480	100,00	480,00
Загруженность ткача, %	72,05	-	65

Норма выработки ткача за смену составляет 352 пог.м ткани. Фактически ткач выработывает в среднем 430 пог.м ткани. Выполнение нормы выработки  $\approx 120\%$ .

Для определения уровней опасных и вредных производственных факторов проведены инструментальные измерения, результаты которых представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование фактора	Фактическое значение		Нормативное значение	
			по Р.2.2.2006-05[3]	по приказу №33н [4]
Световая среда:				
Коэффициент естественного освещения $e$ , %	отсутствует			
Освещенность $E$ , лк	разряд зрительных работ Шв		[5]	
Зона бердо-ткань	320		300	400[5]
Зона ремизы-скало	260		300	
Коэффициент пульсации $K_p$ , %	33		15	не оценивается
Микроклимат:	теплый	холодный	[6]	не оценивается
Температура, °С	24,8	23,7	20,5...25	
Скорость движения воздуха, м/с	0,32	0,3	0...0,2	
Влажность, %	79	69	15...75	
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД), мг/м <sup>3</sup>	6		4 [7]	4
Эквивалентный уровень звука, дБА	85,3		75 [8]	80
Вибрация (общая), дБ	91		86 [9]	115

Анализ эксплуатации технологического оборудования показал, что отдельные виды машин, станков и механизмов ткацкого

производства не в полной мере отвечают требованиям безопасности. Глубина распо-



ложения основателя рабочей плоскости станка вынуждает работниц почти 30% рабочей смены (табл. 1) находиться в неудобном положении с наклоном корпуса более 30°, что связано с необходимостью ликвидации обрывов нити. Вопросы напряженности ткацкого процесса рассмотрены в работах [10], [11]. Ткач находится в положении "стоя" 100% времени рабочей

смены. С помощью шагомера, который помещали в карман ткача, определено количество шагов за смену. Маршрут обслуживания ткача составил за смену 10 км.

Оценка условий труда проведена с использованием программных комплексов "Аттестация 5.1" и "Аттестация 5.1 СОУТ". Результаты оценки условий труда ткача представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Наименование фактора производственной среды и трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда по Р.2.2.2006-05 [3]	Класс (подкласс) условий труда по приказу №33н [4]
АПФД (пыль растительная)	3,1	3,1
Шум	3,2	3,2
Вибрация общая	3,1	2,0
Параметры микроклимата, период года:		
теплый	2	-
холодный	2	-
Световая среда	3,2	3,1
Тяжесть трудового процесса	3,2	3,2
Напряженность трудового процесса	3,2	-
Итоговый класс условий труда	3,3	3,3

Из таблицы видно, что гигиеническая оценка и специальная оценка условий труда ткача указывают на вредные условия труда третьей степени, которые приводят к развитию профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (профессионально обусловленной) патологии [3].

Проанализируем табл. 2 и 3. В соответствии с [3] оценку световой среды проводили по трем показателям световой среды: естественное освещение, искусственное освещение, коэффициент пульсации. Поскольку в цехе естественное освещение отсутствует, установлен класс условий труда – 3.2. В соответствии с [4] световая среда оценивается только по показателю "освещенность рабочей поверхности". При отсутствии естественного освещения нормативное значение освещенности повышается на одну ступень (с 300 до 400 лк) [5]. По фактору "световая среда" установлен класс 3.1.

Микроклимат ткацких цехов характеризуется повышенными температурой и влаж-

ностью, поскольку для снижения обрывности нитей в ткачестве производят доувлажнение воздуха. В соответствии с [4] микроклимат не идентифицируется как вредный фактор, поскольку "...технологическое оборудование не является искусственным источником тепла и (или) холода".

При проведении гигиенической оценки по [4] по фактору "вибрация" установлен класс условий труда 3.1. (ткацкий цех находится на втором этаже здания). В соответствии с [4] класс условий труда по фактору "вибрация" перешел в класс 2.0, так как ПДУ для вибрации стал выше – 115 вместо 86 дБ.

По результатам оценки по [3] ткач имел право на доплаты за работу во вредных условиях труда в размере 8% по фактору "шум и вибрация". В результате оценки по [4] ткачу полагается доплата только по фактору "шум" в размере минимум 4% от тарифной ставки (ст. 147 ТК РФ). Величина доплаты (может быть и выше) определяется работодателем, с учетом мнения профсоюзом, утверждается локальным актом либо коллективным, трудовым договорами.

Тяжесть трудового процесса оценена по показателям: физическая динамическая

нагрузка; масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную; стереотипные рабочие движения; статическая нагрузка; рабочая поза; наклоны корпуса; перемещение в пространстве – класс 3.2 по методикам [3], [4].

Оценка напряженности труда основана на анализе трудовой деятельности ткача и ее структуры, которые изучались путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня. В соответствии с [3] по каждому из 23-х показателей в отдельности определялся класс условий труда, затем выставлялся итоговый класс. По напряженности труда установлен класс 3.2.

В соответствии с [4] напряженность труда оценивается по оставшимся шести показателям. Напряженность труда ткача не оценена, поскольку фактор не идентифицируется, так как "...информация может быть получена путем последовательного переключения внимания с объекта на объект и имеется достаточно времени до принятия решения и (или) выполнения действий, а работник переходит от распределения к переключению внимания, то такая работа по показателю числа производственных объектов одновременного наблюдения не оценивается" [4].

Если все-таки вопреки сказанному попытаться определить напряженность труда по числу производственных объектов одновременного наблюдения (зона обслуживания ткача составляет 8 станков), то класс условий труда будет установлен - 2.0 (допустимый).

При проведении гигиенической оценки по [3] по фактору "шум" нормативное значение принимается с учетом тяжести и напряженности труда – понижается до 75 дБ. В соответствии с [3] предельно допустимые уровни звука установлены для всех рабочих мест 80 дБ. Категории тяжести и напряженности труда не учитываются, поскольку напряженность труда не идентифицирована.

Таким образом, в результате оценки условий труда ткача по двум методикам итоговый класс условий труда 3.3 (не изменился). Уменьшились доплаты за работу во вредных условиях труда с 8 до 4% (ст. 147

ТК РФ). Для снижения влияния вредных факторов ткачу устанавливается сокращенная рабочая неделя (защита временем) не более 36 ч (ст. 92 ТК РФ). Ткачу предоставляется дополнительный отпуск продолжительностью не менее 7 календарных дней (ст. 117 ТК РФ). Дополнительный отпуск может быть и больше – определяется трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора.

В соответствии с приказом № 400 [12] ткач имеет право на льготную пенсию – "...женщинам по достижении возраста 50 лет, если они проработали не менее 20 лет в текстильной промышленности на работах с повышенной интенсивностью и тяжестью" (ст.30.4). Интенсивность труда – степень его напряженности, величина затрат физических и духовных сил работника в единицу времени. Видим, что приказ № 33н противоречит ст.30 ФЗ-400, в которой работа в текстильной промышленности признается повышенной интенсивности.

Улучшение условий труда работающих является важной государственной социально-экономической задачей. Для разработки и внедрения мероприятий по улучшению условий труда необходимо проводить анализ условий труда с выявлением опасных и вредных производственных факторов. Периодически возникающие изменения в законодательстве влияют на гарантии и компенсации, предоставляемые государством. "Человеческий капитал – сформированный в результате инвестиций и накопленный человеком определенный запас здоровья, знаний, навыков, способностей, мотиваций, которые целесообразно используются в той или иной сфере общественного воспроизводства, содействуют росту производительности труда и эффективности производства и тем самым влияют на рост зарплаток (доходов) данного человека" [13]. Вредные условия труда снижают эффективность использования высококвалифицированных трудовых ресурсов, приводят к нетрудоспособности и профессиональным заболеваниям работающих и, в конечном итоге, влияют на состояние здоровья настоящего и будущих поколений.

## ВЫВОДЫ

1. Класс условий труда ткача 3.3 (вредный третьей степени).
2. Оценка условий труда по приказу № 33н дает уменьшение доплат ткачу за работу во вредных условиях труда с 8 до 4%.
3. Выявлено противоречие приказа № 33н и ФЗ-400, в котором работа в текстильной промышленности признается повышенной интенсивности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Специальная оценка условий труда: федеральный закон № 426 от 28.12.2013г. [Электронный ресурс] // СПС "КонсультантПлюс". – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
2. ГОСТ 12.0.003–74\*. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: утв. и введен в действие постановлением Госстандарта СССР от 13 ноября 1974 г. № 27551. – М.: Изд-во стандартов, 1974.
3. Р 2.2.2006–05. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда утв. Главным государственным санитарным врачом России 29.07.2005г. [Электронный ресурс] // СПС "Консультант Плюс". – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
4. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению: приказ Минтруда России от 24.01.2014г. № 33н [Электронный ресурс] // СПС "Консультант Плюс". – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
5. СНиП 23–05–95\* (СП 52.13330.2011) Естественное и искусственное освещение. – [Электронный ресурс] // СПС "Консультант Плюс". – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
6. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21).
7. ГОСТ 12.1.005–88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 № 3388) (ред. от 20.06.2000).
8. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М., 1996.

9. СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М., 1996.

10. Назарова М.В., Романов В.Ю. Оценка напряженности заправки ткацкого станка при изготовлении тканей различного переплетения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.63...67.

11. Богатырева М.С., Старинец И.В. Исследование жесткости системы заправки ткацкого станка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С.64...66.

12. О страховых пенсиях: федеральный закон № 400-ФЗ от 28.12.2013 (ред. от 29.12.2015, с изм. от 23.05.2016) [Электронный ресурс] // СПС "Консультант Плюс". – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

13. Балыхин Г.А., Радько С.Г., Дембицкий С.Г., Березина Е.В. Формирование человеческого капитала и риски в управлении кадрами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №5. С.11...16.

## REFERENCES

1. Special'naja ocenka uslovij truda: federal'nyj zakon № 426 ot 28.12.2013g. [Elektronnyj resurs] // SPS "Konsul'tantPljus". – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>
2. GOST 12.0.003–74\*. SSBT. Opasnye i vrednye proizvodstvennye faktory. Klassifikacija: utv. i vveden v dejstvie postanovleniem Gosstandarta SSSR ot 13 nojabrja 1974 g. № 27551. – M.: Izd-vo standartov, 1974.
3. R 2.2.2006–05. Rukovodstvo, po gigienicheskoj ocenke, faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossii 29.07.2005g. [Elektronnyj resurs] // SPS "Konsul'tant Pljus". – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>
4. Ob utverzhenii Metodiki provedenija special'noj ocenki uslovij truda, Klassifikatora vrednyh i (ili) opasnyh proizvodstvennyh faktorov, formy otcheta o provedenii special'noj ocenki uslovij truda i instrukcii po ee zapolneniju: prikaz Mintruda Rossii ot 24.01.2014g. № 33n [Elektronnyj resurs] // SPS "Konsul'tant Pljus". – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>
5. SNiP 23–05–95\* (SP 52.13330.2011) Estestvennoe i iskusstvennoe osveshhenie. – [Elektronnyj resurs] // SPS "Konsul'tant Pljus". – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>
6. SanPiN 2.2.4.548–96. Gigienicheskie trebovanija k mikroklimatu proizvodstvennyh pomeshhenij (utv. postanovleniem Goskomsanepidnadzora RF ot 1 oktjabrja 1996 g. № 21).
7. GOST 12.1.005–88. Mezhgosudarstvennyj standart. Sistema standartov bezopasnosti truda. Obshhie sanitarno-gigienicheskie trebovanija k vozduhu rabochej zony (utv. i vveden v dejstvie Postanovleniem Gosstandarta SSSR ot 29.09.1988 № 3388) (red. ot 20.06.2000).

8. SN 2.2.4/2.1.8.562–96. Shum na rabochih mestah, v pomeshhenijah zhilyh, obshhestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki. – M., 1996.

9. SN 2.2.4/2.1.8.566–96. Proizvodstvennaja vibracija, vibracija v pomeshhenijah zhilyh i obshhestvennyh zdaniy. – M., 1996.

10. Nazarova M.V., Romanov V.Ju. Ocenka napravjazhennosti zapravki tkackogo stanka pri izgotovlenii tkanej razlichnogo perepletенija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3. S.63...67.

11. Bogatyreva M.S., Starinec I.V. Issledovanie zhestkosti sistemy zapravki tkackogo stanka // Izv. vuzov.

Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 3. S.64...66.

12. O strahovyh pensijah: federal'nyj zakon № 400-FZ ot 28.12.2013 (red. ot 29.12.2015, s izm. ot 23.05.2016) [Elektronnyj resurs] // SPS "Konsul'tant Pljus". – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>

13. Balyhin G.A., Rad'ko S.G., Dembickij S.G., Be-rezina E.V. Formirovanie chelovecheskogo kapitala i riski v upravlenii kadrami // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №5. S.11...16.

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 14.10.16.

УДК 691:620.197

## ПРИМЕНЕНИЕ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

### APPLICATION OF CORROSIVE-STABILITY BUILDING MATERIALS AT THE CARRY BUILDING CONSTRUCTIONS OF ROOFING OF TEXTILE ENTERPRISES BUILDINGS

*С.В. ФЕДОСОВ, С.А. МАЛБИЕВ*  
*S.V. FEDOSOV, S.A. MALBIJEV*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: [prezident@ivgpu.com](mailto:prezident@ivgpu.com)

*Рассматриваются большепролетные перекрестно-стержневые пространственные конструкции из поливинилхлоридных труб для покрытий.*

*Изготовлена и исследована модель фрагмента пространственной конструкции из 129 стержней и 37 узлов общим размером 2246×2080×425 мм весом всего 54 кг.*

*Large-span space cross-bar structures made of polyvinyl chloride pipes are described.*

*A model of a fragment of cross-bar space structure made of PVC-pipes is developed, manufactured and tested. The structure consists of 129 bars and 37 joints the top view dimensions are 2246×2080 mm thickness is 425 mm, weight is 54 kg.*

**Ключевые слова:** пластмассовый стержень, ПВХ-труба, пространственная система, сварка, коррозия, текстильные предприятия, агрессивная среда.

**Keywords:** plastic rod, PVC-pipe, space group, welding, corrosion, textile enterprises, aggressive surrounding.

Здания и сооружения текстильных производств отличаются эксплуатацией в условиях воздействия повышенной химически

агрессивной среды. К ним относятся цеха по отбеливанию и окраске тканей, других технологических производств, а также

склады химических материалов и готовой продукции [3].

Защита несущих и ограждающих строительных конструкций от коррозионного воздействия регламентирована указаниями нормативно-технической документации [1...3].

В частности, в [3] предусмотрены технические средства защиты от коррозии бетонных, железобетонных, стальных, алюминиевых, деревянных, каменных и хризотилцементных (асбестоцементных) строительных конструкций при воздействии агрессивных сред с температурой от -50 до +50°C. Нормативный документ не распространяется на проектирование конструкций из специальных бетонов (полимербетонов, кислото-, жаростойких бетонов и т.п.).

Строительные конструкции из полимерных материалов не нуждаются в антикоррозионной защите, так как отличаются высокой стойкостью к химически агрессивным средам в сочетании с легкостью и значительной прочностью.

Полимером №1 в строительстве по объему применения, стоимостным показателям и физико-механическим свойствам считается поливинилхлорид (ПВХ) [6]. В настоящее время из этого материала изготавливают оконные и дверные блоки, трубы санитарно-технических систем, тепло- и звукоизоляционные, гидроизоляционные, кровельные материалы и др.

ПВХ в настоящее время является одним из самых распространенных полимерных материалов, ежегодный объем производства которого во всем мире составляет более 20 млн.т. Например, более 60% производимого в США ПВХ потребляется строительным сегментом, что обусловлено его приемлемой и стабильной стоимостью, а также высокими физико-механическими, эксплуатационными свойствами и широкими возможностями переработки материала.

ПВХ является одним из старейших пластиков. Впервые он был открыт в 1835 г. химиком Регнольдом. Начиная с 1912 г. проводились работы по техническому совершенствованию, а в 1931 г. на заводах концерна BASF (Германия) были получены

первые промышленные тонны этого пластика.

Основной причиной такого раннего начала производства ПВХ следует считать легкий доступ к исходному сырью. До конца 60-х годов полимер производился в Германии на базе собственного угля, извести и каменной соли. Из последней получают хлор, а из угля и извести – ацетилен.

В настоящее время ПВХ производят и из нефтепродуктов [6], [7]. Но 56% ПВХ, как и ранее, производится из соляной кислоты – продукта, получаемого из каменной соли, и 44% – из этилена, который получают методом парофазного крекирования с использованием нефти – одного из компонентов в составе нефти.

ПВХ обладает стойкостью к кислотам средней концентрации, щелочам, солям, низшим спиртам, бензину и маслам. Бензол, горючие смеси и различные растворители вызывают набухание материала.

ПВХ трудно воспламеним, однако горит в пламени, а вне его гаснет в связи с высоким содержанием хлора – 56% (у хлорированного ПВХ – 64%).

Недостатком обычного ПВХ является его низкая теплостойкость. Размягчение полимера (ПВХ относится к термопластам) начинается при температуре 65°C, причем уже при 40°C прочность его уменьшается вдвое. В вязкопластичном состоянии, при температуре около 130°C, ПВХ гнется и ему можно придать любую форму: куполообразную, волнистых листов, профильных изделий и т.д. Морозостойкость обычного ПВХ ограничивается 30°C ниже нуля. Материал хорошо сваривается, склеивается, обрабатывается (режется, сверлится, фрезеруется и т.д.) обычными инструментами по металлу.

Поливинилхлорид достаточно стоек к воде, хотя существует возможность миграции из него в воду мономера винилхлорида (ВХ), стабилизаторов и пластификаторов.

Пластмассы на основе ПВХ являются многокомпонентными системами, состоящими из смолы ПВХ, пластификаторов, стабилизаторов, красителей, наполнителей и других специальных добавок.

При правильном выборе пластификаторов улучшается морозостойкость, огнестойкость, влагостойкость и другие свойства пластмасс. Для этого чаще всего применяют эфиры фталевой, дикарбоновой и фосфорной кислот, полиэфирные добавки [11].

Для замедления процессов старения к полимеру добавляют стабилизаторы: силикат свинца, свинцовые белила, карбонат свинца, двухосновный фталат свинца, трехосновный сульфат цинка, стеарат кальция, оловоорганические соединения, мыла кадмия, натрия, цинка и др. [8]. Все эти соединения нелетучи, не имеют запаха.

В качестве наполнителей используются тальк, каолин, силикагель и др. [10], [11]. Неорганическими пигментами являются двуокись титана, сажа, редоксайд, органическими – пигмент голубой фталоцианиновый, бордо антрахиноновый и др.

Высокая прочность полимерных материалов при относительно низком объемном весе, стойкость к атмосферным воздействиям и химически агрессивным средам выгодно отличают их от традиционных строительных материалов. Однако значительным препятствием к широкому применению пластмасс в несущих строительных конструкциях является их относительно высокая деформативность даже при нормальных температурно-влажностных условиях. Полимерные материалы, имеющие прочность низколегированных сталей и примерно в 5 раз меньший, чем сталь, объемный вес, в то же время уступают стали по величине модуля упругости примерно в 10 раз, то есть в 10 раз слабее сопротивляются деформированию. Кроме того, вследствие ползучести деформации увеличиваются во времени и могут перейти в остаточные даже при сравнительно низких уровнях напряжений [9].

В связи с повышенной деформативностью пластмасс существовало мнение о нецелесообразности их применения в несущих конструкциях. Тем не менее, в различных странах мира несущие конструкции из полимерных материалов все же созданы. По сравнению с традиционными строительными материалами таких конструкций из пластмасс сравнительно немного, но само

их существование подтверждает возможность и целесообразность применения их не только в качестве отделочных и ограждающих, но и несущих конструкций [4], [5].

На рис. 1 показан общий вид перекрестно-стержневой конструкции покрытия ПСПК.

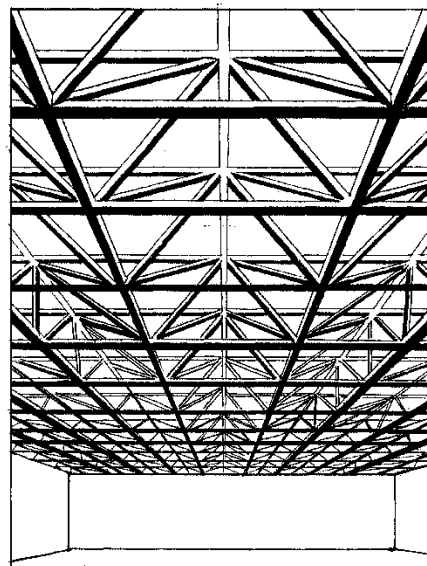


Рис. 1

Для снижения влияния деформативности пластмасс рекомендуется применять следующие основные два приема:

- повышение жесткости конструктивных элементов путем более рационального, чем в сплошных сечениях, распределения материала;
- придание конструкциям таких форм, в частности пространственных тонкостенных или стержневых, при которых исключаются или сводятся до минимума нежелательные изгибающие моменты и деформации.

До недавнего времени для несущих конструкций применялись полимерные материалы на основе полиэфирных, эпоксидных и фенольных смол, армированных стекловолокном, – стеклопластики. В менее ответственных элементах конструкций применялся жесткий ПВХ и светопрозрачные полиакрилопласты, а в качестве утеплителя – пенопласты полистирольные, полиуретановые и фенольные [6].

В настоящее время применяются армированные полимерные материалы на основе ПВХ и ПЭ, а также пластики на основе углеродных и других волокон, не только не уступающие металлическим конструкциям по прочности, но и превышающие их в десятки раз [9], [10].

Для несущих строительных конструкций из пластмасс, в частности стержневых, наиболее рациональной и эффективной формой конструктивных элементов является трубчатая. Трубчатые профили не только отличаются повышенной жесткостью по сравнению с равноценными по площади сплошными сечениями, но и выгодно отличаются от других профилей: они имеют одинаковый момент инерции во всех направлениях. По этой причине трубчатые элементы нашли применение в основном в башенно-стоечных сооружениях, где направление нагрузок, в частности ветровой, может резко изменяться [4], [6].

Можно предположить, что в будущем трубчатые элементы найдут применение не только в башенно-стоечных сооружениях (радиотелевизионных башнях, мачтах линий электропередач и т.д.), но и в каркасных пространственных конструкциях покрытий (призматических, складчатых, сводчатых, купольных, пластинчатых и др.) зданий и сооружений.

Фирма Entwurf Partner (г. Галлен, Швейцария) разработала систему сборно-разборных пространственных фахверковых несущих конструкций покрытий из легких трубчатых профилей, изготовленных из пластика. Соединение трубок между собой осуществляется специальными зажимами. Трубки могут иметь различную длину, отличаются ребристой поверхностью и поддаются окраске в разные цвета. Сборка такого каркаса покрытия производится без применения каких-либо инструментов. Покрытию можно придавать различную архитектурную форму. При небольшой массе конструкция покрытия характеризуется достаточной жесткостью и устойчивостью. Пространственный каркас покрытия размерами в плане 6×6 м, массой всего 35 кг, собирается за 15 мин. В разобранном состоя-

нии все элементы такого каркаса, уложенные на хранение или в автомашину, занимают объем 0,18 м<sup>3</sup>. Подобные конструкции рекомендуются для устройства покрытий ярмарочных павильонов, выставочных помещений и т.п.

Пространственные стержневые системы обеспечивают эффективное восприятие внешних воздействий окружающей среды единым комплексом всех элементов конструкций (от покрытия до фундаментов), что в итоге обуславливает расход материалов на 20...50% меньше обычного. При механизированном заводском изготовлении элементов снижение трудоемкости изготовления и монтажа пространственных конструкций обеспечивает экономию средств на современном уровне развития строительной техники до 15%. На рис. 2 показан фрагмент ПСПК из ПВХ-труб на сварке из 129 стержней и 37 узлов в полностью безметальном варианте.

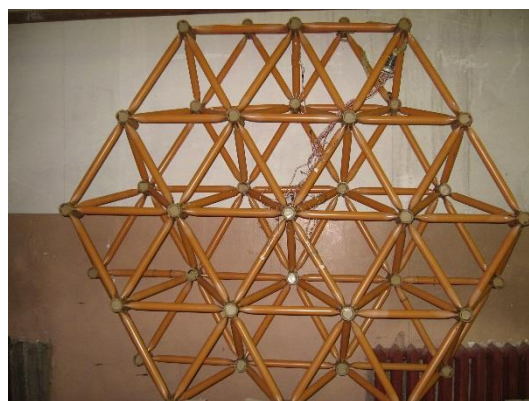


Рис. 2

Высокая сопротивляемость пластмасс разрушающему действию агрессивных сред кислот, щелочей, органических растворителей, нефтепродуктов, морской, минеральной и дистиллированной воды экономически оправдывает их применение даже в том случае, когда они значительно дороже традиционных материалов, требующих антикоррозионной защиты. Помимо прямого экономического эффекта применение полимеров позволяет дополнительно значительно снизить затраты времени и труда. Более низкая трудоемкость изготовления и переработки пластмасс в изделия

по сравнению с традиционными материалами обеспечивает снижение трудозатрат при использовании 2 т конструкционных термопластов, что равноценно высвобождению 1 работника [7].

Коррозия различных материалов во всех отраслях народного хозяйства, в том числе строительстве, наносит огромный ущерб. Специалистами установлено, что общие прямые убытки от коррозии в нашей стране составляют около 30 млрд. руб. и потерю черных металлов около 15 млн. т ежегодно. В эту сумму не входят затраты на обследование поврежденных коррозией материалов и конструкций, стоимость ремонтно-восстановительных работ, потери, связанные с вынужденным простоем производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 27.12.2002 г. №184-ФЗ "О техническом регулировании".
2. Федеральный закон от 30.12.2009 г. №384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений".
3. СП 28.13330. Защита строительных конструкций от коррозии.
4. Малбиев С.А. Опыт применения ПВХ-труб для пространственных стержневых конструкций покрытий в строительстве // Пластические массы. – 2007, № 1. С. 44...48.
5. Малбиев С.А. Конструкции из дерева и пластмасс. Легкие несущие и ограждающие конструкции покрытий из эффективных материалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИД "Бастет", МГСУ, 2015.
6. Чалая Н.М. Производство продукции из ПВХ – реальность и перспективы (обзор материалов научно-практического семинара 22.11.2005 г. в Московской государственной академии тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова) // Пластические массы. – 2006, № 1. С. 4...7.
7. Костандов Л.Н. Пластмассы вчера, сегодня и завтра // Химия и жизнь. – 1979, № 4. С. 32...34.
8. Заиков Г.Е. Горение, деструкция и стабилизация полимеров. Научные основы и технологии. – СПб.: Профессия, 2008.
9. Крыжановский В.К., Бурлов В.В. и др. Техни-

ческие свойства полимерных материалов. – СПб.: Профессия, 2003.

10. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниэлс Ч. Поливинилхлорид / Пер. с англ. / Под ред. Г.Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2007.

11. Цвайфель Х., Маер Р.Д., Шиллер М. Добавки к полимерам / Под ред. В.Б. Узденского, А.О. Григорова / Пер. 6-го англ. изд. (Plastics Additives Handbook) – СПб.: Профессия, 2010.

#### REFERENCES

1. Federal'nyj zakon ot 27.12.2002 g. №184-FZ "O tehničeskom regulirovanii".
2. Federal'nyj zakon ot 30.12.2009 g. №384-FZ "Tehničeskij reglament o bezopasnosti zdanij i sooruzhenij".
3. SP 28.13330. Zashhita stroitel'nyh konstrukcij ot korrozii.
4. Malbiev S.A. Opyt primenenija PVH-trub dlja prostranstvennyh sterzhnevyyh konstrukcij pokrytij v stroitel'stve // Plasticheskie massy. – 2007, № 1. S.44...48.
5. Malbiev S.A. Konstrukcii iz dereva i plastmass. Legkie nesushhie i ograzhdajushhie konstrukcii pokrytij iz jeffektivnyh materialov. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: ID "Bastet", MGSU, 2015.
6. Chalaja N.M. Proizvodstvo produkcii iz PVH – real'nost' i perspektivy (obzor materialov nauchno-praktičeskogo seminaru 22.11.2005 g. v Moskovskoj gosudarstvennoj akademii tonkoj himičeskoj tehnologii im. M.V. Lomonosova) // Plasticheskie massy. – 2006, № 1. S. 4...7.
7. Kostandov L.N. Plastmassy včera, segodnja i zavtra // Himija i zhizn'. – 1979, № 4. S. 32...34.
8. Zaikov G.E. Gorenje, destrucija i stabilizacija polimerov. Nauchnye osnovy i tehnologii. – SPb.: Professija, 2008.
9. Kryzhanovskij V.K., Burlov V.V. i dr. Tehničeskie svoystva polimernyh materialov. – SPb.: Professija, 2003.
10. Uilki Ch., Sammers Dzh., Danijels Ch. Poli-vinilhlorid / Per. s angl. / Pod red. G.E. Zaikova. – SPb.: Professija, 2007.
11. Cvajfel' H., Maer R.D., Shiller M. Dobavki k polimeram / Pod red. V.B. Uzden'skogo, A.O. Grigorova / Per. 6-go ang. izd. (Plastics Additives Handbook) – SPb.: Professija, 2010.

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 03.10.17.



**ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ НАГРУЗКИ  
И ХЛОРИДСОДЕРЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**PROBABILISTIC MODELING OF REINFORCED CONCRETE  
STRUCTURES OF TEXTILE INDUSTRY ENTERPRISES  
UNDER THE LOAD AND THE CHLORIDE ATTACK**

*И.И. ОВЧИННИКОВ, ЧЭНЬ ТАО, И.Г. ОВЧИННИКОВ  
I.I. OVCHINNIKOV, CHEN TAO, I.G. OVCHINNIKOV*

(Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,  
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет,  
Пермский национальный исследовательский политехнический университет)  
(Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,  
Moscow State Automobile & Road Technical University,  
Perm National Research Polytechnical University)  
E-mail: bridgeart@mail.ru; 313085767@qq; combridgesar@mail.ru

*Рассматривается задача вероятностного моделирования поведения железобетонных конструкций на предприятиях текстильной промышленности при совместном действии нагрузки и хлоридсодержащей среды. Построены модели, учитывающие вероятностный характер коррозионных процессов, разброс геометрических и прочностных характеристик изгибаемых железобетонных элементов, а также вероятностный характер нагрузки. Разработана методика расчета напряженно-деформированного состояния и долговечности изгибаемого железобетонного элемента на примере армированной балки прямоугольного сечения и проведен расчетный анализ с использованием метода статистического моделирования. Долговечность балки рассчитывалась с учетом случайных свойств нагрузки, прочности, геометрических размеров и характеристик хлоридсодержащей среды. Исследовано влияние различных случайных параметров на разброс долговечности железобетонной балки в агрессивной среде эксплуатации.*

*The problem of probabilistic simulation of the behavior of reinforced concrete structures at textile industry enterprises under the action of a load and a chloride attack is considered. The models that take into account the probabilistic nature of corrosion processes, the dispersion of the geometric and strength characteristics of the bent reinforced concrete elements, as well as the probabilistic nature of the load, are constructed. A technique for calculating the stress-strain state and the durability of a bent reinforced concrete element was developed using the example of a reinforced beam of rectangular cross section and a computational analysis was performed using the statistical modeling method. The durability of the beam was calculated taking into account the random properties of the load, strength, geometric dimensions and characteristics of the chloride-containing medium. The influence of various random parameters on the dispersion of the durability of a reinforced concrete beam in an aggressive environment is investigated.*

**Ключевые слова:** предприятия текстильной промышленности, несущие железобетонные конструкции, хлоридная коррозия, вероятностные модели, долговечность, деформационная модель.

**Keywords: enterprises of textile industry, carrying reinforced concrete structures, chloride corrosion, probabilistic models, durability, deformation model.**

Конструктивные решения зданий и сооружений предприятий текстильной промышленности предполагают широкое использование в качестве несущих элементов железобетонные конструкции. Эти железобетонные конструкции изначально имеют разброс геометрических размеров, прочностных и деформативных свойств; в процессе эксплуатации они подвергаются совместному действию нагрузок различного вида и других эксплуатационных факторов: температурных полей, влажности, рабочей агрессивной среды, которые обычно имеют случайный характер. В силу этого процесс деформирования железобетонных конструкций во времени можно считать случайным. Достаточно широко распространенной агрессивной средой для железобетонных конструкций является хлоридсодержащая среда. Проблема детерминированного прогнозирования поведения железобетонных конструкций при совместном действии нагрузок и хлоридсодержащих сред рассматривалась в отечественных [1...5] и зарубежных [6], [7] работах. Вероятностный подход к прогнозированию поведения железобетонных конструкций в агрессивных эксплуатационных средах активно развивался в работах Франгопола Д.М. с сотрудниками и учениками [8...10]. Однако в этих работах изучался случайный характер только некоторых параметров и деструкционных процессов. В настоящей работе на примере железобетонного конструктивного элемента, работающего на изгиб балки прямоугольного сечения, рассматривается учет вероятностного характера возможно большего количества факторов, влияющих на процессы деструкции железобетонных конструкций: разброс механических характеристик составляющих материалов и изменчивость размеров конструкций; вероятностный характер нагрузок и средовых воздействий; влияние временного фактора на случайные характеристики компонентов железобетона, а также случайный характер воздействия эксплуатационной среды.

Обобщенная модель деформирования железобетонного изгибаемого элемента формируется как совокупность моделей изгибаемого конструктивного элемента (балки); железобетона (складывающейся из модели деформирования бетона и модели деформирования металлической арматуры); воздействия агрессивной среды (учитывающей деструкцию бетона и коррозию арматуры); нагружения и наступления предельного состояния изгибаемой конструкции. У железобетонной балки случайными, с учетом известных экспериментальных данных, считаются размеры балки, площадь арматуры, толщина защитного слоя.

В качестве модели деформирования бетона принимаются соотношения:

$$\tilde{\sigma} = \begin{cases} \tilde{A}_p(\tilde{C})\varepsilon - \tilde{B}_p(\tilde{C})\varepsilon^3, \\ \tilde{A}_c(\tilde{C})\varepsilon - \tilde{B}_c(\tilde{C})\varepsilon^3, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\tilde{A}_p(\tilde{C}) = \tilde{A}_{p0} - \tilde{k}_{pa}(\tilde{C})$ ,  $\tilde{B}_p(\tilde{C}) = \tilde{B}_{p0} - \tilde{k}_{pb}(\tilde{C})$ ,  $\tilde{A}_c(\tilde{C}) = \tilde{A}_{c0} - \tilde{k}_{ca}(\tilde{C})$ ,  $\tilde{B}_c(\tilde{C}) = \tilde{B}_{c0} - \tilde{k}_{cb}(\tilde{C})$ .

Здесь  $\tilde{A}_{c0}, \tilde{B}_{c0}$  и  $\tilde{A}_{p0}, \tilde{B}_{p0}$  – коэффициенты диаграммы деформирования неповрежденного бетона;  $\tilde{k}_{ca}, \tilde{k}_{cb}$  и  $\tilde{k}_{pa}, \tilde{k}_{pb}$  – коэффициенты, учитывающие деструктивное влияние хлоридов, то есть коэффициенты  $A_c, B_c, A_p, B_p$  и концентрация хлоридсодержащей среды  $C$  полагаются случайными величинами. Зависимость (1) учитывает также нелинейность деформирования и неодинаковую сопротивляемость бетона растяжению и сжатию.

Диаграмма деформирования арматуры с учетом ее случайных свойств принимается в виде:

$$\tilde{\sigma}_s = \begin{cases} \tilde{E}_s\varepsilon, & \sigma < \tilde{\sigma}_T \\ \tilde{\sigma}_T, & \sigma \geq \tilde{\sigma}_T \end{cases}, \quad (2)$$

где  $E_s$  – модуль упругости стали;  $\sigma_T$  – предел текучести;  $\sigma_s$  – напряжения;  $\varepsilon$  – деформации.

Модель воздействия хлоридсодержащей среды включает модель проникания среды в балку, зависимость механических характеристик бетона от параметров среды в объеме балки и модель коррозии арматуры. Предполагается, что хлоридсодержащая среда проникает в конструктивный элемент размытым фронтом [2] и в момент времени  $t_j$  профиль проникания хлоридов в бетон описывается случайной функцией  $\tilde{C}(\tilde{X}_1, \dots, \tilde{X}_n; t_j)$ . Арматура начинает корродировать при достижении у ее поверхности критической концентрации хлоридов  $C_{кр}$ .

Модель коррозионного износа арматуры принимается в виде:

$$\begin{cases} \delta = 0, & t < t_{inc} \\ \delta = k(t - \tilde{t}_{inc})^n, & t \geq t_{inc} \end{cases}, \quad (3)$$

где  $\delta$  – глубина коррозионного поражения;  $k$ ,  $n$  – коэффициенты, которые являются случайными величинами.

Площадь поперечного сечения арматуры является функцией, зависящей от случайных параметров:

$$\tilde{F}_s(t) = f(\tilde{d}_0; \tilde{k}; \tilde{n}; \tilde{t}_{inc}; t),$$

где  $\tilde{d}_0$  – диаметр металлической арматуры до начала коррозии;  $\tilde{k}$ ,  $n$  – параметры, учитывающие вид агрессивной среды;  $\tilde{t}_{inc}$  – инкубационный период, продолжительность которого зависит от кинетики проникания хлоридсодержащей среды в бетон защитного слоя.

В качестве модели наступления предельного состояния принимается условие достижения деформациями в бетоне или арматуре своих предельных значений, то есть процессы трещинообразования в бетоне не рассматриваются.

Исследование проводили для разрезной балки, на которую действует равномерно распределенная нагрузка интенсивностью  $q$ . Размеры сечения балки и характер ее армирования показаны на рис. 1.

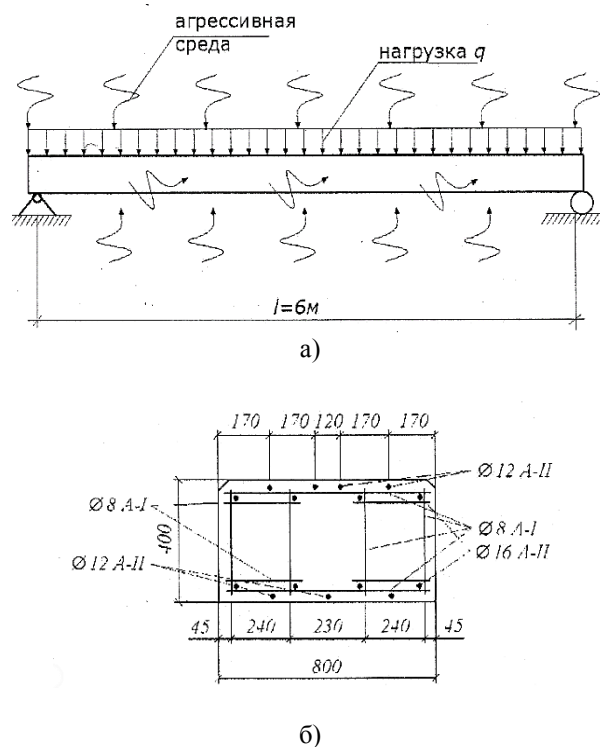


Рис. 1

Считалось, что проникание хлоридсодержащей среды в балку происходит со всех сторон и одинаково по всей длине. С использованием экспериментальных данных были определены значения коэффициентов описанных моделей (табл. 1 – характеристики расчетных случайных параметров), при этом ввиду отсутствия надежной информации принималось, что все они имеют нормальное распределение.

Предельные деформации растяжения и сжатия  $\epsilon_{пр,р}^b$ ,  $\epsilon_{пр,с}^b$  имеют значения  $2 \cdot 10^{-3}$  и  $0,5 \cdot 10^{-3}$  соответственно. Нагрузка  $q$ , при которой происходит разрушение не поврежденной хлоридами балки, равна 26,6 кН/м. Интегродифференциальное уравнение изгиба балки имеет вид:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( D \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) = q(x,t) + \frac{\partial^2 (GN_{сеч})}{\partial x^2}, \quad (4)$$

а изгибающий момент в сечении балки определяется выражением:

$$M(x,t) = D\chi + GN(x,t).$$

Здесь  $\chi = -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$  – кривизна;  $w$  – прогиб;

$D, G$  – жесткостные характеристики;  $N_{сеч}$  –

продольное усилие. Все эти величины являются интегральными функциями прогиба и концентрации среды.

Т а б л и ц а 1

Параметры	Среднее значение	Коэффициент вариации	Закон распределения	Коэффициенты корреляции
$A_{p0}, \text{Па}$	$0,810 \cdot 10^{10}$	0,13	Н	$\rho(A_{p0}, B_{p0}) = 1$ $\rho(A_{p1}, B_{p1}) = 1$ $\rho(A_{p0}, B_{p1}) = 1$
$B_{p0}, \text{Па}$	$10,800 \cdot 10^{15}$	0,13	Н	
$A_{p1}, \text{Па}$	$0,561 \cdot 10^{10}$	0,13	Н	
$A_{p1}, \text{Па}$	$7,480 \cdot 10^{15}$	0,13	Н	$\rho(A_{c0}, B_{c0}) = 1$ $\rho(A_{c1}, B_{c1}) = 1$ $\rho(A_{c0}, B_{c1}) = 1$
$A_{c0}, \text{Па}$	$4,181 \cdot 10^{10}$	0,11	Н	
$B_{p0}, \text{Па}$	$3,484 \cdot 10^{15}$	0,11	Н	
$A_{c1}, \text{Па}$	$2,855 \cdot 10^{10}$	0,11	Н	$\rho(A_{c0}, B_{c1}) = 1$
$B_{c1}, \text{Па}$	$2,379 \cdot 10^{15}$	0,11	Н	
$D, \text{м}^2/\text{год}$	$3,679 \cdot 10^{-5}$	0,07	Н	-
$C_s, \text{кг}/\text{м}^3$	10,09	0,07	Н	-
$C_{крит}, \text{кг}/\text{м}^3$	0,83	0,125	Н	-
$E, \text{Па}$	$214000 \cdot 10^6$	0,07	Н	$r(\sigma_T, E) = 1$
$\sigma_T, \text{Па}$	$450,0 \cdot 10^6$	0,07	Н	
$a_3, \text{м}$	0,045	0,10	Н	-
$k_s, \text{м}/\text{год}$	0,0003	0,15	Н	-
$h, \text{м}$	0,4	0,015	Н	-
$b, \text{м}$	0,8	0,015	Н	-
$d_0, \text{мм}$	16	0,03	Н	-
$q = 0,7q_{np}, \text{кН}/\text{м}$	0,7·26,6	0,10	Усеченное Н	-

Моделирование поведения железобетонной балки со случайными параметрами проводили методом статистического моделирования. В начальный момент  $t=0$  концентрация хлоридов в балке  $C=0$ . Сначала определяли кривизну балки  $\chi$  и отклонение нейтральной оси балки от срединной  $z_0$ , а по ним находили поля напряжений и деформаций в арматуре и бетоне. На следующем этапе расчета устанавливали концентрацию хлоридсодержащей среды  $C=10,09 \text{ кг}/\text{м}^3$  на поверхностях балки и полагали, что дальнейшее продвижение среды внутрь балки происходит размытым фронтом. На следующем этапе рассматривали пошаговое деформирование балки с течением времени и в каждый момент времени находили распределение поля концентрации хлоридов по сечению, а по нему устанавливали распределение полей значений коэффициентов диаграммы деформирования (1) бетона, пораженного хлоридами. С использованием модели коррозионного износа на каждом шаге определяли площадь оставшегося сечения арматуры. С использованием

найденных выражений жесткостных характеристик решали уравнение (4) и находили соответствующие значения кривизны  $\chi$  и величины  $z_0$ , по которым вычисляли напряжения и деформации в заданных точках сечения. В этих заданных точках на каждом шаге расчета проверяли выполнение условий наступления предельного состояния.

Расчет выполняли с помощью специально разработанного программного комплекса методом сеток, из-за симметрии сечения балки рассматривали половину поперечного сечения. Густота сетки была принята 24 высоте и 24 по половине ширины, причем в зоне расположения арматуры сетка была более густой. Объем генерируемой последовательности случайных чисел при расчете долговечности балки при уровне значимости  $\gamma=0,9$  составил от 8 000 до 12 000.

Результаты расчета напряженно-деформированного состояния железобетонной балки, подвергающейся действию

нагрузки величиной  $q=0,7q_{пр}$  и действию хлоридсодержащей среды по всему периметру сечения, представлялись в виде эпюр концентрации хлоридов, напряжений и деформаций по сечению, степени коррозии арматуры; при этом значения параметров соответствовали их математическим ожиданиям.

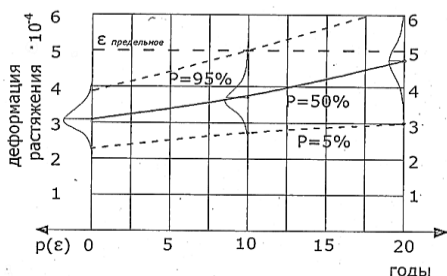


Рис. 2

На рис. 2 приведен график кинетики деформации балки в растянутой зоне с различной обеспеченностью. Кривая с обеспеченностью  $P=50\%$  соответствует кинетике деформации, рассчитанной для значений параметров, равных их математическим ожиданиям. Кривая с 5%-ной обеспеченностью соответствует наиболее благоприятному сочетанию входных параметров (наименьшей нагрузке, лучшим характеристикам прочности). Наихудшему сочетанию значений входных параметров соответствует кривая с обеспеченностью 95%.

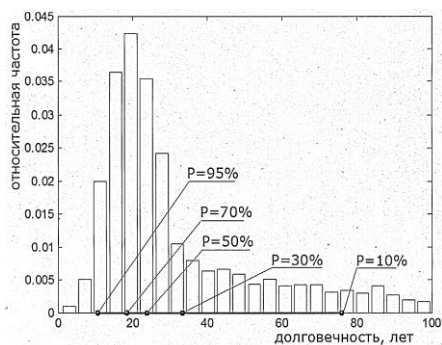


Рис. 3

На рис. 3 приведена гистограмма долговечности рассчитываемой конструкции при нагрузке  $q=0,7q_{пр} = 18,62$  кН/м с коэффициентом вариации  $V_q=0,1$  и действии хлоридсодержащей среды. Здесь точки внизу гра-

фика соответствуют долговечности с обеспеченностью  $P=95\%, 70\%, 50\%, 30\%$  и  $10\%$ , соответствующей срокам 9,7 лет; 17,5 лет; 24,6 года; 32,8 года и 65,6 лет.

Для того, чтобы оценить значимость случайных параметров процесса на разброс долговечности железобетонной балки, расчет долговечности балки проводили при отдельном учете случайных свойств каждого параметра: например, расчет долговечности производили при детерминированных значениях всех параметров, равных их математическим ожиданиям, за исключением нагрузки, которая задавалась случайной.



Рис. 4

На рис. 4 (влияние случайных параметров на долговечность балки) приведены интервалы долговечности для рассчитанных случаев. Там же приведен интервал долговечности для случая учета случайных свойств всех учитываемых параметров, который, как и должно быть, оказался самым большим.

## ВЫВОДЫ

1. Анализ данных о повреждениях железобетонных балок свидетельствует о том, что частой причиной повреждения является неравномерность толщины защитного слоя и влияние агрессивной среды. Причем деградация бетона во времени неоднородна по объему железобетонных конструкций, а процессы проникания хлоридов, деградации бетона, коррозионного поражения арматуры имеют вероятностный характер, и под влиянием хлоридсодержащей среды разброс механических характеристик бетона увеличивается. При этом может оказаться, что математическое ожидание ха-

рактических останется тем же, но увеличится именно разброс характеристик.

2. Приведенная в работе обобщенная модель деформирования с учетом вероятностного характера параметров модели применена к расчету железобетонной балки прямоугольного сечения. С помощью метода статистического моделирования проведена оценка долговечности железобетонной балки с учетом вероятностного характера различных параметров балки и агрессивной среды. Как оказалось, наиболее значительное влияние на напряженное состояние и долговечность железобетонной конструкции оказывают (в порядке убывания степени влияния): действующая нагрузка; свойства бетона, характер агрессивной среды, проявляющийся через коэффициент диффузии среды в бетоне.

3. К сожалению, вероятностный расчет несущих железобетонных конструкций предприятий текстильной промышленности во многих случаях затруднителен, что объясняется не столько сложностью выполнения статистического моделирования с использованием вероятностных моделей деформирования, сколько отсутствием достаточного количества экспериментальных данных для идентификации моделей. Поэтому возникает весьма важная задача проведения лабораторных и натурных экспериментальных исследований на предприятиях текстильной промышленности с целью получения и накопления необходимого набора экспериментальных данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Дядькин Н.С. Модель деформирования стойки из железобетона, работающей в хлоридсодержащей среде // Изв. вузов. Строительство. – 2000, № 6. С.4...10.
2. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Землянский А.А. Моделирование поведения железобетонных элементов конструкций в условиях воздействия хлоридсодержащих сред. – Саратов: СГУ, 2000.
3. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Кононович В.И. Расчетная оценка влияния хлоридсодержащей среды на напряженно-деформированное состояние сжимаемых элементов мостовых конструкций // Транспортное строительство. – 2001, № 6. С.21...24.
4. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Гарибов Р.Б. Работоспособность сталежелезобетонных элемен-

тов конструкций в условиях воздействия хлоридсодержащих сред. – Саратов: Изд-во СГУ, 2002.

5. Овчинников И.Г., Кривцов А.В., Скачков Ю.П. Влияние хлоридсодержащих сред на прочность и долговечность пластин на упругом основании. – Пенза: Изд-во ПензГАСА, 2002.

6. Thoft-Christensen P. Deterioration of concrete structures. In: Proceedings of first international conference on bridge maintenance, safety and management. – Barselona, 2002.

7. Biondini F. & Vergani M. Damage modeling and nonlinear analysis of concrete bridges under corrosion. In: Biondini & Frangopol, editors. Bridge Maintenance, Safety, Management, Resilience and Sustainability. – London. Taylor & Francis Group, 2012. P.209...210.

8. Frangopol D.M., Akiyama M., H. Matsuzaki H. Life-Cycle Reliability of RC Bridge Piers under Seismic and Airborne Chloride Hazards. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, John Wiley & Sons, Ltd. – Vol. 40, № 15, 2011. P. 1671...1687.

9. Frangopol D.M., Akiyama M., Suzuki M. Integration of the Effects of Airborne Chlorides into Reliability-Based Durability Design of R/C Structures in a Marine Environment. Structure and Infrastructure Engineering, Taylor & Francis. – Vol. 8, №2, 2012. P.125...134.

10. Frangopol D.M., Akiyama M., H. Matsuzaki H. Reliability-Based Durability Design and Service Life Assessment of Concrete Structures in an Aggressive Environment. In: Maintenance and Safety of Aging Infrastructure (Edited by D.M. Frangopol and Y. Tsompanakis), London, CRC Press / Balkema, Taylor & Francis Group. – 2014. P. 1...26.

#### REFERENCES

1. Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Djad'kin N.S. Model' deformirovaniya stojki iz zhelezobetona, rabotajushhej v hloridsoderzhashhej srede // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. – 2000, № 6. S.4...10.
2. Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Zemljanskij A.A. Modelirovanie povedeniya zhelezobetonnyh jelementov konstrukcij v uslovijah vozdejstvija hloridsoderzhashhij sred. – Saratov: SGTU, 2000.
3. Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Kononovich V.I. Raschetnaja ocenka vlijaniya hloridsoderzhashhej srede na naprjazhenno-deformirovanное sostojanie szhimajemyh jelementov mostovyh konstrukcij // Transportnoe stroitel'stvo. – 2001, № 6. S.21...24.
4. Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Garibov R.B. Rabotosposobnost' stalezhelezobetonnyh jelementov konstrukcij v uslovijah vozdejstvija hloridsoderzhashhij sred. – Saratov: Izd-vo SGU, 2002.
5. Ovchinnikov I.G., Krivcov A.V., Skachkov Ju.P. Vlijanie hloridsoderzhashhij sred na prochnost' i dolgovechnost' plastin na uprugom osnovanii. – Penza: Izd-vo PenzGASA, 2002.
6. Thoft-Christensen P. Deterioration of concrete structures. In: Proceedings of first international conference on bridge maintenance, safety and management. – Barselona, 2002.

7. Biondini F. & Vergani M. Damage modeling and nonlinear analysis of concrete bridges under corrosion. In: Biondini & Frangopol, editors. Bridge Maintenance, Safety, Management, Resilience and Sustainability. – London. Taylor & Francis Group, 2012. P. 209...210.

8. Frangopol D.M., Akiyama M., H. Matsuzaki H. Life-Cycle Reliability of RC Bridge Piers under Seismic and Airborne Chloride Hazards. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, John Wiley & Sons, Ltd. – Vol 40, № 15, 2011. P. 1671...1687.

9. Frangopol D.M., Akiyama M., Suzuki M. Integration of the Effects of Airborne Chlorides into Reliability-Based Durability Design of R/C Structures in a Marine Environment. Structure and Infrastructure Engineering, Taylor & Francis. – Vol. 8, №2, 2012. P. 125...134.

10. Frangopol D.M., Akiyama M., H. Matsuzaki H. Reliability-Based Durability Design and Service Life Assessment of Concrete Structures in an Aggressive Environment. In: Maintenance and Safety of Aging Infrastructure (Edited by D.M. Frangopol and Y. Tsompanakis), London, CRC Press / Balkema, Taylor & Francis Group. – 2014. P. 1...26.

Рекомендована кафедрой транспортного строительства СГТУ имени Гагарина Ю.А. Поступила 25.09.17.

УДК 677.07

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### METHODICAL ISSUES OF MEASUREMENT OF ENVIRONMENTAL HAZARDS OF TEXTILE INDUSTRY PRODUCTS

*В.Б. ВЛАСОВ, В.М. УМЫВАКИН, М.Г. ДОБРОСОЦКИХ*  
*V.B. VLASOV, V.M. UMYVAKIN, M.G. DOBROSOTSKIKH*

(Воронежский государственный технический университет,  
Воронежский государственный университет)  
(Voronezh State Technical University,  
Voronezh State University)

E-mail: Vla-valerij@yandex.ru; umyvakin@mail.ru; dobrmax@yandex.ru

*В статье предлагается методический аппарат построения нелинейных частных и интегральной квалиметрических оценок производства, имеющих вероятностную интерпретацию. Качество продукции текстильной промышленности (ПТП) рассматривается как частная функция экологической опасности текстильных товаров.*

*The article proposes a methodical apparatus for constructing nonlinear partial and integral qualimetric estimates of textile production that have a probabilistic interpretation. The quality of textile products (PTP) is regarded as a private function of the environmental hazard of textile products.*

**Ключевые слова:** квалиметрическая оценка продукции текстильного производства, качество продукции текстильной промышленности, частные относительные и интегральная квалиметрические оценки, вероятностно-квалиметрический подход, коммутативность, ассоциативность, гладкость.

**Keywords:** qualitative evaluation of textile production, quality of products of the textile industry, particular relative and integral qualimetric estimates, probabilistic-qualimetric approach, commutativity, associativity, smoothness.

Несмотря на развивающуюся науку, технологии получения многих материалов для нужд человека не являются совершенными и наносят вред среде его обитания.

Важнейшими свойствами материалов для одежды являются гигиенические свойства: гигроскопичность, воздухопроницаемость, электризуемость и другие.

Из одежды могут выделяться и проникать в организм человека вредные вещества. Они попадают в волокна, нити, пряжу и материалы в процессе их производства. Поэтому принципиально важным представляется поиск возможных путей предотвращения экологической опасности текстильных материалов и изделий из них для человека и природы.

Введем следующие обозначения:  $y_j$  – значение  $j$ -го частного показателя качества (ПК) продукции текстильной промышленности (ПТП),  $y_j^*$  – пороговое (предельно допустимое) значение, отражающее нормативное требование к качеству ПТП по  $j$ -му ПК. Поставим им в соответствие две безразмерные величины, принимающие значения из интервала  $[0, 1]$ :  $\mu_j = \mu_j(y_j)$  – частную абсолютную квалиметрическую оценку ПТП и  $\varepsilon_j = \varepsilon_j(y_j^*)$  – соответствующий нормативный уровень по  $j$ -му ПК. Будем считать, что качество ПТП удовлетворяет требованиям по  $j$ -му частному ПК, если выполняется неравенство  $\mu_j \geq \varepsilon_j$ .

Преобразование ПК и соответствующих предельно допустимых значений к квалиметрической шкале  $[0, 1]$  может осуществляться различными способами, например:

$$\mu_j = \left[ \frac{(y_j^{\max} - y_j)}{(y_j^{\max} - y_j^{\min})} \right]^k, \quad (1)$$

$$\varepsilon_j = \left[ \frac{(y_j^{\max} - y_j^*)}{(y_j^{\max} - y_j^{\min})} \right]^k, \quad (2)$$

где  $y_j^{\min}$ ,  $y_j^{\max}$  – соответственно минимальное и максимальное значения  $j$ -го ПК.

При  $k=1$  имеем линейное преобразование, при  $k \neq 1$  – нелинейное.

Частная относительная квалиметрическая оценка  $d_j$  ПТП по  $j$ -му ПК является функцией двух величин:  $\varepsilon_j$  и  $\mu_j$ , которая должна удовлетворять следующим условиям [1...3]: 1)  $0 < d_j < 1$  при  $\mu_j \geq \varepsilon_j$ ; 2)  $d_j = 0$  при  $\varepsilon_j = 0$ ,  $\mu_j > 0$ ; 3)  $d_j = 0$  при  $\mu_j = 1$  и  $\mu_j > \varepsilon_j$ ; 4)  $d_j = 1$

при  $\mu_j = \varepsilon_j \neq 0$ . При  $\mu_j \geq \varepsilon_j$  условиям 1)...4) удовлетворяет частная относительная квалиметрическая оценка  $d_j$  вида:

$$d_j = [\varepsilon_j(1 - \mu_j)] / [\mu_j(1 - \varepsilon_j)]. \quad (3)$$

Пусть  $A$  – событие, состоящее в том, что не выполнено требование к качеству ПТП в целом, а  $B_j$  – событие, состоящее в том, что не выполнено требование к качеству ПТП по  $j$ -му ПК. Тогда в работе [1] показано, что  $\mu_j = P(B_j|A)$  – вероятность некачественности ПТП по  $j$ -му ПК при условии, что требования к качеству ПТП в целом не выполнены;  $\varepsilon_j = P(B_j)$  – вероятность некачественности ПТП по  $j$ -му ПК,  $d_j = P(A|\bar{B}_j)$  – вероятность невыполнения требований к качеству ПТП при условии, что требования выполнены по  $j$ -му ПК.

Доопределим частную относительную квалиметрическую оценку  $d_j$  следующим образом: 1)  $d_j = 1$  при  $\mu_j = \varepsilon_j = 1$ ; 2)  $d_j = 0$  при  $\mu_j = \varepsilon_j = 0$ ; 3)  $d_j = 1$  для всех  $\mu_j < \varepsilon_j$ . Отметим, что частная относительная квалиметрическая оценка  $d_j$  является убывающей функцией по  $\mu_j$  и возрастающей по  $\varepsilon_j$ .

Пусть качество ПТП характеризуется только двумя частными ПК –  $y_1$  и  $y_2$ , а  $d_1$ ,  $d_2$  и  $d = d(d_1, d_2)$  – соответствующие частные относительные и интегральная квалиметрические оценки. Сформулируем основные априорные требования (аксиомы), лежащие в основе вероятностно-квалиметрического подхода к построению нелинейной (неаддитивной) интегральной оценки (интегрального критерия) [1], [2].

1. Коммутативность:  $d(d_1, d_2) = d(d_2, d_1)$ . Свойство коммутативности характеризует равноценность или одинаковую важность частных оценок.

2. Ассоциативность:  $d(d(d_1, d_2), d_3) = d(d_1, d(d_2, d_3))$ . Смысл аксиомы ассоциативности в том, что в интегральной оценке агрегируются лишь частные относительные оценки, принадлежащие одному иерархическому уровню "дерева" качеств ПТП.

3. Гладкость – функция  $d(d_1, d_2)$  является многочленом.

В этом случае интегральная квалиметрическая оценка конструируется с помощью



применения одной и той же бинарной ассоциативной и коммутативной операции к частным относительным оценкам и является целой аналитической функцией от них. Общий вид таких оценок получается из теоремы [1], [3].

Теорема. В классе многочленов от двух переменных существуют лишь три (с точностью до постоянных коэффициентов) функции, для которых выполнены требования ассоциативности и коммутативности:

$$1) d = c = \text{const}, \quad (4)$$

$$2) d = d_1 + d_2 + c, \quad (5)$$

$$3) d = a(d_1 + d_2) + bd_1d_2 + a(a-1)/b, \quad (6)$$

где  $a, b, c$  – произвольные константы,  $b \neq 0$ .

Первая форма бинарной операции агрегирования (свертки) не представляет интереса, так как в этом случае интегральная оценка не зависит от частных оценок.

Вторая форма соответствует аддитивному интегральному критерию. Существенным недостатком данной интегральной оценки является невозможность описания с ее помощью взаимодействия отдельных частных оценок.

Наибольший теоретический и практический интерес представляет третья форма – наличие коэффициента  $b$  в знаменателе дроби не позволяет отнести полученную функцию (6) к первой или второй бинарным операциям свертки. При  $a=0$  третья форма соответствует мультипликативному критерию, а при  $a=1$  принимает вид:

$$d = d_1 + d_2 + bd_1d_2. \quad (7)$$

В этом случае интегральная оценка формируется из суммы вкладов частных оценок и членов  $bd_1d_2$ . Здесь коэффициент  $b$  определяет характер и результат взаимодействия пары "подсистем" – частных отно-

$$d(d_1, d_2, \dots, d_m) = \varphi^{-1} \left( \frac{1}{m} \varphi(d_1) + \frac{1}{m} \varphi(d_2) + \dots + \frac{1}{m} \varphi(d_m) \right).$$

Здесь  $\varphi$  – непрерывная, строго монотонная функция, а  $\varphi^{-1}$  – функция, обратная к ней. При  $\varphi(d_j) = \ln d_j$  имеем среднюю геомет-

сительных квалиметрических оценок. Введем дополнительные требования к виду интегральной квалиметрической оценки ПТП.

4. Ограниченность:  $0 \leq d(d_1, d_2) \leq 1$  при  $0 \leq d_1, d_2 \leq 1$ . Это позволяет проводить параллели с квалиметрией и теорией вероятности.

5. Нейтральность:  $d(d_1, 0) = d_1$ ,  $d(0, d_2) = d_2$ ;  $d(0, 0) = 0$ ,  $d(1, 1) = 1$ .

Набору требований 1...5 удовлетворяет только интегральная оценка вида (8) при значении параметра  $b = 1$ :

$$d = d_1 + d_2 - d_1d_2 = 1 - (1-d_1)(1-d_2). \quad (8)$$

Отметим, что формула (8) совпадает с формулой вероятности суммы двух совместных независимых событий. Это позволяет использовать данную операцию для агрегирования частных относительных оценок, имеющих вероятностный смысл.

В общем случае для  $m$  неравноценных частных относительных квалиметрических оценок интегральная оценка ПТП имеет следующую структуру [1...3], [5]:

$$d^\lambda = 1 - \prod_{j=1}^m (1-d_j)^{\lambda_j}, \quad (9)$$

где  $\lambda_j$  – весовые коэффициенты частных относительных оценок  $d_j$ , удовлетворяющие условию нормировки:

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, m. \quad (10)$$

Подчеркнем, что интегральная квалиметрическая оценка  $d$  в формуле (9) при  $\lambda_j = 1/m$  является средней величиной в смысле ассоциативной средней по Колмогорову, которая вычисляется по формуле:

рическую. В нашем случае  $\varphi(d_j) = -\ln(1-d_j)$ , а величина  $d$  в формуле (9) является средней "квазигеометрической" величиной [2], [4].

Средневзвешенное квазигеометрическое есть среднее по Коши, то есть интегральная оценка  $d$  удовлетворяет условию:

$$\left[ 1 - \prod_{j=1}^m (1 - d_j) \right] \geq \max_{j=1,2,\dots,m} d_j \geq \left[ 1 - \prod_{j=1}^m (1 - d_j)^{\lambda_j} \right] \geq \sum_{j=1}^m \lambda_j d_j \geq \prod_{j=1}^m d_j^{\lambda_j} \geq \min_{j=1,2,\dots,m} d_j .$$

Следовательно, средневзвешенное квазигеометрическое является оценкой "сверху" для средневзвешенного арифметического и средневзвешенного геометрического и является неаддитивным обобщенным критерием, имеющим системный смысл ("целое больше суммы частей его составляющих").

$$\min(d_1, d_1, \dots, d_m) \leq d^\lambda \leq \max(d_1, d_1, \dots, d_m) .$$

При этом справедливо следующее соотношение [2]:

Для содержательной интерпретации квалиметрических оценок ПТП целесообразно использовать зеркальную вербально-числовую шкалу Харрингтона [2] (табл. 1 – уровень невыполнения требований к качеству продукции текстильного производства).

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Содержательное описание градаций	Числовое значение
1	Очень высокий	(0.8, 1)
2	Высокий	(0.63, 0.8]
3	Средний	(0.37, 0.63]
4	Низкий	(0.2, 0.37]
5	Очень низкий	(0, 0.2]

## ВЫВОДЫ

В работе показано, что нелинейная интегральная квалиметрическая оценка ПТП отличается от аналогов тем, что: 1) методики построения частных относительных квалиметрических оценок входят составной частью в методику построения интегральной оценки; 2) частные относительные и интегральная квалиметрические оценки имеют вероятностную интерпретацию; 3) является средневзвешенной квазигеометрической величиной, имеющей системно-синергетический смысл.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каплинский А.И., Русман И.Б., Умывакин В.М. Моделирование и алгоритмизация слабоформализованных задач выбора наилучших вариантов системы. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1991.
2. Зибров Г.В., Умывакин В.М., Швец А.В. Квалиметрические модели вербально-числового анализа экологической опасности территорий природно-хозяйственных геосистем // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2013, № 1. С.112...118.

3. Умывакин В.М., Власов В.Б., Климов А.В. Двухкритериальная модель управления устойчивым развитием территорий // Экономические науки. – 2010, № 10. С. 269...273.

4. Мищенко В.Я., Горбанева Е.П., Погребенная Е.А., Зубенко К.Ю. Роль экологической экспертизы в системе экспертиз недвижимости // Тр. 10-й Международ. научн.-практ. конф.: Высокие технологии в экологии / Гл. ред. В.И. Белоусов, отв. за вып. В.И. Белоусов. – 2007. С. 160...166.

5. Мищенко В.Я., Трухина Н.И., Мещерякова О.К. Экономические методы управления имуществом комплексом. – Воронеж: Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т., 2003.

## REFERENCES

1. Kaplinskij A.I., Russman I.B., Umyvakin V.M. Modelirovanie i algoritimizacija slaboformalizovannyh zadach vybora nailuchshih variantov sistemy. – Voronezh: Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 1991.
2. Zibrov G.V., Umyvakin V.M., Shvec A.V. Kvalimetricheskie modeli verbal'no-chislovogo analiza jekologicheskoy opasnosti territorij prirodno-hozjajstvennyh geosistem // Vestnik Voronezh. gos. un-ta. Serija: Sistemnyj analiz i informacionnye tehnologii. – 2013, № 1. S.112...118.
3. Umyvakin V.M., Vlasov V.B., Klimov A.V. Dvuhkriterial'naja model' upravlenija ustojchivym razvitiem territorij // Jekonomicheskie nauki. – 2010, №10. S. 269...273.

4. Mishhenko V.Ja., Gorbaneva E.P., Pogrebennaja E.A., Zubenko K.Ju. Rol' jekologicheskoy jekspertizy v sisteme jekspertiz nedvizhimosti // Tr. 10-j Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Vysokie tehnologii v jekologii / Gl. red. V.I. Belousov, otv. za vyp. V.I. Belousov. – 2007. S. 160...166.

5. Mishhenko V.Ja., Truhina N.I., Meshherjakova O.K. Jekonomicheskie metody upravlenija imu-

shhestvennym kompleksom. – Voronezh: Voronezh. gos. arhit.-stroit. un-t., 2003.

Рекомендована кафедрой технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью ВГТУ. Поступила 05.09.17.

УДК 624.073.82.001.63

## ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЛКИ-СТЕНКИ ИЗ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА

### OPTIMUM DESIGN OF THE BEAMS-WALLS FROM DISPERSANIZED REINFORCED MATERIAL

С.Ю. ГРИДНЕВ, И.Г. ОВЧИННИКОВ  
S.YU. GRIDNEV, I.G. OVCHINNIKOV

(Воронежский государственный технический университет)  
(Voronezh State Technical University)  
E-mail: rector@vortu.ru

*На примере балки-стенки, изготовленной из сталефибробетона, найдено такое распределение плотности армирования, которое обеспечивает минимальный расход арматуры при выполнении прочностных ограничений при заданных условиях нагружения. Разработан метод решения задачи оптимального проектирования конструкций путем управления законом распределения неоднородности механических свойств по объему. Решена задача нахождения оптимального распределения упругих свойств неоднородного изотропного материала, который является моделью композитного материала с хаотическим армированием. На первом этапе определено напряженное состояние конструкции с известными свойствами материала. На втором этапе на основе первого этапа найдено распределение плотности армирования, обеспечивающее минимальный расход арматуры. Показано, что задача является многоэкстремальной и указанным способом можно найти лишь локальный минимум функции цели. В ходе оптимизации активными являлись ограничения по прочности на разрыв и по допустимым значениям плотностей армирования.*

*On the example of a beam-wall made of steel-fiber-concrete, a reinforcement density distribution is found that ensures a minimum flow of reinforcement when strength constraints are performed under predetermined loading conditions. A method is developed for solving the problem of optimal design of structures by controlling the law of distribution of the inhomogeneity of mechanical properties by volume. The problem of finding the optimal distribution of the elastic properties of an inhomogeneous isotropic material, which is a model of a composite material with chaotic reinforcement, is solved. At the first stage, the stress state of a structure with known material properties is determined. In the second stage, based on the first*

*stage, a distribution of the reinforcement density was found, which ensures the minimum consumption of reinforcement. It is shown that the problem is multiextremal and this method can only find the local minimum of the goal function. In the course of optimization, restrictions on the tensile strength and the permissible values of the reinforcement densities were active.*

**Ключевые слова:** балка-стенка, оптимальное проектирование, дисперсно-армированный материал, оптимальное распределение, хаотическое армирование, локальный минимум функции цели.

**Keywords:** beam-wall, optimal design, dispersion-reinforced material, optimal distribution, chaotic reinforcement, local minimum of the goal function.

Оптимальное проектирование конструкций часто, и не без основания, отождествляется с процессом выбора наилучшей формы конструкции. Большинство искусственных строительных материалов на основе металла, бетона, пластмасс превращаются в конструкционные элементы после затвердевания из жидкой фазы. Это обуславливает, во-первых, сравнительную однородность механических свойств элемента, по крайней мере на макроскопическом уровне, во-вторых, техническую возможность придания элементу достаточно произвольной формы. Неудивительно, что большая часть исследований по оптимальному проектированию инженерных сооружений [1...3] посвящена именно поиску оптимальной формы однородных стержней, балок, пластин и оболочек.

Заметим, однако, что на практике форма конструкционного элемента бывает в значительной степени ограничена как необходимостью выполнения собственных полезных функций, так и условиями сочленения с другими элементами в составной конструкции. Дополнительные ограничения на формообразование появляются при изготовлении элементов из существенно неоднородных материалов, например, направленных композитов. С другой стороны, технология изготовления современных композиционных материалов допускает вариацию их свойств в достаточно широких пределах [4], [5]. При реальном проектировании в ряде случаев решается обратная задача, когда при неизменной заданной форме конструкции необходимо выпол-

нить оптимизацию законов распределения свойств материала.

Развитие методов поиска оптимального распределения свойств материала представляется важным еще по одной причине. Не секрет, что под действием нагрузок и других внешних воздействий, в частности, агрессивных сред, свойства материала конструкций изменяются с течением времени [6...8]. Особенно существенными для функционирования являются изменения свойств у тонкостенных конструкций, контактирующих с агрессивными средами, каковыми являются трубопроводы, резервуары для хранения нефтепродуктов, химические реакторы, корпуса судов и многие другие. Однако до недавнего времени при решении задач оптимального проектирования этот факт игнорировался – по сути, получаемые проекты могли быть оптимальными даже теоретически лишь на начальный момент времени. Вплоть до настоящего времени учет агрессивных воздействий при оптимальном проектировании проводится в небольшом количестве работ [9...11]. Малое число подобных работ можно объяснить как возросшими вычислительными трудностями, связанными с учетом времени, так и проблемами с самой постановкой задач, например, отсутствием универсальных критериев качества. С этой точки зрения развитие подходов к поиску оптимальных свойств материала конструкции на момент изготовления принесло бы немалую пользу.

Еще большее значение развитие указанных подходов приобретает с появлением

материалов, свойствами которых можно управлять после изготовления, в период эксплуатации. В качестве примера такого материала укажем бетон с добавками последующего действия, которые после активизации восстанавливают водонепроницаемость бетона, состарившегося за несколько лет эксплуатации [12]. Проведенный анализ состояния научных исследований по рассматриваемой тематике показывает актуальность постановки и разработки методов решения задач по оптимальному проектированию конструкций путем управления законом распределения неоднородности механических свойств по объему конструкции.

В этом случае улучшить качество проектируемого элемента можно путем варьирования характеристиками материала, из которого он изготовлен. Современные технологии позволяют изготавливать композиционные материалы с самыми разнообразными пространственными распределениями таких механических свойств, как плотность, предел прочности, величины модулей упругости, ориентация осей анизотропии и т.д.

Ниже рассматривается задача нахождения оптимального распределения упругих свойств неоднородного изотропного материала, который является моделью композитного материала с хаотическим армированием.

В первой части работы описан подход к решению прямой задачи, то есть задачи определения напряженного состояния конструкции с известными свойствами материала.

На основе методики решения прямой задачи строится процедура оптимального проектирования, описанная во второй части.

*Прямая задача.* Рассмотрим конструкцию в виде квадратной в плане балки-стенки, показанную на рис. 1.

На верхнюю грань балки действует равномерное нормальное усилие интенсивности  $P$ , которое уравнивается равномерными касательными усилиями  $P/2$  на боковых гранях. Такой вариант граничных условий выбран во избежание особенностей напряженного состояния в угловых точках контура, которые возникают, например,

при размещении вблизи последних точечных опор.

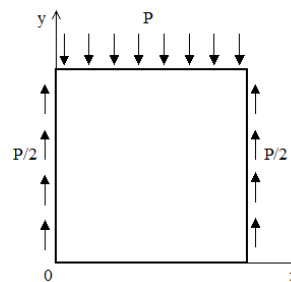


Рис. 1

Материал балки представляется матрицей с известными параметрами Ламе  $\lambda_m$ ,  $\mu_m$ , хаотично армированной короткими высокопрочными волокнами с модулем упругости  $E_a$ . Как известно, в этом случае материал можно считать неоднородно-изотропным с приведенными параметрами Ламе [13]:

$$\begin{aligned} \lambda &= (1 - V)\lambda_m + VE_a/15, \\ \mu &= (1 - V)\mu_m + VE_a/15, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $V(x, y)$  – коэффициент объемного содержания (концентрация) волокон.

При известных параметрах  $\lambda(x, y)$  и  $\mu(x, y)$ , граничных условиях относительно напряжений и в предположении плоского напряженного состояния для определения напряжений имеем следующую краевую задачу [13]:

$$\nabla^2(\gamma \nabla^2 F) = \beta_{xx} F_{yy} - 2\beta_{xy} F_{xy} + \beta_{yy} F_{xx} \quad (2)$$

с граничными условиями

$$\begin{aligned} F|_L &= \int_0^s \left[ -x_s \int_0^s q_2(s) ds + y_s \int_0^s q_1(s) ds \right] ds, \\ F_n|_L &= -x_n \int_0^s q_2(s) ds + y_n \int_0^s q_1(s) ds, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $F$  – функция напряжений плоской задачи, связь которой с напряжениями определяется как

$$\sigma_x = F_{yy}, \sigma_y = F_{xx}, \tau_{xy} = -F_{xy}. \quad (4)$$

Функции координат  $\gamma$  и  $\beta$  выражаются через приведенные параметры Ламе:

$$\gamma = \frac{\lambda + \mu}{\mu(3\lambda + 2\mu)}, \beta = \frac{1}{2\mu}, \quad (5)$$

$s$  – длина дуги контура  $L$  балки, обходимого из фиксированной начальной точки до текущей точки контура против часовой стрелки;  $n(s)$  – внешняя нормаль к контуру в точке  $s$ ;  $q_1(s), q_2(s)$  – горизонтальная и вертикальная проекция внешнего усилия в точке  $s$  контура;  $\nabla^2$  – оператор Лапласа.

Нижние индексы  $u$  величин  $x, y, F, \beta$  обозначают соответствующие частные производные.

Решение данной краевой задачи проводится методом возмущений [13]. Для этого представляем заданные  $\beta$  и  $\gamma$  в виде:

$$\begin{aligned} \beta &= \beta_0[1 + \beta^*(x, y)], \\ \gamma &= \gamma_0[1 + \gamma^*(x, y)], \end{aligned} \quad (6)$$

$$\nabla^2 \nabla^2 F_k = \frac{\beta_0}{\gamma_0} \left( \beta_{xx}^* \frac{\partial^2 F_{k-1}}{\partial y^2} - 2\beta_{xy}^* \frac{\partial^2 F_{k-1}}{\partial x \partial y} + \beta_{yy}^* \frac{\partial^2 F_{k-1}}{\partial x^2} \right) - \nabla^2 (\gamma^* \nabla^2 F_{k-1}) \quad (10)$$

с нулевыми граничными условиями.

Найдя  $F_k, k=0,1,2,\dots$ , окончательное решение получим, полагая в (8)  $\chi=1$ . При расчетах ограничимся нахождением  $F_k$  лишь при нескольких  $k=0,1,2,\dots,p$ , полагаясь на быструю сходимость ряда (8).

Применение *метода возмущений* позволило нам при переходе от уравнения (2) к системе (9), (10) исключить из дифференциального оператора левой части функцию  $\gamma(x, y)$  и, следовательно, *вид* оператора перестал зависеть от значений координат.

Польза от такого преобразования становится очевидной, если учесть, что прямую задачу предполагалось решать методом конечных разностей [14]. Следует отметить, что метод конечных разностей применим и к исходной задаче (2), (3). Однако, как известно из теории разностных схем [15], система линейных уравнений разностной краевой задачи, аппроксимирующей исходную дифференциальную задачу с оператором левой части, зависящим от координат, бу-

где  $\beta_0, \gamma_0$  – средние по внутренней области значения  $\beta, \gamma$ . Вводя в (6) параметр  $\chi$ :

$$\begin{aligned} \beta &= \beta_0[1 + \chi\beta^*(x, y)], \\ \gamma &= \gamma_0[1 + \chi\gamma^*(x, y)], \end{aligned} \quad (7)$$

будем искать решение в виде ряда по параметру  $\chi$ :

$$F = \sum_{k=0}^{\infty} \chi^k F_k. \quad (8)$$

Подставляя (7) в (2), имеем для  $F_0$  задачу:

$$\nabla^2 \nabla^2 F_0 = 0 \quad (9)$$

с краевыми условиями (3), а для  $F_k, k=1,2,\dots$  рекуррентную последовательность задач:

дет обусловлена тем хуже, чем больше отношение максимального элемента матрицы этой системы к минимальному.

Последнее отношение определялось в задаче (2), (3) функцией  $\gamma$ , которая является объектом варьирования при оптимизации и, следовательно, достаточно произвольна. В полученных задачах (9), (10) проблем с плохой обусловленностью системы разностных уравнений не возникает.

*Оптимальное проектирование.* Сформулируем теперь собственно задачу оптимального проектирования – найти такое распределение плотности армирования  $V(x, y)$ , которое обеспечивает минимальный расход арматуры при выполнении прочностных ограничений при заданных условиях нагружения. Отсутствие универсальных критериев прочности, подходящих с разумной точностью для всех материалов, вынуждает нас задаться конкретным материалом. Будем считать балку-стенку изготовленной из сталефибробетона (бетонной

матрицы, армированной стальными волокнами). Тонкостенные сталефибробетонные элементы считаются перспективными при строительстве, поскольку сравнительно несложно изготавливаются и превосходят по прочности и коррозионностойкости железобетонные элементы, равные им по стоимости [16].

Будем считать, что элемент выходит из строя, если хотя бы в одной внутренней точке параметры напряженного состояния превысят предельно допустимые значения. В качестве этих параметров примем максимальные растягивающее  $\sigma^+_{\max}$  и сжимающее  $\sigma^-_{\max}$  напряжения в точке [17]:

$$\begin{aligned}\sigma^+_{\max} &= \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) + \sqrt{\frac{1}{4}(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \tau_{xy}^2}, \\ \sigma^-_{\max} &= \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) - \sqrt{\frac{1}{4}(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \tau_{xy}^2}.\end{aligned}\quad (11)$$

Введем следующие гипотезы.

1. Локальная прочность материала на сжатие не зависит от плотности армирования и равна прочности неармированной бетонной матрицы  $[\sigma]_M$ .

2. Локальная прочность материала на растяжение пропорциональна плотности армирования и равна  $kV$ ,  $k = \text{const}$ .

Принимая во внимание, что модель (1) справедлива в ограниченном диапазоне плотностей армирования, запишем уравнения задачи оптимального проектирования, сводящейся к задаче минимизации функционала  $G$ :

$$G(V) = \iint V(x, y) dx dy, \quad (12)$$

$$G(V) \rightarrow \min_V, \quad (13)$$

$$\sigma^+_{\max}(V) \leq kV, \text{ если } \sigma^+_{\max} > 0, \quad (14)$$

$$\sigma^-_{\max}(V) \geq -[\sigma]_M, \text{ если } \sigma^-_{\max} < 0, \quad (15)$$

$$V \in [V_{\min}, V_{\max}], \quad (16)$$

где величины  $\sigma^+_{\max}$  и  $\sigma^-_{\max}$  вычисляются с помощью (11), (4) по решению прямой задачи (2), (3) для заданного распределения  $V$ .

Данную вариационную задачу с ограничениями сводим к задаче параметрической оптимизации относительно коэффициентов

степенного ряда, приближающего искомое распределение  $V$ , которую решаем при помощи метода Нелдера-Мида [18].

Степенной ряд строится в предположении симметрии распределения  $V$  относительно вертикальной линии, проходящей через центр балки-стенки; в нем удерживаются члены максимальной степени  $S$ . Ограничения-неравенства (14)...(16) учитывались эмпирическим способом, близким к стандартному методу штрафных функций, а именно: при нарушении хотя бы одного из ограничений на текущей итерации метода Нелдера-Мида значение целевой функции выбиралось равным максимальному ее значению среди всех вершин текущего симплекса в пространстве переменных проектирования.

В противном случае, то есть, когда ни одно из ограничений не нарушалось, целевая функция определялась по формуле (12).

Численное моделирование осуществляли с использованием специально разработанной вычислительной программы. Время решения задач оптимизации составляло 6...15 мин на машине класса Pentium II-300MHz / 32Mb RAM.

Анализ результатов вычислительных экспериментов показал, что задача является многоэкстремальной и указанным способом можно найти лишь локальный минимум функции цели.

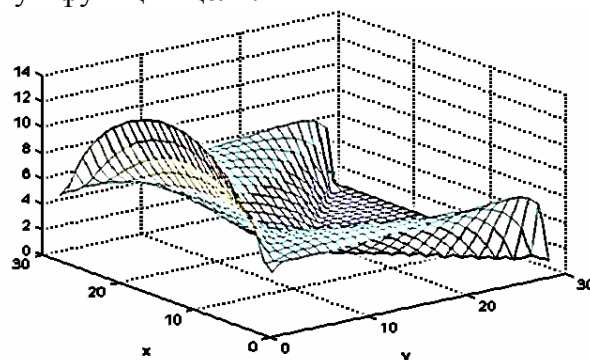


Рис. 2

На рис. 2 показано распределение  $V$ , дающее наибольшее (среди всех использованных начальных приближений) уменьшение целевой функции, равное 38%, по сравнению со случаем однородного армирования, обеспечивающего условия по прочности. По осям  $Ox$  и  $Oy$  отложены номера узлов

разностной сетки, покрывающей балку-стенку; по вертикальной оси – плотность армирования  $V$  в процентах. Как видим, у верхней грани балки ( $y=30$ ), где растягивающие напряжения отсутствуют, плотность армирования равна минимально допустимой. Снизу ( $y=0$ ), в области действия больших растягивающих напряжений,  $V$  достигает максимальной величины 12,4%, что согласуется с интуитивными представлениями о распределениях. В ходе оптимизации активными являлись ограничения по прочности на разрыв (12) и по допустимым значениям плотностей армирования (13).

Расчет проводили при следующих значениях параметров:  $P=10^4$  Н/м;  $\lambda_m=560 \cdot 10^4$  Н/м<sup>2</sup>;  $\mu_m = 370 \cdot 10^4$  Н/м<sup>2</sup>;  $E_a = 10^8$  Н/м<sup>2</sup>;  $V_{\min}=1\%$ ;  $V_{\max}=20\%$ ;  $[\sigma]_M=2$ ;  $k=5 \cdot 10^4$  Н/м<sup>2</sup>;  $n=29$ ;  $S=7$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оптимизация механических систем. Указатель отечественной и зарубежной литературы за 1983-1987 годы. – Львов: Изд-во Львов. научн. библики, 1989.
2. Рейтман М.И., Шапиро Г.С. Методы оптимального проектирования деформируемых тел. Постановки и способы решения задач оптимизации параметров элементов конструкций. – М.: Наука, 1976.
3. Рейтман М.И., Шапиро Г.С. Оптимальное проектирование деформируемых твердых тел // Итоги науки и техники. Механика деформируемого твердого тела. – М.: ВИНТИ, 1978. Т.12. С.5...13.
4. Аннин Б.Д., Каламарков А.Л., Колпаков А.Г., Партон В.Э. Расчет и проектирование композиционных материалов и элементов конструкций. – М.: Наука, 1993.
5. Баничук Н.В., Рикардс Р.Б., Кобелев В.В. Оптимизация элементов конструкций из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 1988.
6. Петров В.В., Овчинников И.Г., Шихов Ю.М. Расчет элементов конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой. – Саратов: Изд-во СГУ, 1987.
7. Овчинников И.И., Мигунов В.Н., Овчинников И.Г. Моделирование кинетики деформирования армированных конструкций в специальных эксплуатационных средах. – Пенза: ПГУАС, 2014.
8. Бубнов С.А., Бубнов А.А., Овчинников И.И. Конечно-элементное моделирование напряженно-деформированного состояния и поврежденности трубчатых элементов конструкций, подвергающихся высокотемпературной водородной коррозии. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015.
9. Овчинников И.Г., Почтман М.Ю. Тонкостенные конструкции в условиях коррозионного износа.

Расчет и оптимизация. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1995.

10. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Занин А.А., Зеленцов Д.Г., Короткая Л.И. Проблема оптимального проектирования нагруженных конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред // Интернет-журнал "НАУКОВЕДЕНИЕ" №4 (2012) <http://naukovedenie.ru/PDF/109ТВН412.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. с.1-21.

11. Филатов Г.В. Оптимизация конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой. – Изд-во: LAP Lambert Academic Publishing, 2014.

12. Батаев Д.К. Повышение водонепроницаемости бетона добавками последующего действия // Мат. конф.: Современные проблемы строительного материаловедения – Ч.1. – Пенза: ПГАСА, 1998. С.6...7.

13. Ломакин В.А. Теория упругости неоднородных тел. – М.: МГУ, 1976.

14. Варвак П.М., Варвак Л.П. Метод сеток в задачах расчета строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1977.

15. Самарский А.А. Введение в численные методы. – М.: Наука, 1987.

16. Терезулов И.Г. Сопротивление материалов и основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа, 1984.

17. Малков В.П., Угодчиков А.Г. Оптимизация упругих систем. – М.: Наука, 1981.

#### REFERENCES

1. Optimizacija mehanicheskikh sistem. Ukazatel' otechestvennoj i zarubezhnoj literatury za 1983-1987 gody. – L'vov: Izd-vo L'vov. nauchn. bibl-ki, 1989.
2. Rejtman M.I., Shapiro G.S. Metody optimal'nogo proektirovanija deformiruemyh tel. Postanovki i sposoby reshenija zadach optimizacii parametrov jelementov konstrukcij. – М.: Nauka, 1976.
3. Rejtman M.I., Shapiro G.S. Optimal'noe proektirovanie deformiruemyh tverdyh tel // Itogi nauki i tehnik. Mehanika deformiruемого tverdogo tela. – М.: VINITI, 1978. Т.12. С.5...13.
4. Annin B.D., Kalamarkov A.L., Kolpakov A.G., Parton V.Je. Raschet i proektirovanie kompozicionnyh materialov i jelementov konstrukcij. – М.: Nauka, 1993.
5. Banichuk N.V., Rikards R.B., Koblelev V.V. Optimizacija jelementov konstrukcij iz kompozicionnyh materialov. – М.: Mashinostroenie, 1988.
6. Petrov V.V., Ovchinnikov I.G., Shihov Ju.M. Raschet jelementov konstrukcij, vzaimodejstvujushhих s agressivnoj sredoj. – Saratov: Izd-vo SGU, 1987.
7. Ovchinnikov I.I., Migunov V.N., Ovchinnikov I.G. Modelirovanie kinetiki deformirovanija armirovannyh konstrukcij v special'nyh jekspluatacionnyh sredah. – Penza: PGUAS, 2014.
8. Bubnov S.A., Bubnov A.A., Ovchinnikov I.I. Konechno-jelementnoe modelirovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija i povrezhdennosti trubchatyh jelementov konstrukcij, podvergaju-shhihsja



высокотемпературной водородной коррозии. – 2-е изд. – М.: Горькая линия – Telekom, 2015.

9. Ovchinnikov I.G., Pochtman M.Ju. Tonkostennye konstrukcii v usloviyah korrozionnogo iznosa. Raschet i optimizacija. – Dnepropetrovsk: Izd-vo DGU, 1995.

10. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Zanin A.A., Zelencov D.G., Korotkaja L.I. Problema optimal'nogo proektirovanija nagruzhennyh konstrukcij, pod-vergajushhihsja vozdejstviyu agressivnyh sred // Internet-zhurnal "NAUKOVEDENIE" №4 (2012) <http://naukovedenie.ru/PDF/109TVN412.pdf> (dostup svobodnyj). Zagl. s jekrana. Jaz. rus., angl.s.1-21.

11. Filatov G.V. Optimizacija konstrukcij, vzaimodejstvujushhih s agressivnoj sredoj. – Izd-vo: LAP Lambert Academic Publishing, 2014.

12. Bataev D.K. Povyszenie vodonepronicajemosti betona dobavkami posledujushhego dejstvija // Mat.

konf.: Sovremennye problemy stroitel'nogo materialovedenija – Ch.1. – Penza: PGASA, 1998. S.6...7.

13. Lomakin V.A. Teorija uprugosti neodnorodnyh tel. – М.: MGU, 1976.

14. Varvak P.M., Varvak L.P. Metod setok v zadachah rascheta stroitel'nyh konstrukcij. – М.: Strojizdat, 1977.

15. Samarskij A.A. Vvedenie v chislennye metody. – М.: Nauka, 1987.

16. Teregulov I.G. Soprotivlenie materialov i osnovy teorii uprugosti i plastichnosti. – М.: Vysshaja shkola, 1984.

17. Malkov V.P., Ugodchikov A.G. Optimizacija uprugih sistem. – М.: Nauka, 1981.

Рекомендована кафедрой строительной механики. Поступила 31.08.17.

УДК 67/68:331.344.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАРЯДКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН В ПОЛЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА

## THE STUDY OF PROCESSES OF CHARGING OF TEXTILE FIBERS IN THE FIELD OF CORONA DISCHARGE

*A.S. АБИШОВА*

*A.S. ABISHOVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: nauka@atu.kz

*В статье рассмотрены процессы зарядки и разрядки текстильного волокна в поле коронного разряда, способствующие повышению качества очистки воздуха рабочей зоны текстильного производства.*

*This article describes the processes of charging and discharging textile fibers in the field of corona discharge, quality improvement, clean air of the working area of textile production.*

**Ключевые слова:** коронный разряд, радиус частицы, зарядка частиц, напряженность поля.

**Keywords:** corona discharge, the radius of the particles, charging particles, field intensity.

Исследования процессов зарядки и разрядки текстильного волокна в поле коронного разряда являются необходимыми в связи с разработкой аппаратов с целью очистки воздуха рабочей зоны текстильных предприятий, что имеет огромное значение, поскольку улучшает условия труда работников, делает их более безопасными и комфортными.

Анализ физической стороны процесса зарядки частиц в поле коронного разряда позволяет нам прийти к некоторым предварительным соображениям, которые в дальнейшем могут существенно облегчить расчеты. С уменьшением радиуса частицы ускоряется спад напряженности кулоновского поля с удалением от частицы. Это положение ведет к тому, что градиент концентрации тем больше, чем меньше радиус частицы, то есть чем крупнее частица, тем меньше градиент и меньше вклад диффузионной составляющей  $D \text{grad}n$  в плотность потока ионов. Следует ожидать, что для крупных частиц и сильных полей основное влияние на процесс зарядки оказывает движение ионов под действием электрического поля (ударная зарядка). В противном случае основную роль играет диффузионный процесс (диффузионная зарядка), а влиянием электрического поля можно пренебречь [1].

Установлено, что для частиц размером  $d > 4 \dots 8$  мкм применима теория Потенье, по которой зарядка частиц определяется движением ионов под действием электрического поля [2]. Частицы диаметром  $d \leq 0,2$  мкм заряжаются главным образом под действием диффузии ионов. Влиянием внешнего электрического поля  $E$  в этом случае можно пренебречь, так как кулоновское поле вблизи поверхности частицы намного превышает величину внешнего поля. Для частиц промежуточного размера  $d = 0,2 \dots 4$  мкм необходимо одновременно учитывать оба механизма зарядки: под действием внешнего электрического поля и диффузионную [3].

Скорость изменения заряда  $dq/dt$  будет равна количеству ионов, попадающих на частицу в единицу времени, умноженному на заряд иона  $e$ , то есть

$$dq/dt = e\Phi, \quad (1)$$

где  $\Phi$  – поток ионов на частицу, или:

$$dq/dt = e \int_S f dS, \quad (2)$$

где  $f$  – вектор плотности потока ионов;  $S$  – поверхность, окружающая частицу, на которой  $f$  имеет отличную от нуля составляющую, направленную к частице. В данный момент времени поток ионов  $\Phi$  на частицу будет постоянным и поэтому интегрирование можно осуществлять по поверхности частицы.

Для вычисления заряда частицы необходимо знать поток ионов к частице  $\Phi$  или его плотность  $f$ . Поток ионов (и его плотность  $f$ ) зависит от времени, так как по мере увеличения заряда частицы поток уменьшается из-за роста отталкивающей ионы кулоновской силы со стороны частицы.

Без учета остальных сил (поляризационных, зеркального отображения иона и т.д.) плотность потока ионов на частицу можно определить силами результирующего электрического поля и диффузии:

$$f = nkE - D \text{grad}n, \quad (3)$$

где  $E$  – напряженность поля на поверхности  $S$ ;  $D$  – коэффициент диффузии;  $n$  – концентрация ионов в точках, принадлежащих поверхности  $S$ ;  $k$  – подвижность ионов.

Выражение (3) дает плотность потока, для вычисления которой нужно знать распределение концентрации  $n$  по поверхности интегрирования в течение всего времени зарядки. Чтобы составить уравнение для вычисления концентрации  $n$ , воспользуемся условием неразрывности плотности тока:

$$\text{div}f = dn/dt, \quad (4)$$

то есть

$$dn/dt = \text{div}f = \text{div}(knE) - \text{div}(D \text{grad}n).$$

Результирующее электрическое поле на поверхности частицы состоит из нормальной слагающей напряженности внешнего поля и кулоновского поля.

Для проводящей частицы ( $\varepsilon \rightarrow \infty$ ), находящейся в воздухе ( $\varepsilon_1 = 1$ ), имеем:

$$E_n = 2|E|\cos\theta, \quad (5)$$

где  $\theta$  – меридиональный угол сферической системы координат для частицы с радиусом  $a$  [4].

Напряженность отталкивающего ионы кулоновского поля на поверхности частицы равна:

$$E_q = -\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a^2}. \quad (6)$$

Как следует из выражения (6), напряженность кулоновского поля частицы спадает у поверхности частицы как  $1/r^2$  и уже при  $r = 2a$  становится примерно в 10 раз слабее, чем на поверхности. Поэтому  $q_{grad} n$  можно считать отличным от нуля лишь на расстоянии  $2a$  от поверхности частицы. Тогда непосредственно у поверхности частицы можно считать  $n=0$ , то есть спад концентрации  $n$  в пределах этих расстояний можно считать линейным. При расстояниях  $r \geq 3a$  следует брать  $n = n_0 = const$ .

С учетом вышеизложенного уравнение зарядки для проводящих сфер будет иметь вид:

$$dq/dt = e \int_s fdS = en_0 k \int_s \left[ 3E \cos\theta - \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a^2} \right] dS. \quad (7)$$

Интегрирование следует производить по той части поверхности частицы, на которой проекция результирующей напряженности поля на внутреннюю нормаль к поверхности частицы положительна, то есть подынтегральная функция в последнем равенстве больше нуля:

$$\left[ 3E \cos\theta - \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a^2} \right] \geq 0. \quad (8)$$

Напряженность притягивающего поля максимальна в той точке поверхности частицы, где направление внешнего поля вертикально к этой поверхности, и минимальна, где оно направлено касательно к

поверхности частицы. Естественно предполагать, что зарядка частицы закончится в тот момент, когда напряженность отталкивающего кулоновского поля станет равной максимальной напряженности притягивающего поля:

$$3E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a^2},$$

то есть заряд частицы в этот момент времени является максимально возможным (предельный заряд) и равен:

$$q_m = 12\pi\varepsilon_0 a^2 E. \quad (9)$$

Для определения изменения заряда во времени необходимо решить (7) с учетом (8). Условие (8) позволяет определить область интегрирования через угол  $\theta$ :

$$1 \geq \cos\theta \geq \frac{q(t)}{12\pi\varepsilon_0 a^2 E} = \frac{q(t)}{q_m}. \quad (10)$$

Интеграл выражения (7) легко берется в сферических координатах, где  $dS = a^2 \sin\theta \cdot d\theta d\varphi$ , тогда получим:

$$\frac{dq}{dt} = \frac{enk\pi}{4\pi\varepsilon_0 q_m} [q(t) - q_m]^2. \quad (11)$$

$$q(t) = 12\pi\varepsilon_0 E a^2 \frac{\pi enkt}{4\pi\varepsilon_0 + \pi enkt}. \quad (12)$$

Это выражение определяет кинетику зарядки сферической проводящей частицы в поле коронного разряда. Впервые в таком виде было получено М. Потенье и носит его имя.

Таким образом, расчеты, выполненные в соответствии с выражением (8), дают полное представление о скорости зарядки частиц в поле коронного разряда. Если для концентрации ионов принять типичное для полей коронного разряда со средней напряженностью, порядка 3 кВ/см значение  $n_0 = 10^8$  ион/см<sup>3</sup>, то для частиц размером порядка 1 мкм за время  $t$ , равное  $10^{-3}, 10^{-2}$  и  $10^{-1}$ с, получаем заряд частицы, равный со-

ответственно 8, 45 и 90% своего предельного значения.

## ВЫВОДЫ

Исследована физическая сторона процесса зарядки частиц в поле коронного разряда для разработки аппаратов с целью очистки воздуха рабочей зоны текстильных предприятий. На основе этого получено уравнение зарядки сферической проводящей частицы, которое дает полное представление о скорости зарядки частиц в поле коронного разряда.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рубашов И.Б., Бортников Ю.С. Электрогазодинамика. – М., 1971. С.139...153.
2. Ниппель М.Г. О зарядке и разрядке аэрозольных частиц в сильных электрических полях // Учен. Зап. Тартуского гос. ун-та. – 1984. С.25...30.
3. Верещагин И.П., Макальский Л.М., Мирзабеян Г.З. Электрические процессы при получении

заряженного аэрозоля // Тр. Московск. энерг. ин-та. – 1981. Вып.510. С.104...112.

4. Абишова А.С. Исследование процессов распространения токсичных компонентов пыли и разработка метода озонной очистки воздуха: Дис.... канд. техн. наук. – Алматы, 2009.

## REFERENCES

1. Rubashov I.B., Bortnikov Ju.S. Jelektrogazodinamika. – M., 1971. S.139...153.
2. Nippel' M.G. O zarjadke i razrjadke ajerozol'nyh chastic v sil'nyh jelektricheskikh poljah // Uchen. Zap. Tartuskogo gos. un-ta. – 1984. S.25...30.
3. Vereshhagin I.P., Makal'skij L.M., Mirzabekjan G.Z. Jelektricheskie processy pri poluchenii zarjazhenogo ajerozol'ja // Tr. Moskovsk. jenerg. in-ta. – 1981. Vyp.510. S.104...112.
4. Abishova A.S. Issledovanie processov rasprostraneniya toksichnyh komponentov pyli i razrabotka metoda ozonnoj ochistki vozduha: Dis.... kand. tehn. nauk. – Almaty, 2009.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 21.09.17.

UDK 687.174:665.71

## INVESTIGATION OF OIL FILTRATION INTENSITY THROUGH OIL CLOTHING MATERIALS

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ НЕФТИ ЧЕРЕЗ ТКАНЕВЫЙ МАТЕРИАЛ

G.A. GANIYEVA, M. KANDIDAT, M. BAIMAKHANOVA, ZH. USENBEKOV  
Г.А. ГАНИЕВА, М. КАНДИДАТ, М.Б. БАЙМАХАНОВА, Ж. УСЕНБЕКОВ

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: gaziza\_ganieva@mail.ru; k\_mika\_14\_10@mail.ru;  
moldir.baymakhanova@mail.ru; zh.usenbekov@mail.ru

*The study of oil permeability by the method of pouring petroleum products on the fabric and determining the amount of filtered product in time. Determination of the coefficient of oil permeability from the slope of the approximating straight line in the graph. Determination of the coefficients of oil conductivity for clothing packages. The research technique allows you to select a rational package.*

*Тема статьи – исследование нефтепроницаемости методом наливки нефтепродуктов на ткань и определение количества фильтрованного продукта во времени. Авторы решали задачу определения коэффициента нефтепроницаемости по углу наклона аппроксимирующей прямой на гра-*

фики, а также рассчитывали коэффициенты нефтепроницаемости для пакетов одежды. Предлагаемая методика исследования позволяет подобрать рациональный по составу пакет одежды.

**Keywords:** oil product, filtration, clothing package, continuity equation, leakage intensity, oil conductivity coefficient, liquid head, permeameter.

**Ключевые слова:** нефтепродукт, фильтрация, пакет одежды, уравнение неразрывности, интенсивность просачивания, коэффициент нефтепроницаемости, напор жидкости, пермеаметр.

Influence of petroleum products on the properties of clothing to this day is still not sufficiently investigated, requiring the development and development of a methodology for predicting the parameters of a package of materials [1], [2].

Consider a vertical cylindrical transparent tube 4 in which there is a layer of a sample of fabric 2 of thickness  $L$  above which oil product 1 is poured (Fig. 1 – simplified scheme for measuring oil permeability (1 - oil, 2 - tissue sample, 4-tube, 5-vessel, 6 - ruler)).

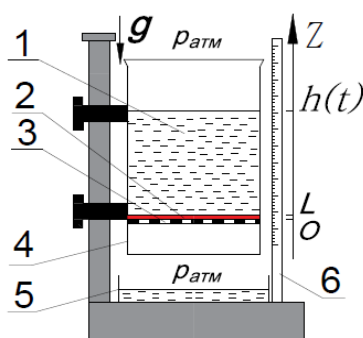


Fig. 1

Under the action of gravity, the fluid seeps through the pores of the tissue and is collected in a vessel 5 below; While the liquid level above the tissue goes down. The tissue layer is kept from below by a horizontal permeable septum (grid) 3, whose resistance to liquid motion can be neglected.

Direct the  $Oz$  axis vertically upward, selecting the origin at the level of the mesh surface held by the fabric. If the coefficient of oil permeability  $C$  is constant, then the filtering velocity vector  $u$  is directed vertically downward, and the pressure  $p$  and the projection  $u$  of the oil permeability velocity on the vertical axis can depend only on the time and the coor-

dinate  $z$ . It follows from the continuity equation that the rate of oil permeability depends only on time. In this case, the Darcy Law will take the form:

$$\frac{dh}{dt} = -C \frac{\partial H}{\partial z}, \quad H = \frac{p}{\rho g} + z.$$

Where after integration over  $z$  we obtain the relation:

$$z \frac{dh}{dt} + f(t) = -C \left( \frac{p}{\rho g} + z \right).$$

Where,  $f(t)$  is the integration constant, depending on the time.

Substitution of the boundary conditions  $z = 0$ ,  $z = L$ ,  $p = p_{atm}$ , in the given problem assuming the form  $p = p_{atm} + g(h-L)$  and obtain the equation:

$$h(t) = h(0) \exp\left(-\frac{C}{L}t\right).$$

Where,  $h(0)$  is the coordinate of the free surface of the liquid at the initial instant of time. The last relation can be rewritten as a linear relationship between the logarithm of the dimensionless coordinate of the surface ( $-\eta$ ) and the time  $t$ :

$$\eta = \frac{C}{L}t, \quad \eta = \frac{h(t)}{h(0)} > 0.$$

Thus, having determined in the experiment the coordinates of the free surface of the oil product for several instants of time, one can find the value of the filtration coefficient  $C$ .

The installation for carrying out the experiment is a vertical transparent tube, in the lower part of which there is a layer of tissue sample

between two fine-meshed meshes (see Fig. 1). The free liquid at the top of the unit seeps through the material and drains into a vessel installed at the bottom of the unit.

Before the beginning of the experiment, we measure the thickness of the material  $L$ . Through the upper end of the pipe, we pour oil into the unit. After the vibration of the free surface has ceased, and the sample of the material is completely filled with liquid - oil, we turn on the stopwatch and simultaneously fix the initial coordinate of the free surface  $h(0)$  on a scale strengthened on the installation. As the free surface descends, its coordinates  $h$  are determined for several instants of time  $t$ .

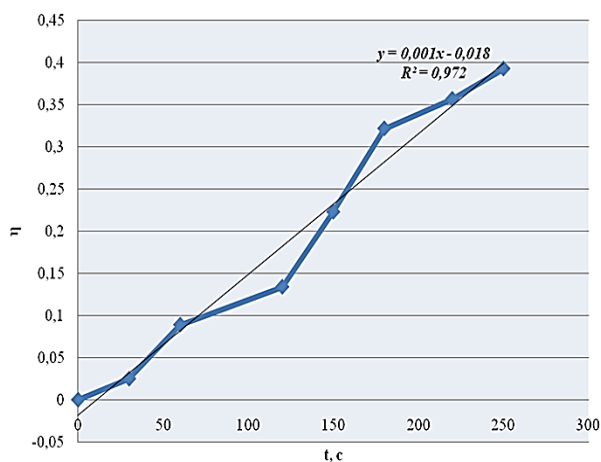


Fig. 2

As an example for a sample (for the fabric "Premier Cotton Rich 230A" article 18450a-M), based on the results of the processed data in Table 1, a graph of the linear dependence of  $\eta$  on  $t$  is constructed (Fig. 2 – graph of the de-

pendence of the dimensionless surface coordinate and time observation).

The coefficient of oil permeability  $C$  is determined from the slope of the approximating straight line in the graph.

The use of this method is associated with long-term experiments, as well as not always applicable for packages of clothing and oil products with high densities and viscosity. For petroleum products with high viscosity, the head from the liquid height is not always sufficient and does not allow to determine the permeability coefficient with sufficient accuracy.

The determination of the oil conductivity for several layers of packages was used by the ApatheK-Dubna device complex, installed in the laboratory of expertise of Saraptau LLP. The device consists of a container for the test liquid that is supplied to the surface of the packets fixed inside the permeameter, a permeability meter.

The tank was filled with crude oil viscosity of 60.8 mm<sup>2</sup> / s. Next, packs of materials consisting of each of the fabric of the top, heater and podkalada are laid in permeamert, after which the upper plate of permeamer is closed .. The results of the experiment are processed by a computer and displayed on the monitor screen.

As a result of experimental studies at the same pressure and test time, the volume of filtered oil products and the permeability coefficients were obtained for different packets of materials. Table 1 (comparative analysis of the coefficient of permeability of materials) shows the results fragment for the material packages.

Table 1

№ t/n	Package	Oil permeability coefficient
1	Premier Standart250 + Synthepon + coarse calico	0,0043
2	Premier comfort 250A + Synthepon + coarse calico	0,0033
3	Premier CottonRich 230+ Synthepol + coarse calico	0,0055
4	FlameFort 210A + Synthepon + coarse calico	0,0035
5	Premier Comfort 250 + Synthepon + coarse calico	0,0041

As can be seen from the results of the experiments given in Table 1, the permeability coefficient of the materials tested is different. Packages of materials No. 2 and No. 4 have the lowest coefficient of oil permeability.

The application of the installation shown in Figure 1 is applicable for individual layers of fabric and does not require large expenditures.

Investigations with the use of crude oil, with the use of a complex ApatheK device, al-

lows for a short period of time to determine the values of the permeability coefficient.

#### REFERENCES

1. *Ganiyeva G.A., Ryskulova B.R.* Metodika opredeleniya neftepronitsayemosti materialov dlya izgotovleniya spetsodezhdy dlya rabochikh neftyanoy otrasli // Tez. dokl. XVI Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Sovremennyye kontseptsii nauchnykh issledovaniy / YESU, M., 24-25 iyulya, 2015. S.46...48.

2. *Ivashchenko I.N.* dissertatsiya ... kandidat tekhnicheskikh nauk: 05.19.04 / Ivashchenko Irina Nikolayevna. - [Mesto zashchity: Tsentr. nauch.-issled. Int shveynoy prom-sti] .- Moskva, 2008.- 199 s. : il. RGB OD, 61 08-5 / 1556.

3. *Braslavskiy V.A.* Kapillyarnyye protsessy v tekstil'nykh materialakh. – M.: Legpromizdat, 1987.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

---

УДК 338.244.4

**КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА, КАК ОСНОВА СТАБИЛЬНОСТИ  
ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

**CRYPTOGRAPHIC PROTECTION AS A BASIS OF STABILITY  
DIGITAL ECONOMY**

*Р.М. АЛОЯН, В.В. ШУТЕНКО, О.И. НИКИТИНА, Л.С. МИЗГИРЕВ*  
*R.M. ALOYAN, V.V. SHUTENKO, O.I. NIKITINA, L.S. MIZGIREV*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: schutenkovv@gmail.com

*В статье рассматривается вариант обеспечения криптографической защиты информации в условиях динамично развивающейся цифровой экономики с применением метода многоалфавитной подстановки шифра Виженера для симметричного шифрования информации с закрытым ключом. Целью исследований является создание шифровальщика Виженера на языке программирования Python для практического использования криптографических методов защиты экономической и финансовой информации.*

*The article considers the option of providing cryptographic protection of information in a dynamically developing digital economy, using the method of multi-alphabetic substitution of Vigenère cipher, for symmetric encryption of information with a private key. The aim of the research is to create a cryptographer Vigenber in the Python programming language for practical use of cryptographic methods of information protection.*

**Ключевые слова:** цифровая экономика, криптография, защита информации, шифрование, метод Виженера, Python.

**Keywords:** digital economy, cryptography, information protection, encryption, Vigenère method, Python.

В целях реализации Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы",

распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р утверждена Программа "Цифровая экономика Российской Федерации", направленная на создание условий для развития общества знаний в Российской Федерации, повышение благосостояния и качества жизни граж-



дан нашей страны путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами.

Гарантия безопасности информационного потока обеспечивается криптографией путем защиты и сохранения тайны переданной информации, реализуемой различными способами: ограничить физический доступ к информационным потокам, скрыть каналы передачи, создать физические трудности подключения к линиям связи и т.д. Криптография обеспечивает целостную недоступность канала передачи для мошенников и гарантирует конфиденциальность и подлинность данных при помощи алгоритмов шифрования, ограничивающих доступность информации для доступа третьих лиц. Система современной криптографической защиты информации реализуется программно-аппаратным комплексом, гарантирующим защиту информации с позиции конфиденциальности, целостности, аутентификации, авторства [1].

В различные времена криптографией занимались Пифагор, Аристотель, Платон, Галилей, Д. Порта, Д. Кардано, Л. да Винчи, Ф. Виет, Д. Валлис, Б. Паскаль, И. Ньютон, Ф. Бекон, Х. Гольбах, Ф. Эпинус, Л. Эйлер, П.Ф. Шиллинг, Ч. Беббидж и другие.

Цель проведенного исследования в создании шифровальщика Виженера путем выбора алфавита для шифрования, языка программирования и написания на нем шифровальщика.

Метод Виженера относят к простейшим методам симметричного шифрования с закрытым ключом. В целях маскировки естественной частотной статистики исходного языка на практике применяется многоалфавитная подстановка, которая бывает нескольких видов. В многоалфавитных подстановках для замены символов исходного текста используется не один, а несколько алфавитов [2]. Обычно алфавиты для за-

мены образованы из символов исходного алфавита, записанных в другом порядке.

Примером многоалфавитной подстановки может служить схема, основанная на использовании таблицы Виженера. Метод был описан французом Блезом Виженером в "Трактате о шифрах", вышедшем в 1585 г.

В созданном в рамках исследования шифровальщике Виженера используется русский алфавит и две цифры: АБВГДЕ-ЁЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭ-ЮЯ12. Дополнительно указанный шифровальщик, обрабатывая весь спектр заданных символов, кроме пробела, автоматически переводит строчные буквы в прописные.

Методы многоалфавитной подстановки, в том числе и метод Виженера, фактически недоступны "ручному" криптоанализу. Для вскрытия методов многоалфавитной замены разработаны специальные, достаточно сложные алгоритмы. Машинные методы обработки позволяют реализовать вскрытие метода многоалфавитной подстановки быстро и оперативно благодаря высокой скорости проводимых операций и расчетов [3].

Поставленная в исследовании задача создания программы шифрования по методу Виженера может быть решена с использованием различных языков программирования. Для реализации выбран сравнительно новый язык программирования Python (пайтон), созданный Гвидо ванн Россумом (Guido van Rossum) в начале 90-х годов 20-го века. Он является интерпретируемым, изначально объектно-ориентированным языком программирования, он прост, содержит небольшое число ключевых слов, вместе с тем очень гибок и выразителен [4]. Это язык более высокого уровня по сравнению с Pascal, C, C++, что достигается, в первую очередь, за счет встроенных высокоуровневых структур данных (списки, словари, тьюплы).

Среди преимуществ языка Python, повлиявших на его выбор [5], выделим:

- открытая разработка;
- простота в изучении, особенно на начальном этапе;

- особенности синтаксиса, формирующие хорошо читаемый код;
- предоставляет средства быстрого прототипирования и динамической семантики;
- имеет большое сообщество, позитивно настроенное по отношению к новичкам;
- множество полезных библиотек и расширений языка можно легко использовать в своих проектах благодаря предельно унифицированному механизму импорта и программным интерфейсам;
- механизмы модульности хорошо продуманы и могут быть легко использованы;
- абсолютно все в Python является объектами в смысле ООП, но при этом объектный подход не навязывается программисту.

Листинг. *Фрагменты кода программы* (ссылка на шифровальщик Виженера: <https://levchcode.github.io/vcipher/>)

```
functionsearchStringInArray (str,
strArray)
{
  for (var j=0; j<strArray.length; j++)
  {
    if (strArray[j].startsWith(str)) return j;
  }
  return -1;
}

//Отвечает за шифрование
functioncipher(){

  //Получаем ключ, текст и алфавит
из текстовых полей
  key = document.getEle-
mentById('key').value.toLocaleUpperCase()
  txt = document.getEle-
mentById('text').value.toLocaleUpperCase()

  var alphabets = []
  var result = ""
  init_alphabet = document.getEle-
mentById('alph').value.toLocaleUpperCase()

  if(init_alphabet === ")
```

```
{
  for (vari = 1040; i< 1072; i++)
  {
    init_alphabet +=
String.fromCharCode(i);
  }
}

alphabets.push(init_alphabet)

// Создаем алфавиты со сдвигом в
соответствии с ключом
for (i = 0; i<key.length; i++) {
  alphabets.push(key[i] +
init_alphabet.split(key[i])[1] + init_alpha-
bet.split(key[i])[0])
}

var aux = ""
for (i = 0; i<txt.length; i = i +
key.length) {
  aux += key;
}

aux = aux.substr(0, txt.length)

//Шифруем
for (i = 0; i<txt.length; i++) {

  varpos = alpha-
bets[0].search(txt[i])
  varline_pos = searchStringI-
nArray(aux[i], alphabets)
  result += alpha-
bets[line_pos].charAt(pos)
}

document.getElementById('r').in-
nerHTML = result
}

//Отвечает за расшифровку
functiondecipher()
{
  //Получаем ключ, текст и алфавит
из текстовых полей
  key = document.getEle-
mentById('key').value.toLocaleUpperCase()
  txt = document.getEle-
mentById('text').value.toLocaleUpperCase()
```

```

var alphabets = []
var init_alphabet = document.getElementById('alph').value.toLocaleUpperCase()
var result = ""

if(init_alphabet === "")
{
    for (vari = 1040; i < 1072; i++)
    {
        init_alphabet +=
String.fromCharCode(i);
    }
}

alphabets.push(init_alphabet)

// Создаем алфавиты со сдвигом в соответствии с ключом
for (i = 0; i < key.length; i++) {
    alphabets.push(key[i] +
init_alphabet.split(key[i])[1] + init_alphabet.split(key[i])[0])
}

var aux = ""
for (i = 0; i < txt.length; i = i +
key.length) {
    aux += key;
}

aux = aux.substr(0, txt.length)

//Расшифровываем
for (i = 0; i < txt.length; i++)
{
    var line_pos = searchStringInArray(aux[i], alphabets)
    var pos = alphabets[line_pos].search(txt[i])
    result += alphabets[0].charAt(pos)
}

document.getElementById('r').innerHTML = result

```

Рассмотрим примеры использования созданной программы шифровальщика Виженера.

1 случай: шифрование. Ключ: ДЕНЬ  
Текст: МОЙДЯДСАМЫХЧЕСТ-  
НЫХПРАВИЛ  
Шифр: РУЧ1АИЙКДСЁОЫЙ-  
ЯЛС1АИФЕПВП

2 случай: дешифрование. Ключ: УТРО  
Шифр: ПЗЯЫ2НЕЗЧ1ЯУ1ХЮЭХЧЮЗ  
Ш  
Текст: ЯПОМНЮЧУДНОЕМГНОВЕ-  
НЬЕ

## ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности использования шифровальщика Виженера как для шифрования, так и для дешифрования информационного потока экономического и финансового содержания простейшим методом симметричного шифрования с закрытым ключом с многоалфавитной подстановкой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Филимонова Н.М., Петрухин А.Б., Капустина Н.В. Управление логистическими факторами риска в процессе организации производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С. 94...97.
2. Алоян Р.М., Шутенко В.В. Разработка информационного сопровождения оценки качества государственных образовательных услуг, предоставляемых вузом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 5. С. 5...10.
3. Алоян Р.М., Татиевский П.Б., Федосеев В.Н. Практика использования информационно-аналитических технологий (ИАТ) для принятия управленческих решений в режиме "On-Line" // Интеграл – М.: ООО НПЦ "Энергоинвест", 2013, № 1-2. С. 56...58.
4. Андреева О.Р., Зайцева И.А., Шутенко В.В. Выбор приоритетных направлений инновационного развития социальной сферы на основе использования метода анализа иерархий // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – Иваново: ИГХТУ, 2013, № 4 (36). С. 16...23.
5. Андреева О.Р., Зайцева И.А., Шутенко В.В. Оценка качества подачи тепловой энергии на основе метода анализа иерархий в программной системе "Mpriority" // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – Иваново: ИГХТУ, 2014, № 1. С. 30...37.

## REFERENCES

1. Alojjan R.M., Filimonova N.M., Petruhin A.B., Kapustina N.V. Upravlenie logisticheskimi faktorami riska v processe organizacii proizvodstva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, № 4. S.94...97.
  2. Alojjan R.M., Shutenko V.V. Razrabotka informacionnogo soprovozhdenija ocenki kachestva gosudarstvennyh obrazovatel'nyh uslug, predostavljajemyh vuzom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 5. S. 5...10.
  3. Alojjan R.M., Tatievskij P.B., Fedoseev V.N. Praktika ispol'zovanija informacionno-analiticheskikh tehnologij (IAT) dlja prinjatija upravlencheskih reshenij v rezhime "On-Line" // Integral – M.: OOO NPC "Jenergoinvest", 2013, № 1-2. S. 56...58.
  4. Andreeva O.R., Zajceva I.A., Shutenko V.V. Vybor prioritnyh napravlenij innovacionnogo razvitija social'noj sfery na osnove ispol'zovanija metoda analiza ierarhij // Sovremennye naukoemkie tehnologii. Regional'noe prilozhenie. – Ivanovo: IGHTU, 2013, № 4 (36). S. 16...23.
  5. Andreeva O.R., Zajceva I.A., Shutenko V.V. Ocenka kachestva podachi teplovoj jenergii na osnove metoda analiza ierarhij v programnoj sisteme "Mpriority" // Sovremennye naukoemkie tehnologii. Regional'noe prilozhenie. – Ivanovo: IGHTU, 2014, № 1. S.30...37.
- Рекомендована кафедрой информационных систем и технологий. Поступила 25.10.17.

УДК 677.01

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТКАНЫХ ГЕОСЕТОК В ПРОЦЕССЕ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### ASSESSMENT OF QUALITY OF WOVEN GEOGRIDS IN THE COURSE OF THEIR FORMATION

*A.A. КУСЕНКОВА, Н.А. КОРОБОВ, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Б.Н. ГУСЕВ, М.А. ЛЫЦОВА*  
*A.A. KUSENKOVA, N.A. KOROBOV, N.A. GRUZINTSEVA, B.N. GUSEV, M.A. LYSOVA*

(Ивановский государственный политехнический университет,  
Ивановский государственный химико-технологический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University,  
Ivanovo State University of Chemical-Technology)  
E-mail: mtsm@ivgpu.com; galina@isuct.ru

*В работе для осуществления оперативного мониторинга процесса ткачества геосеток выявлен и количественно оценен дополнительный технологический параметр, отражающий ненормативный перерасход нитей утка.*

*In work for implementation of expeditious monitoring of process of weaving of geogrids identified and quantified estimated additional technological parameter, which reflects the not normative overrun of the weft thread.*

**Ключевые слова:** процесс ткачества, мониторинг, геосетка, перерасход уточных нитей.

**Keywords:** the process of weaving, monitoring, geogrid, overrun of the weft threads.

В последние годы при строительстве различных объектов широко используются геосинтетические материалы тканой и нетканой структуры [1]. Специфические особенности производства и универсальность геотекстильного полотна позволяют применять его в различных отраслях строительного комплекса, а именно в дорожном и железнодорожном строительстве, в газовой и нефтяной отраслях, при установке гидросооружений, а также при проведении отделочных работ в строительной индустрии [2]. Современные технологии позволяют производить геотекстиль улучшенного качества, однако для этого необходимо постоянно проводить мониторинг в процессе производства геотекстильного полотна с целью выявления нарушений, которые приводят к его дефектам [3].

В качестве объекта исследования выбрана тканая геосетка с размером ячейки  $5 \times 5$  мм, сформированная перевивочным переплетением, где нити основы и утка состоят из стекловолокна. В процессе мониторинга формирования тканого полотна на

станке фирмы Дорнье (ФРГ) с использованием приспособления для оперативного получения изображений поверхности текстильных материалов [4] получено изображение тканой геосетки, при анализе которого выявлен дефект по системе уточных нитей в виде петли и искривления их траекторий. Таким образом, при производстве тканой геосетки возникает перерасход уточных нитей, и данный параметр является ключевым для оценки технического состояния и работоспособности ткацкого станка. Кроме этого для нормирования данного параметра (перерасхода уточной нити) необходимо его включить в список номенклатуры показателей качества соответствующих технических условий на тканую геосетку [5].

Для успешного решения выявленной проблемы необходимо первоначально осуществить задачу, связанную с количественной оценкой указанного параметра. Для этого предложен соответствующий алгоритм, блок-схема которого представлена на рис. 1.

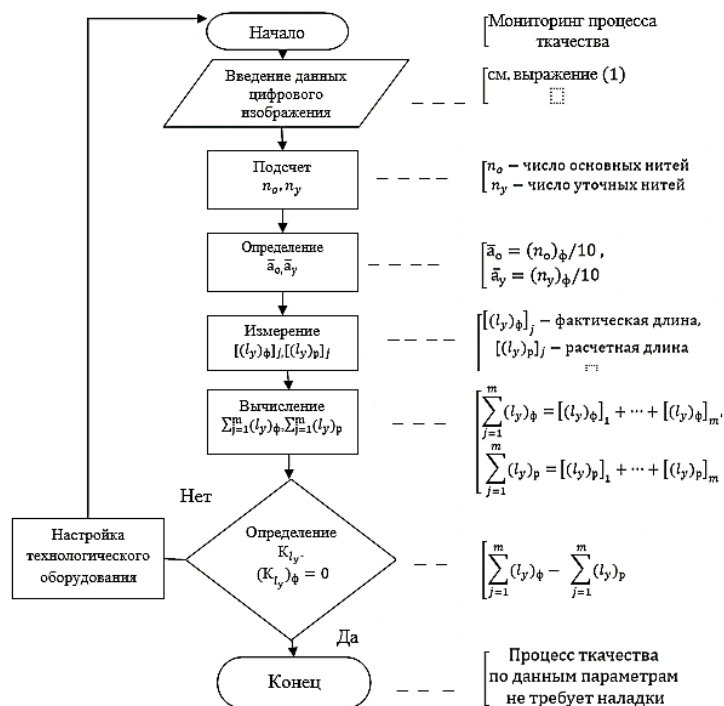


Рис. 1

Техническая реализация предложенного на рис. 1 алгоритма осуществляется

следующим образом. В процессе производства тканой сетки на нее накладывают шаб-

лон с внутренним размером  $10 \times 10$  см и осуществляют с помощью переносного устройства фотографирование участка тканой геосетки и полученного планового изображения. Обработку цифрового изображения начинают с подсчета основных и уточных нитей и с дальнейшим расчетом средней величины межниточных расстояний между нитями основы  $\bar{a}_o$  и нитями утка  $\bar{a}_y$ . По полученным данным формируют расчетную сетку переплетения нитей основы и утка с параметрами, соответствующими средним величинам между нитями основы и утка  $\bar{a}_o \times \bar{a}_y$ . Затем осуществляют измерение длины нитей утка расчетной  $[(\ell_y)_p]_j$  и фактической  $[(\ell_y)_\phi]_j$  сеток, а затем суммарные длины нитей утка  $\sum_{j=1}^m (\ell_y)_p$  расчетной сетки переплетения нитей и суммарной длины нитей утка исследуемого участка сетки  $\sum_{j=1}^m (\ell_y)_\phi$ . В результате определяют перерасход по длине нитей утка на исследуемом участке  $K_{\ell_y}$ . В конечном итоге, если  $(K_{\ell_y})_\phi > 0$ , то процесс отклонился от нормального режима и

в этом случае требуется настройка технологического оборудования (ткацкого станка) во избежание образования ткацких пороков в виде петли и двойника.

Наиболее сложным этапом в определении величины перерасхода уточных нитей является измерение длины искривленных участков уточных (основных) нитей. Один из вариантов компьютерного решения данной проблемы предложен в работе [6] при измерении длины текстильных волокон. Для уточных (основных) нитей измерение их искривленных участков имеет свою специфику. Рассмотрим это более подробно.

Первоначально при анализе данных цифрового изображения исследуемого участка тканой геосетки (рис.1) необходимо разделить данное изображение на изображение нитей основы и утка. Для этого воспользовались методами фильтрации с последующей пороговой бинаризацией. В дальнейшем при анализе изображения нитей утка для каждой нити устанавливается осевая линия по следующей программе:

```
function z=axial_line(zr)
% Выделение осевой линии
rx=im2bw(zr, 254/255);
k=1;
for j=1:size(rx,1)
ky=find(rx(j,:));
if ~isempty(ky), xa(k)=j; ya(k)=mean(ky); k=k+1;end
end
xx=1:size(rx,1); z=round(csaps(xa,ya,1/10^8, xx)).
```

(1)

В дальнейшем осуществляется подсчет пикселей по осевым линиям с последующим их суммированием по каждой нити

утка для получения значения  $[(\ell_y)_\phi]_j$  по программе:

```
function lyf = thread_length(coord)
% lyf - длина уточной нити, пикс.
% coord - координаты нити
% coord.x - вектор с абсциссами
% coord.y - вектор с ординатами
dxs = diff(coord.x).^2;
dys = diff(coord.y).^2;
lyf = sum(sqrt(dxs + dys)).
```

(2)

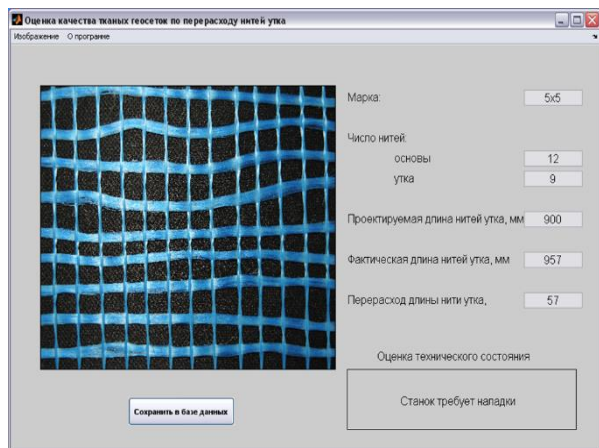


Рис. 2

Для визуализации мониторинга качества процесса формирования тканой геосетки предусмотрено итоговое окно, изображение которого приведено на рис. 2.

## ВЫВОДЫ

Выявлен и количественно оценен технологический параметр (перерасход нитей утка) для осуществления мониторинга процесса ткачества при производстве геосеток, позволяющий своевременно осуществлять нормализацию технического состояния ткацкого станка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федосов С.В., Поспелов П.И., Гойс Т.О., Грузинцева Н.А., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н. Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве // Academia. Архитектура и реставрация. – 2016, №1. С. 101...106.

2. Гойс Т.О., Матрохин А.Ю. Совершенствование системы классификации геосинтетических материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №6. С.37...41.

3. Сокова Г.Г., Исаева М.В., Соков М.А. Автоматизированный расчет технических сеток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №5. С.143...147.

4. Патент №24945428 РФ, МПК G03B 15/10. Проекционное устройство для оперативного получения изображений поверхности текстильных материалов / Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Коробов Н.А., Рыбакова Д.А., Гусев Б.Н.; опубл. 27.09.13, Бюл. №27.

5. ТУ 5952-007-52788109–2006. Сетка стеклянная строительная марки "Крепис".

6. Патент № 2343404 РФ, МПК G01B 11/02. Способ определения длины текстильных волокон по компьютерному изображению / Матрохин А.Ю., Коробов Н.А., Шаломин О.А., Гусев Б.Н.; опубл. 10.01.2009, Бюл. №1.

## REFERENCES

1. Fedosov S.V., Pospelov P.I., Gojs T.O., Gruzinceva N.A., Matrohin A.Ju., Gusev B.N. Problemy ocenki kachestva i standartizacii geosinteticheskikh materialov v dorozhnom stroitel'stve // Academia. Arhitektura i restavracija. – 2016, №1. S.101...106.

2. Gojs T.O., Matrohin A.Ju. Sovershenstvovanie sistemy klassifikacii geosinteticheskikh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №6. S.37...41.

3. Sokova G.G., Isaeva M.V., Sokov M.A. Avtomatizirovannyj raschet tehniceskikh setok // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №5. S.143...147.

4. Patent №24945428 RF, MPK G03B 15/10. Proekcionnoe ustrojstvo dlja operativnogo poluchenija izobrazhenij poverhnosti tekstil'nyh materialov / Shalomin O.A., Matrohin A.Ju., Korobov N.A., Rybakova D.A., Gusev B.N.; opubl. 27.09.13, Bjul. №27.

5. TU 5952-007-52788109–2006. Setka stekljannaja stroitel'naja marki "Krepis".

6. Patent № 2343404 RF, MPK G01B 11/02. Sposob opredelenija dliny tekstil'nyh volokon po komp'yuternomu izobrazheniju / Matrohin A.Ju., Korobov N.A., Shalomin O.A., Gusev B.N.; opubl. 10.01.2009, Bjul. №1.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, метрологии и стандартизации ТИ ИВГПУ. Поступила 19.01.17.

**ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА: НАРУШЕНИЕ ЦЕЛОСТНОСТИ  
И ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ВЗЛОМОМ ПРОСТЕЙШЕГО  
ШИФРОВАНИЯ RSA КВАНТОВЫМ КОМПЬЮТЕРОМ  
НА ПЛАТФОРМЕ IBMQ**

**DIGITAL ECONOMY: VIOLATION OF INTEGRITY  
AND PROTECTION OF INFORMATION BY BROKEN SIMPLE  
RSA WEAKING BY A QUANTUM COMPUTER  
ON THE IBMQ PLATFORM**

*P.M. АЛОЯН, В.В. ШУТЕНКО, Ю.С. АХМАДУЛИНА, Л.С. МИЗГИРЕВ  
R.M. ALOYAN, V.V. SHUTENKO, YU.S. AHMADULINA, L.S. MIZGIREV*

**(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: schutenkovv@gmail.com**

*В статье рассматривается вариант обеспечения целостности и защиты экономической и финансовой информации путем применения алгоритма шифрования RSA, алгоритма Шора для факторизации целых чисел. Целью исследований является разработка программного обеспечения, базирующегося на алгоритме Шора, и его применения для взлома алгоритма шифрования RSA.*

*The article considers the option of ensuring the integrity and protection of economic and financial information by applying the RSA encryption algorithm, the Shore algorithm for the factorization of integers. The aim of the research is to develop software based on the Shore algorithm and its application for hacking the RSA encryption algorithm.*

**Ключевые слова:** цифровая экономика, криптография, защита информации, шифрование RSA, алгоритм Шора.

**Keywords:** digital economy, cryptography, information protection, RSA encryption, Shor algorithm.

В цифровой экономике целостность и защита данных обеспечиваются за счет предотвращения возможности изменения информационного потока в момент выполнения над ним каких-либо финансовых и экономических операций с последующей передачей, хранением и обработкой данных. Фактически это гарантия сохранения данных в первоначально созданном виде.

Угроза нарушения целостности данных наиболее вероятна при попытке злоумышленника изменить номер аккаунта в банковской транзакции, либо при подделке комплекса документов.

Проверка целостности данных в криптографии обеспечивается хеш-функциями, преобразующими последовательность байт произвольного размера в последовательность байт фиксированного размера (число). При изменении информационного потока число, генерируемое хеш-функцией, тоже изменится [1].

Постановка задачи разложения числа на множители обеспечивается в случае подачи на входе составного числа  $N$  в двоичной записи и выдачи на выходе двух чисел  $p$ ,  $q$  при условии, что  $N = pq$ .



Отсутствие полиномиального классического алгоритма решения является мотивацией решения подобной задачи, позволяющей взломать систему шифрования RSA, разрешив одну из основных современных алгоритмических проблем [2]. Лучший из известных классических алгоритмов имеет  $O(2^{\sqrt[3]{n}})$  в качестве оценки времени работы, при этом уже сегодня существует квантовый алгоритм, который решает эту задачу за  $O(n^2)$ .

Задача факторизации произведения двух простых чисел лежит в основе криптографического алгоритма RSA. В данном случае простая операция возведения в степень по модулю  $N$  выступит основой для шифрования. Задача факторизации, необходимая для расшифровки, требует вычисления функции Эйлера от числа  $N$ , зная разложение числа  $N$  на простые множители.

При шифровании RSA открытый и закрытый ключ формируется парой целых чисел. Закрытый ключ сохраняется в секрете, а открытый ключ передается второму участнику, либо публикуется [3].

Генерация ключей в RSA осуществляется следующим образом.

1. Отбираются простые числа  $p$  и  $q$  с условием  $p \neq q$ .

2. Вычисляется модуль  $N = p * q$ .

3. Вычисляется значение функции Эйлера от модуля  $N$ :  $\phi(N) = (p - 1)(q - 1)$ .

4. Выбирается открытая экспонента  $e$ , принадлежащая интервалу  $1 < e < \phi(N)$  и являющаяся взаимно простой со значением функции  $\phi(N)$ .

5. Вычисляется секретная экспонента  $d$ , удовлетворяющая условию  $de \equiv 1 \pmod{\phi(N)}$  и являющаяся мультипликативно обратной к числу  $e$  по модулю  $\phi(N)$ .

Сформируем пару ключей:  $(e, N)$  – открытый ключ;  $(d, N)$  – закрытый ключ.

Указанным алгоритмом зашифруем сообщение "КОТ" путем генерирования пары ключей с последующим шифрованием открытым ключом:

1. Выберем простые числа (небольшие, чтобы упростить вычисления):  $p = 5$  и  $q = 17$ .

2. Вычислим модуль  $N = pq = 5 \cdot 17 = 85$ .

3. Вычислим функцию Эйлера от модуля  $N$ :  $\phi(N) = (p - 1)(q - 1) = 4 \cdot 16 = 64$ .

4. Выберем открытую экспоненту  $e=11$ . Получим открытый ключ –  $(e, N) = (11, 85)$ .

Пусть букве  $K$  соответствует цифра 12,  $O - 16$ ,  $T - 20$ . Следовательно:

$$C1 = 12^{11} \pmod{85} = 23$$

$$C2 = 16^{11} \pmod{85} = 16$$

$$C3 = 20^{11} \pmod{85} = 75$$

$$C("КОТ") = 23, 16, 75$$

Закрытая экспонента не вычислялась, так как задача состояла только в зашифровке сообщения. Для расшифровывания следует вычислить закрытую экспоненту. Поскольку известен только открытый ключ, то невозможно расшифровать сообщение [4].

Данный вариант возможен только с небольшими числами и является тестовым. В реальных системах необходимы большие числа (рис. 1 – число RSA-1024).

```
RSA-1024 = 13506641086599522334960321627880596993888147560566702752448514385152651060
48595338339402871505719094417982072821644715513736804197039641917430464965
89274256239341020864383202110372958725762358509643110564073501508187510676
59462920556368552947521350085287941637732853390610975054433499981115005697
7236890927563
```

Рис. 1

Максимально эффективными для вычислений такого уровня являются современные квантовые компьютеры IBM, позволяющие проверить работу разрабатываемых экспериментальных программ на реальной системе по схеме удаленного доступа через облачные сферы, запущенные корпорацией IBM.

Основной целью исследования является проектирование математической модели алгоритма разложения целого числа на множители. Для достижения цели реализован алгоритм Шора, факторизующий целые числа, путем сведения задачи факторизации к задаче поиска периода функции.

Выполним поиск периода функции  $2^x \pmod{85}$ , выполненный в MSExcel, равный 8 (табл. 1 – нахождение периода функции  $2^x \pmod{85}$ ).

Таблица 1

x	$2^x$	$2^x \text{Mod } 85$
1	2	3
1	2	2
2	4	4
3	8	8
4	16	16
5	32	32
6	64	64
7	128	43
8	256	1
9	512	2
10	1024	4
11	2048	8
12	4096	16
13	8192	32
14	16384	64
15	32768	43
16	65536	1

При известном периоде функции факторизация осуществляется на классическом компьютере при помощи алгоритма Евклида за полиномиальное время. Квантовая часть алгоритма факторизации как раз занимается поиском периода функции. А классическая часть алгоритма сначала специальным образом готовит эту функцию, а потом проверяет найденный квантовой частью период на достаточность для решения задачи [5].

Найдем множители  $N = 85$  с использованием функции " $\text{НОД}(a(T/2) \pm 1; N)$ " в MSExcel (табл. 2).

Таблица 2

N =	85
a =	2

Период, T	M1	M2	Проверка
10	2	1	1
100	4	5	5
110	6	1	1
1000	8	17	85
1010	10	1	1
1100	12	5	5
1110	14	1	1
10000	16	1	85

При условии точного нахождения периода задача считается решенной. В противном случае квантовая часть алгоритма прогоняется повторно, а так как проверка правильности решения для задачи факторизации достаточно несложная (произведение

двух чисел с последующим сравнением с третьим), то допускается не учитывать данный блок алгоритма с точки зрения подсчета сложности.

Исполнение алгоритма:

1. Выбор случайного числа  $a < N$ .
  2. Расчет НОД ( $a, N$ ) при помощи алгоритма Евклида.
  3. В случае, если  $\text{НОД}(a, N) \neq 1$ , то существует нетривиальный делитель числа  $M$ , так что алгоритм завершается.
  4. В противном случае необходимо использовать квантовую подпрограмму поиска периода функции  $f(x) = a^x \text{mod } N$ .
  5. Если найденный период  $T$  нечетный, то вернуться на шаг 1 и выбрать другое число  $a$ .
  6. Если  $a^{(T/2)} \equiv M - 1 \pmod{N}$ , то вернуться на шаг 1 и выбрать другое число  $a$ .
  7. Определить два значения  $\text{НОД}(a^{(T/2)} \pm 1, N)$ , являющиеся нетривиальными делителями числа  $N$ .
- Приведем описание квантовой части алгоритма (рис. 2).

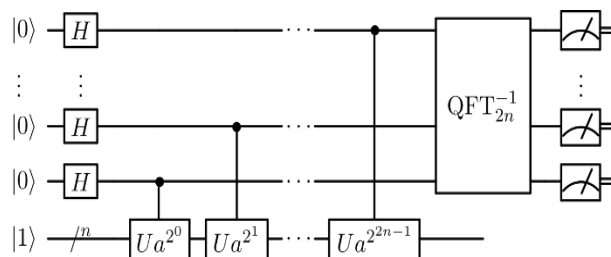


Рис. 2

Вычислительная схема формируется двумя квантовыми регистрами  $X$  и  $Y$ . Первоначально каждый из них состоит из совокупности кубитов в нулевом булевом состоянии  $|0\rangle$ .

В регистре  $X$  размещаются аргументы  $x$  функции  $f(x)$ , а в регистре  $Y$  размещаются значения функции  $f(x)$  с периодом  $T$ , подлежащим вычислению.

Реализация квантового вычисления осуществляется в четыре шага.

На первом шаге с помощью операции Адамара первоначальное состояние  $|0\rangle$  регистра  $X$  переводится в равновероятную суперпозицию всех булевых состояний  $N$ . Второй регистр  $Y$  остается в состоянии  $|0\rangle$ .

$$\frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{x=0}^{N-1} |x, 0\rangle$$

На втором шаге с помощью унитарного преобразования  $U_f$  переводится  $|x, 0\rangle$  в  $|x, f(x)\rangle$ .

$$\frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{x=0}^{N-1} |x, 0\rangle \xrightarrow{U_f} \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{x=0}^{N-1} |x, a^x \bmod N\rangle$$

Над состоянием первого регистра производится квантовое преобразование Фурье.

```
def Oracle():
    qc.cx(qr[2], qr[6])
    qc.cx(qr[3], qr[7])

def findPQ(a, N):
    qc.h(qr[0])
    qc.h(qr[1])
    qc.h(qr[2])
    qc.h(qr[3])

    Oracle()

    qc.h(qr[0])
    qc.cu1(pi/2, qr[0], qr[1])
    qc.h(qr[1])
    qc.cu1(pi/4, qr[0], qr[2])
    qc.cu1(pi/2, qr[1], qr[2])
    qc.h(qr[2])
    qc.cu1(pi/8, qr[0], qr[3])
    qc.cu1(pi/4, qr[1], qr[3])
    qc.cu1(pi/2, qr[2], qr[3])
    qc.h(qr[3])

    qc.measure(qr[0], cr[0])
    qc.measure(qr[1], cr[1])
    qc.measure(qr[2], cr[2])
    qc.measure(qr[3], cr[3])
```

Квантовая часть программы

Выполняется измерение регистра X.

На оставшейся части алгоритма используется классический компьютер.

На рис. 3 представлены фрагменты разработанного кода программы, вычисляющей множители и расшифровывающей сообщение. В результате работы на экран выводятся рассчитанные множители и расшифрованное сообщение.

В этом примере функции decrypt() были переданы следующие аргументы:

Открытый ключ: (11, 85);

Сообщение: "1л?;,x2"

```
result = qp.execute(['Shor'])
res = result.get_counts('Shor')

mult_list = []
for k in res.keys():
    p = int(k, 2)
    print(p)
    if p % 2 == 0:
        k1 = a**(p/2) - 1
        k2 = a**(p/2) + 1
        mult_list.append((gcd(k1, N), gcd(k2, N)))
    else:
        print("Period is odd, skipping")

print("mult_list: {}".format(mult_list))
return mult_list
```

Классическая часть программы

```
...
mult_list: [(5.0, 17.0), (85, 1.0), (1.0, 5.0), (1.0, 5.0)]
The message is: Экзамен
N = N * 1, skipping
N = N * 1, skipping
N = N * 1, skipping
[Finished in 43.5s]
```

Результат работы программы

Рис. 3

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования и выполненные расчеты свидетельствуют, что алгоритм Шора представляет прямую угрозу

для системы шифрования RSA. В настоящее время количество кубитов недостаточно для взлома реальных систем, но с развитием квантовых технологий ситуация вполне может измениться.

1. Алоян Р.М., Филимонова Н.М., Петрухин А.Б., Капустина Н.В. Управление логистическими факторами риска в процессе организации производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С. 94...97.

2. Алоян Р.М., Шутенко В.В. Разработка информационного сопровождения оценки качества государственных образовательных услуг, предоставляемых вузом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 5. С. 5...10.

3. Алоян Р.М., Татиевский П.Б., Федосеев В.Н. Практика использования информационно-аналитических технологий (ИАТ) для принятия управленческих решений в режиме "On-Line" // Интеграл – М.: ООО НПЦ "Энергоинвест", 2013, № 1-2. С. 56...58.

4. Андреева О.Р., Зайцева И.А., Шутенко В.В. Выбор приоритетных направлений инновационного развития социальной сферы на основе использования метода анализа иерархий // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – Иваново: ИГХТУ, 2013, № 4 (36). С. 16...23.

5. Андреева О.Р., Зайцева И.А., Шутенко В.В. Оценка качества подачи тепловой энергии на основе метода анализа иерархий в программной системе "Mpriority" // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – Иваново: ИГХТУ, 2014, № 1. С. 30...37.

1. Alojjan R.M., Filimonova N.M., Petruhin A.B., Kapustina N.V. Upravljenje logisticheskim faktorami riska v processe organizacii proizvodstva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, № 4. S.94...97.

2. Alojjan R.M., Shutenko V.V. Razrabotka informacionnogo soprovozhdenija ocenki kachestva gosudarstvennyh obrazovatel'nyh uslug, predostavljajemyh vuzom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 5. S. 5...10.

3. Alojjan R.M., Tatievskij P.B., Fedoseev V.N. Praktika ispol'zovanija informacionno-analiticheskikh tehnologij (IAT) dlja prinjatija upravlencheskih reshenij v rezhime "On-Line" // Integral – M.: ООО NPC "Jenergoinvest", 2013, № 1-2. S. 56...58.

4. Andreeva O.R., Zajceva I.A., Shutenko V.V. Vybor prioritnyh napravlenij innovacionnogo razvitija social'noj sfery na osnove ispol'zovanija metoda analiza ierarhij // Sovremennye naukoemkie tehnologii. Regional'noe prilozhenie. – Ivanovo: IGHTU, 2013, № 4 (36). S. 16...23.

5. Andreeva O.R., Zajceva I.A., Shutenko V.V. Ocenka kachestva podachi teplovoj jenerгии na osnove metoda analiza ierarhij v programmnoj sisteme "Mpriority" // Sovremennye naukoemkie tehnologii. Regional'noe prilozhenie. – Ivanovo: IGHTU, 2014, № 1. S.30...37.

Рекомендована кафедрой информационных систем и технологий. Поступила 25.10.17.

УДК 677.86.5

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАССЕЙЯНИЯ ЭНЕРГИИ  
ПРИ СЖАТИИ ТКАНИ**

**THEORETICAL ANALYSIS OF ENERGY DISSIPATION  
DURING TISSUE COMPRESSION**

*П.Н. РУДОВСКИЙ, М.С. НЕХОРОШКИНА, С.В. ПАЛОЧКИН*  
*P.N. RUDOVSKY, M.S. NEKHOROSHKINA, S.V. PALOCHKIN*

(Костромской государственной университет,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана)  
(Kostroma State University,  
Moscow State Technical University named after N.E. Bauman)  
E-mail: ksu@ksu.edu.ru; dm-rk-3@yandex.ru

*Рассмотрен процесс сжатия ткани в поперечном направлении под действием жесткого индентора, внедряемого в ткань, расположенную на упругом основании. Показано, что нагрузка воспринимается нитями в местах перекрытия утка и основы. Получены расчетные формулы для определения работы, затрачиваемой на деформирование нитей в перекрытии, и работы сил трения между волокнами в нитях. Предложена методика расчета коэффициента поглощения механической энергии в ткани, находящейся в контакте двух соударяемых тел. Теоретический анализ позволил выделить основные факторы, влияющие на способность ткани поглощать энергию, а значит и предохранять от удара.*

*Considered tissue compression process in the transverse direction under the influence of hard indenter, introduces into the fabric located on an elastic foundation. It is shown that the load seen threads in areas of overlapping warp and weft. The calculating formulas for the determination of the work expended on the deformation of the threads in the ceiling and the work of the forces of friction between the fibers in the threads. The method for calculating the absorption coefficient of the mechanical energy into the tissue in contact of the two colliding bodies. Theoretical analysis allowed to identify the main factors affecting the ability of the fabric to absorb energy and thus be protected from impact.*

**Ключевые слова:** поглощение энергии, ткань, деформация нитей.

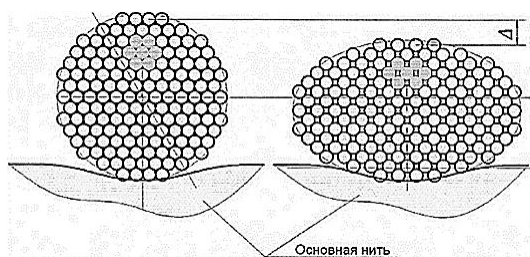
**Keywords:** energy absorption, fabric, yam distortion.

Одним из важных свойств тканей, предназначенных для изготовления средств защиты рук рабочих, является их способность поглощать (демпфировать) энергию удара [1]. В качестве показателя для оценки названного свойства можно использовать коэффициент поглощения:

$$\psi = W/E, \quad (1)$$

где  $W$  – энергия, рассеянная в ткани при ударе;  $E$  – энергия ее максимальной деформации.

В [2], [3] приведен теоретический анализ процесса рассеивания энергии в ткани, расположенной в контакте двух тел, при изменении ее формы. Следует отметить, что затраты энергии на формоизменение явля-



а) б)  
Рис. 1

Действие индентора на одно перекрытие нитей заменяем силой  $F_{i,j}$ , которая представляет собой часть силы  $F$ , действующей со стороны индентора на ткань. Значение силы  $F_{i,j}$  определим по формуле:

$$F_{i,j} = r_0 r_y p_{i,j}, \quad (2)$$

где  $r_0$  и  $r_y$  – расстояния между нитями основы и утка;  $p_{i,j}$  – нормальное давление в контакте перекрытия  $(i,j)$  нитей, значение которого определяется в зависимости от формы индентора [2];  $i$  и  $j$  – номера перекрытия вдоль основы и вдоль утка.

Под действием силы  $F_{i,j}$  нить деформируется. Если считать волокна несжимаемыми, изменение формы нити будет происходить за счет скольжения волокон друг по другу. После деформации сечение нити примет форму эллипса (рис. 1-б). При этом в рассматриваемом перекрытии от дей-

ются только частью затрат энергии на деформацию ткани при ее сжатии. Рассчитаем затраты энергии, связанные с деформацией нити в перекрытиях основных и уточных нитей.

Нить, в первом приближении, представляем в виде пучка волокон, имеющего в сечении круглую форму. Расположение волокон в пучке имеет гексагональную укладку. Для определенности считаем, что рассматриваемая нить является уточной. Снизу эта нить опирается на проходящую перпендикулярно ей нить основы, а сверху на нее воздействует внедряемый в ткань индентор. На рис. 1-а приведено изображение сечения нитей в перекрытии до деформации, а на рис. 1-б – после деформации под действием индентора.

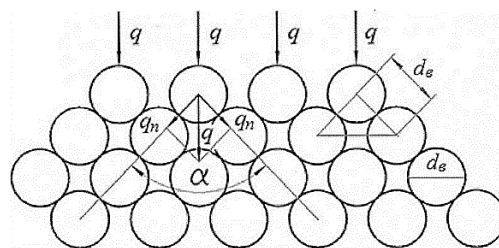


Рис. 2

ствия индентора и натяжения волокна, связанного с круткой нити, возникает распределенная по поверхности нити сила (рис. 2):

$$q = q_1 + q_2, \quad (3)$$

где  $q_1$  – сила, возникающая под действием давления индентора;  $q_2$  – сила, возникающая под действием давления, вызванного круткой нити.

Составляющую  $q_1$  в первом приближении определим, как:

$$q_1 = F_{i,j} / (K_z z), \quad (4)$$

где  $K_z$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения усилия по контуру сечения нити;  $Z$  – число волокон, расположенное по диаметру нити.

Величину  $Z$  рассчитаем по формуле:

$$z = d_n / [d_b \cos(0,5\alpha_0)], \quad (5)$$

где  $\alpha_0 = 60^\circ$  – угол контакта (угол наклона нормали в точке контакта двух соседних волокон к горизонтальной оси симметрии сечения нити) до деформации нити (рис. 1-а);  $d_n$  и  $d_b$  – диаметры нити и волокна, значения которых в зависимости от линейных плотностей  $T_n$  нити и  $T_b$  волокна, а также их объемных весов  $\delta_n$  и  $\delta_b$  рассчитаем по известным формулам:

$$d_n = 0,0358\sqrt{T_n/\delta_n}, \quad (6)$$

$$d_b = 0,0358\sqrt{T_b/\delta_b}.$$

Составляющую  $q_2$ , вызванную круткой, найдем по известной формуле А.П. Минакова:

$$q_2 = 2F_b \sin^2 \varphi / d_n, \quad (7)$$

где  $F_b$  – сила натяжения волокна [4];  $\varphi$  – угол между линией волокна и осью нити (рис. 3 – расположение волокна в нити).

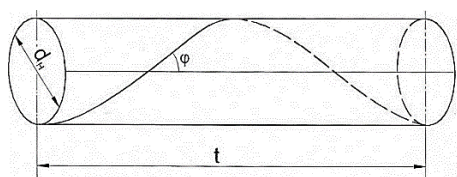


Рис. 3

По определению крутка – это количество кручений на единицу длины. Если рассматривать продукт длиной в один шаг  $t$  крутки, то крутку  $K$  рассчитаем по формуле:

$$K = 1/t. \quad (8)$$

Шаг крутки, как это следует из рис. 3, определим из выражения:

$$\operatorname{tg} \varphi = \pi d_n / t. \quad (9)$$

Выразив  $\sin^2 \varphi$  через  $\operatorname{tg} \varphi$  с учетом (8) и (9), преобразуем (7) к виду:

$$q_2 = \frac{2F_b}{d_n} \frac{\operatorname{tg}^2 \varphi}{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi} = \frac{2F_b \pi^2 K^2 d_n}{1 + \pi^2 K^2 d_n^2}. \quad (10)$$

Для определения фактического давления между волокнами в пряже необходимо

дополнительно учесть ряд трудно прогнозируемых факторов, таких как: распределение волокон по сечению нити, релаксацию натяжения волокон, изменение угла  $\varphi$  при переходе от наружных к внутренним слоям нити. Учитывая связанные с этим трудности и цель моделирования – выявления основных факторов, влияющих на рассеяние энергии в ткани, сила натяжения волокна, входящая в (10), имеет усредненное значение.

Применяя для волокон разработанную ранее математическую модель рассеяния энергии при трении в единичном контакте нитей [5], [6], адекватность которой была подтверждена экспериментально [7...9], можно рассчитать путь скольжения волокна при деформации нити.

Если считать, что при отсутствии деформации нити угол  $\alpha_0 = \pi/3$  (рис. 1-а), то относительное смещение волокон двух контактирующих слоев можно определить по формуле:

$$\Delta_c = d_b \left( \cos \frac{\alpha_0}{2} - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = d_b \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - \cos \frac{\alpha}{2} \right), \quad (11)$$

где  $\alpha$  – угол контакта после деформации нити (рис. 2).

Тогда с учетом (5) деформация нити в поперечном направлении составит:

$$\Delta = z \Delta_c = \frac{d_n}{d_b} \frac{\sqrt{3}}{2} d_b \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = d_n \left( 1 - \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \right). \quad (12)$$

Следует отметить, что деформация нити  $\Delta$  зависит от положения перекрытия на площадке контакта, то есть следует писать  $\Delta_{i,j}$ . Однако для упрощения записи мы опустим индексы и возвратимся к ним при вычислении энергии, поглощаемой при деформации ткани в пределах всего контакта.

Решив (12) относительно  $\alpha$ , получим:

$$\alpha = 2 \arccos \left[ \frac{\sqrt{3}}{2} \left( 1 - \frac{\Delta}{d_n} \right) \right]. \quad (13)$$

Угол дуги скольжения волокна по волокну при деформации нити с учетом (13) составит:

$$\beta = \alpha - \alpha_0 = 2 \arccos \left[ \frac{\sqrt{3}}{2} \left( 1 - \frac{\Delta}{d_n} \right) \right] - \frac{\pi}{3}. \quad (14)$$

Нормальную силу  $q_n$  в контакте двух волокон (рис. 2) определим как:

$$q_n = \frac{0,5q}{[\cos(0,5\alpha)]} = \frac{q}{\sqrt{3}\left(1-\frac{\Delta}{d_H}\right)}. \quad (15)$$

$$W_K = fq_n \frac{d_B}{2} \beta = 0,5 \frac{fq d_B}{\sqrt{3}\left(1-\frac{\Delta}{d_H}\right)} \left\{ \arccos \left[ \frac{\sqrt{3}}{2} \left( 1 - \frac{\Delta}{d_H} \right) \right] - \frac{\pi}{6} \right\}. \quad (16)$$

Полное рассеяние энергии  $W_n$  при деформации нити в одном перекрытии можно определить, умножив значение на число контактов  $W_K$  между волокнами в нити. В работе [10] показано, что отношение числа контактов  $n_K$  к числу волокон  $n_B$  в нити при

$$W_n = n_K W_K = 2,9 \frac{T_H}{T_B} W_K = 0,837 \frac{T_H f q d_B}{T_B \left( 1 - \frac{\Delta}{d_H} \right)} T_H f q d_B \left\{ \arccos \left[ 0,866 \left( 1 - \frac{\Delta}{d_H} \right) \right] - 0,524 \right\}. \quad (17)$$

Учитывая, что параметры  $q$  и  $\Delta$  являются функциями координат, заменяем  $W_n$

$$W_{i,j} = 0,837 \frac{T_H f q_{i,j} d_B}{T_B \left( 1 - \frac{\Delta_{i,j}}{d_H} \right)} \left\{ \arccos \left[ 0,866 \left( 1 - \frac{\Delta_{i,j}}{d_H} \right) \right] - 0,524 \right\}. \quad (18)$$

Подставив (4) с учетом (5) и (10) в (3), получим:

$$q_{i,j} = 0,866 \frac{F_{i,j} d_B}{K_Z d_H} + 2F_B \frac{\pi^2 K^2 d_H}{1 + \pi^2 K^2 d_H^2}. \quad (19)$$

Очевидно, что  $\Delta_{i,j}$  будет пропорциональна текущей осадке в пределах контакта [2], и для индентора, имеющего форму шара, составит:

$$\Delta_{i,j} = K_\Delta R - \sqrt{R^2 - (x_{i,j}^2 + y_{i,j}^2)}, \quad (20)$$

где  $K_\Delta = C/C_{TK}$  – коэффициент относительной жесткости ткани;  $C$  и  $C_{TK}$  – коэффициенты жесткости тела индентора и ткани при поперечном сжатии;  $R$  – радиус индентора;  $x_{i,j}$  и  $y_{i,j}$  – координаты точек перекрытий в пределах площадки контакта.

Для определения полного рассеяния энергии  $W$  на трение при поперечной деформации ткани в контакте двух тел необходимо согласно (18) с учетом (19) и (20)

Используя (14) и (15), рассеяние энергии  $W_K$  в единичном контакте двух волокон, связанное с потерями энергии трения при их относительном проскальзывании, рассчитаем по формуле:

увеличении последней стремится к значению 2,9. Число волокон в пряже можно рассчитать по известной формуле  $n_B = T_H/T_B$ .

С учетом этого и формулы (16) значение  $W_n$  определяется зависимостью:

на  $W_{i,j}$  и приводим (17) к виду:

рассчитать величину  $W_{i,j}$  для каждого перекрытия и просуммировать найденные величины для исследуемой поверхности ткани. Аналогичным образом рассчитав значения энергии упругих деформаций нитей в каждом из перекрытий как

$$W_{i,j} = 0,5 q_{i,j} \Delta_{i,j}, \quad (21)$$

можно, просуммировав их для той же поверхности ткани, найти величину энергии  $E$  ее упругой деформации. Подставив найденные  $W$  и  $E$  в (1), получим искомое значение коэффициента  $\psi$  поглощения ткани.

Анализ формулы (18) показывает, что на величину  $W_{i,j}$ , а следовательно, и  $\psi$ , влияют: параметры материала для получения нитей основы и утка ( $\delta_n, f$ ), структурные параметры нитей ( $T_H$  и  $K$ ), а также волокон ( $\delta_B, T_B$ ). При этом силы  $F_{i,j}$  давления на перекрытия и деформации  $\Delta_{i,j}$  нитей в перекрытиях зависят от координат  $x_{i,j}$  и  $y_{i,j}$  точек перекрытий в пределах площадки контакта.



## ВЫВОДЫ

Для анализа характера влияния этих параметров на величину коэффициента поглощения  $\psi$  была разработана компьютерная программа в среде MATLAB. Результаты выполненных численных расчетов, пример одного из которых дан на рис. 4 (зависимость коэффициента поглощения от плотности ткани по основе при линейной плотности пряжи в основе и утке 50 текс, крутке 570 кр/м и линейной плотности волокна 0,5 текс), показали, что величина  $\psi$  растет с увеличением плотности нити, ее крутки и силы воздействия индентора и уменьшается при росте радиуса шара, линейной плотности волокна, а также плотности ткани по основе и утке.

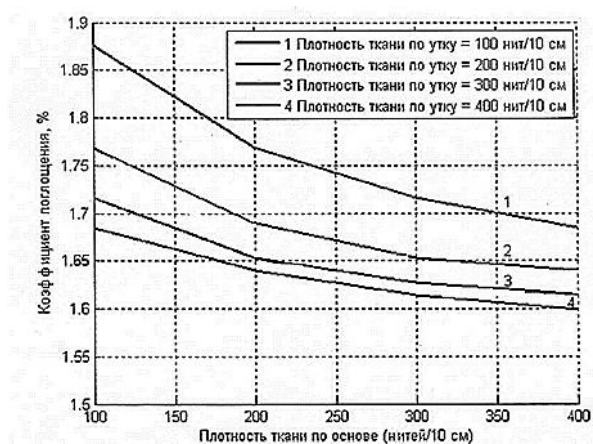


Рис. 4

Сравнение полученных результатов с данными расчетов коэффициентов поглощения энергии при деформации ткани [11], [12] позволило установить, что рассеяние энергии удара при деформациях нитей в перекрытиях ткани на порядок превосходит поглощение энергии, связанное с изменением ее формы.

Следует отметить, что представленные в работе зависимости для расчета коэффициента поглощения получены при существенных упрощающих допущениях, что не позволяет использовать их для прогнозирования свойств тканей без их дальнейшего экспериментального подтверждения. Результаты экспериментальных исследований, проведенных для средств защиты рук в виде рукавиц и перчаток, изложены в [13...15].

1. Получены аналитические зависимости для расчета рассеяния энергии удара при поперечном сжатии ткани от параметров, определяющих ее структуру.

2. Определены основные факторы, влияющие на рост рассеяния энергии в ткани и ее способность защищать от удара, а также характер влияния каждого из них.

3. Установлено, что затраты энергии на деформацию нитей в местах перекрытий на порядок превосходят затраты энергии на изменение формы ткани.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рудовский П.Н., Нехорошикина М.С. Оценка способности тканей защищать от ударов // LAP Lambert, Saarbrucken-Deutschland, 2015.

2. Рудовский П.Н., Букалов Г.К. Расчет потерь энергии на изменение формы ткани, находящейся в контакте двух тел // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 1. С.145...149.

3. Нехорошикина М.С., Рудовский П.Н. Исследование поглощения энергии при изменении формы ткани в процессе внедрения инородного тела // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 1. С. 165...167.

4. Щербаков В.П. Прикладная механика нити. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2001.

5. Рудовский П.Н., Палочкин С.В., Колягин А.Ю., Лабай Н.Ю. Демпфирование колебаний в цилиндрическом теле намотки при изгибе оправки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С. 95...100.

6. Лабай Н.Ю., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Расчет рассеяния энергии колебаний в цилиндрической текстильной паковке с параллельной намоткой нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 4. С.61...65.

7. Колягин А.Ю., Палочкин С.В. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в крутильно-мотальном механизме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2. С. 91...96.

8. Лабай Н.Ю., Палочкин С.В. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в приемно-намоточном механизме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2. С.121...125.

9. Палочкин С.В., Лабай Н.Ю., Рудовский П.Н. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в текстильных паковках с крестовой намоткой нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 3. С. 141...145.

10. Палочкин С.В. Технология формирования и переработки некрученной обвитой льняной ровницы. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2002.

11. Нехорошкина М.С., Рудовский П.Н., Букалов Г.К., Кривошеина Е.В. Обоснование формы индентора при экспериментальном исследовании способности ткани предохранять от удара // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 5. С. 18...22.

12. Нехорошкина М.С., Рудовский П.Н. Методика определения доли энергии удара, поглощенной тканью или пакетом ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 1. С.53...56.

13. Нехорошкина М.С., Рудовский П.Н. Разработка метода оценки сопротивления изгибу конструктивных элементов рабочих рукавиц и перчаток // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2014, № 2 (33). С. 52...54.

14. Рудовский П.Н., Нехорошкина М.С. Разработка комплексного показателя для оценки средств защиты рук от ударов малой интенсивности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 5. С. 35...40.

15. Рудовский П.Н., Нехорошкина М.С., Палочкин С.В. Оценка изгибной жесткости конструктивных элементов средств защиты рук // Дизайн и технологии. – 2015, № 48 (90). С. 64...70.

#### REFERENCES

1. Rudovskij P.N., Nehoroshkina M.S. Ocenka sposobnosti tkanej zashhishhat' ot udarov // LAP Lambert, Saarbrucken-Deutschland, 2015.

2. Rudovskij P.N., Bukalov G.K. Raschet poter' jenerгии na izmenenie formy tkani, nahodjashhejsja v kontakte dvuh tel // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 1. S.145...149.

3. Nehoroshkina M.S., Rudovskij P.N. Issledovanie pogloshhenija jenerгии pri izmenenii formy tkani v processe vnedrenija inorodnogo tela // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 1. S.165...167.

4. Shherbakov V.P. Prikladnaja mehanika niti. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2001.

5. Rudovskij P.N., Palochkin S.V., Koljagin A.Ju., Labaj N.Ju. Dempfirovanie kolebanij v cilindricheskom tele namotki pri izgibe opravki // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 5. S. 95...100.

6. Labaj N.Ju., Rudovskij P.N., Palochkin S.V. Raschet rassejaniya jenerгии kolebanij v cilindricheskoj tekstil'noj pakovke s parallel'noj namotkoj niti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 4. S.61...65.

7. Koljagin A.Ju., Palochkin S.V. Jeksperimental'nye issledovaniya dempfirovanija kolebanij v krutil'no-motal'nom mehanizme // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, №2. S. 91...96.

8. Labaj N.Ju., Palochkin S.V. Jeksperimental'nye issledovaniya dempfirovanija kolebanij v priemno-namotchnom mehanizme // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 2. S.121...125.

9. Palochkin S.V., Labaj N.Ju., Rudovskij P.N. Jeksperimental'nye issledovaniya dempfirovanija kolebanij v tekstil'nyh pakovkah s krestovoj namotkoj niti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S. 141...145.

10. Palochkin S.V. Tehnologija formirovanija i pererabotki nekruchenoj obvitoy l'njanoy rovnicu. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2002.

11. Nehoroshkina M.S., Rudovskij P.N., Bukalov G.K., Krivosheina E.V. Obosnovanie formy indentora pri jeksperimental'nom issledovanii sposobnosti tkani predohranjat' ot udara // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 5. S. 18...22.

12. Nehoroshkina M.S., Rudovskij P.N. Metodika opredelenija doli jenerгии udara, pogloshhennoj tkan'ju ili paketom tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 1. S.53...56.

13. Nehoroshkina M.S., Rudovskij P.N. Razrabotka metoda ocenki soprotivlenija izgibu konstruktivnyh jelementov rabochih rukavic i perchatok // Vestnik Kostromskogo gos. technolog. un-ta. – 2014, № 2 (33). S. 52...54.

14. Rudovskij P.N., Nehoroshkina M.S. Razrabotka kompleksnogo pokazatelja dlja ocenki sredstv zashhity ruk ot udarov maloj intensivnosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 5. S. 35...40.

15. Rudovskij P.N., Nehoroshkina M.S., Palochkin S.V. Ocenka izgibnoj zhestkosti konstruktivnyh jelementov sredstv zashhity ruk // Dizajn i tehnologii. – 2015, № 48 (90). S. 64...70.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин КГУ. Поступила 04.10.17.

## РАСЧЕТ ГИБКОЙ НИТИ ПОСТОЯННОГО ТЯЖЕНИЯ

### CONSTANT STRESS FLEXIBLE CABLE CALCULATION

А.Н. АВЕРИН, С.В. ЕФРЮШИН  
A.N. AVERIN, S.V. EFRYUSHIN

(Воронежский государственный технический университет)  
(Voronezh State Technical University)

E-mail an\_averin@mail.ru; ooo.stroynauka@mail.ru

*Рассматривается задача расчета напряженно-деформированного состояния гибкой нити постоянного тяжения. Используется дискретная расчетная модель нити в виде цепи, состоящей из стержней, соединенных между собой шарнирами. Для плоской расчетной схемы получена разрешающая система двух нелинейных уравнений относительно неизвестных проекций усилия в первом звене цепи. Приведен пример расчета.*

*The problem of constant stress flexible cable deflected mode calculation is under analysis. Design discrete model of the cable as a lashing, consisting of the rods joined together by hinges is used. Resolving system of two nonlinear equations relatively unknown stress projection in the first link was obtained for the flat design scheme. The calculation example is presented.*

**Ключевые слова:** расчетная модель нити, нелинейные уравнения, нить постоянного тяжения.

**Keywords:** design cable model, nonlinear equations, constant stress cable.

В качестве расчетной схемы работы нити пряжи при растяжении используется неполая гибкая нить. В настоящее время в конечно-элементных комплексах расчет гибких нитей выполняется по дискретной схеме, и число разрешающих нелинейных уравнений зависит от числа узлов ансамбля КЭ (для пространственной модели это число равно  $3m$ , где  $m$  – число узлов).

Рассмотрим дискретную модель гибкой нити в виде цепи, состоящей из стержней, соединенных между собой шарнирами (рис. 1 – дискретная модель гибкой нити)

Введем обозначения:  $l_i, EA_i$  – длина и жесткость на растяжение звена цепи с номером  $i$ ;  $X_1, Y_1, Z_1$  – проекции усилия на координатные оси в 1-м звене цепи;

$[x_n, y_n, z_n], [x_k, y_k, z_k]$  – координаты начала и конца нити;  $P_j^x, P_j^y, P_j^z$  – проекции узловой нагрузки.

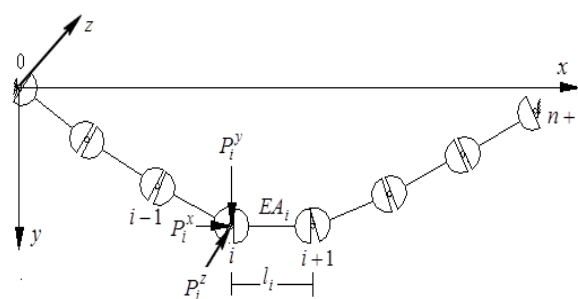


Рис. 1

Уравнения гибкой нити имеют вид [1]:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \ell_i (X_1 - Q_i^x) \left( \frac{1}{\sqrt{(X_1 - Q_i^x)^2 + (Y_1 - Q_i^y)^2 + (Z_1 - Q_i^z)^2}} + \frac{1}{EA_i} \right) &= x_k - x_n, \\ \sum_{i=1}^n \ell_i (Y_1 - Q_i^y) \left( \frac{1}{\sqrt{(X_1 - Q_i^x)^2 + (Y_1 - Q_i^y)^2 + (Z_1 - Q_i^z)^2}} + \frac{1}{EA_i} \right) &= y_k - y_n, \\ \sum_{i=1}^n \ell_i (Z_1 - Q_i^z) \left( \frac{1}{\sqrt{(X_1 - Q_i^x)^2 + (Y_1 - Q_i^y)^2 + (Z_1 - Q_i^z)^2}} + \frac{1}{EA_i} \right) &= z_k - z_n. \end{aligned} \quad (1)$$

В уравнениях (1) введены следующие обозначения:

$$Q_1^x = 0, Q_1^y = 0, Q_1^z = 0; Q_i^x = \sum_{j=1}^{i-1} P_j^x,$$

$$Q_i^y = \sum_{j=1}^{i-1} P_j^y, Q_i^z = \sum_{j=1}^{i-1} P_j^z \quad (i = 2 \dots n).$$

Система трех нелинейных уравнений (1) относительно неизвестных  $X_1, Y_1, Z_1$  – проекций продольной силы в первом звене цепи – является исходной для расчета пространственной гибкой нити. Решение системы (1) выполняется методом Ньютона.

Матрица Якоби системы симметричная, а ее элементы вычисляются по аналитическим формулам.

Таким образом, порядок разрешающих уравнений не зависит от числа звеньев цепи, и напряженно-деформированное состояние нити полностью определяется тремя параметрами:  $X_1, Y_1, Z_1$ .

Ниже представлен алгоритм вычисления усилий и перемещений.

Проекция усилия в звеньях цепи вычисляются по формулам:

$$X_i = X_1 - \sum_{j=1}^{i-1} P_j^x, Y_i = Y_1 - \sum_{j=1}^{i-1} P_j^y, Z_i = Z_1 - \sum_{j=1}^{i-1} P_j^z \quad (i = 2 \dots n).$$

Продольная сила в звеньях цепи и направляющие косинусы элементов опре-

деляются через проекции усилий:

$$N_i = \sqrt{X_i^2 + Y_i^2 + Z_i^2}, \cos(\alpha_i) = \frac{X_i}{N_i}, \cos(\beta_i) = \frac{Y_i}{N_i}, \cos(\gamma_i) = \frac{Z_i}{N_i}.$$

Координаты узлов цепи вычисляются с

учетом деформации ее звеньев:

$$\begin{aligned} x_0 = x_n, y_0 = y_n, z_0 = z_n; x_i = x_{i-1} + \ell_i \cos(\alpha_i) + \frac{\ell_i X_i}{EA_i}, \\ y_i = y_{i-1} + \ell_i \cos(\beta_i) + \frac{\ell_i Y_i}{EA_i}, z_i = z_{i-1} + \ell_i \cos(\gamma_i) + \frac{\ell_i Z_i}{EA_i} \quad (i = 1 \dots n). \end{aligned}$$

Выполнены исследования сходимости решения уравнений (1) к точному решению в зависимости от числа звеньев цепи. Проводили сравнение с известными аналитическими решениями [2]. Установлено, что при числе зве-

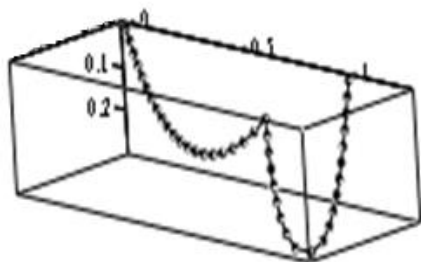
ньев цепи  $n \geq 16$  погрешность по усилиям и перемещениям не превышает 0,5%.

Важно отметить, что при любом значении числа звеньев  $n$  число разрешающих уравнений для пространственной нити

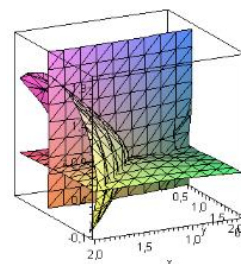
$m = 3$ , для плоской нити  $m = 2$ , а для нити, нагруженной симметричной вертикальной нагрузкой с опорами на одном уровне,  $m=1$ .

Сведение решения задачи к системе трех уравнений позволяет не только выбрать начальное приближение к решению (в результате графического просмотра), но и сделать предположение о единственности

решения системы (1). На рис. 2-а показана гибкая нить, нагруженная пространственной системой сил. На рис. 2-б представлена графическая иллюстрация единственности решения системы трех нелинейных уравнений (использована команда `implicitplot3d` системы компьютерной математики Maple для построения поверхности, заданной неявной функцией).



а)



б)

Рис. 2

Перейдем к построению разрешающих уравнений для расчета нити постоянного тяжения. Термин «постоянное тяжение» используется в практике проектирования конструкций для обозначения крепления опорных нитей. Нить постоянного тяжения представляет собой опорную нить, перекинутую через блок с подвешенным контргрузом  $P$  (рис. 3).

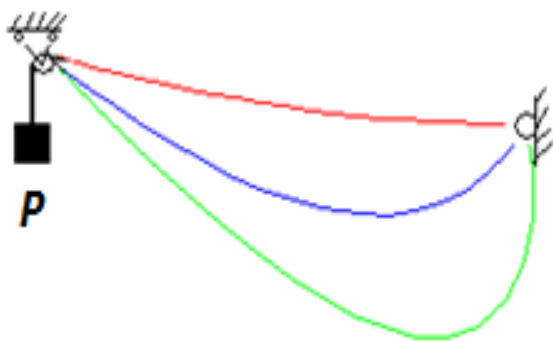


Рис. 3

Применение опорных нитей с заданным усилием в начале нити обеспечивает автоматическое поддержание нитевой системы в проектном положении независимо от температурных колебаний или накопленных остаточных деформаций.

За счет изменения длины заготовки выпускаемой части нити  $L$  обеспечивается постоянное усилие в начале нити (в точке касания с блоком). По длине нити усилие является переменным.

Будем рассматривать плоскую модель нити. Введем обозначения:  $L_0$  – длина заготовки всей нити,  $L$  – длина выпускаемой части нити,  $q$  – погонный вес нити,  $n$  – число звеньев цепи,  $\ell_i = \frac{L}{n}$  – длина звена цепи,  $P$  – вес груза,  $P_0 = qL_0$  – вес нити,  $q(L_0 - L)$  – вес участка нити между блоком и грузом. В узлах цепи приложены вертикальные  $P_j^y$  и горизонтальные  $P_j^x$  силы:

$$Q_1^x = 0, Q_1^y = 0; Q_i^x = \sum_{j=1}^{i-1} P_j^x, Q_i^y = \sum_{j=1}^{i-1} P_j^y \quad (i = 2 \dots n). \quad (2)$$

Продольная сила в первом звене цепи равна:

$$N_1 = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2} = P + q(L_0 - L). \quad (3)$$

С учетом введенных обозначений и соотно-

шения (3) система уравнений (1) примет вид:

$$\frac{L}{n} \left( \sum_{i=1}^n (X_1 - Q_i^x) \left( \frac{1}{\sqrt{(X_1 - Q_i^x)^2 + (Y_1 - Q_i^y)^2}} + \frac{1}{EA_i} \right) \right) = (x_k - x_n),$$

$$\frac{L}{n} \left( \sum_{i=1}^n (Y_1 - Q_i^y) \left( \frac{1}{\sqrt{(X_1 - Q_i^x)^2 + (Y_1 - Q_i^y)^2}} + \frac{1}{EA_i} \right) \right) = (y_k - y_n),$$

$$L = \frac{\hat{P} - \sqrt{X_1^2 + Y_1^2}}{q},$$
(4)

где  $\hat{P} = P + qL_0$  – суммарный вес груза и заготовки нити.

В уравнениях (4) вертикальные узловые силы представляются суммой двух слагае-

мых: силами от собственного веса нити  $\frac{Lq}{n}$

и постоянными силами  $P_j^y$ :

$$Q_1^x = 0, Q_1^y = 0; Q_i^x = \sum_{j=1}^{i-1} P_j^x, Q_i^y = \sum_{j=1}^{i-1} \left( \frac{Lq}{n} j + P_j^y \right), \quad (i = 2..n).$$

Так как  $L$  – длина выпускаемой части нити явно выражается через  $X_1, Y_1$  – проекции усилия в первом звене цепи, то для нити постоянного тяжения разрешающие уравнения представляют собой систему двух нелинейных уравнений.

Отметим, что матрица Якоби системы (4) вычисляется по аналитическим формулам.

В работе [2] для нити постоянного тяжения элементы касательной матрицы жесткости вычислялись с помощью формул численного дифференцирования, а матрица в целом не являлась симметричной даже при действии только сил собственного веса. Отсутствие симметрии объяснялось тем, что не учитывался вес участка каната между блоком и грузом.

*Пример. Исходные данные:* длина заготовки нити  $L_0 = 21$  м; жесткость на растяжение  $EA = 5000$  Н; координаты начала и конца нити  $(0,0), (20,2)$ ; расстояние между точкой касания нитью блока и точкой закрепления  $L_r = 20,099751$  м; погонный вес нити  $q = 0,1$  Н/м; число звеньев цепи  $n = 40$ ; вес груза  $P = 4$  Н; вес нити  $P_0 = 2,1$  Н. Расчет выполнялся на действие сил собственного веса нити ( $P_j^x = 0$ ).

*Результаты расчета:* проекции усилия в первом звене цепи:  $X_1=3,831$  Н,  $Y_1=1,371$  Н; продольная сила в 1-м звене цепи  $N_1 = 4,06944$  Н; длина выпускаемой части нити  $L = 20,306$  м; длина между грузом и блоком  $L_{gb} = 0,694$  м; стрела провеса в середине пролета  $f = 1,493$  м.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в работе для плоской расчетной схемы нити постоянного тяжения получена компактная разрешающая система двух нелинейных уравнений относительно неизвестных проекций усилия в первом звене цепи; приведен пример эффективного решения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Аверин А.Н.* Уравнения гибкой нити // Межвуз. сб. науч. тр.: Современные методы статического и динамического расчета сооружений и конструкций. – Воронеж: ВИСИ, 1992. – Вып. 1. С.117...121.
2. *Меркин Д.Р.* Введение в механику гибкой нити. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980.
3. *Зылев В.Б., Соловьев Г.П., Штейн А.В.* Расчет нитевых систем, содержащих нити постоянного тяжения // Строительная механика и расчет сооружений. – 1985, № 1.

## REFERENCES

1. *Averin A.N.* Uravnenija gibkoj niti // Mezhvuz. sb. nauch. tr.: Sovremennye metody staticheskogo i dinamičeskogo rasčeta sooruzhenij i konstrukcij. – Voronezh: VISI, 1992. – Vyp. 1. S.117...121.
2. *Merkin D.R.* Vvedenie v mehaniku gibkoj niti. – M.: Nauka. Glavnaja redakcija fiziko-matematičeskoy literatury, 1980.
3. *Zylev V.B., Solov'ev G.P., Shtejn A.V.* Raschet nitevyh sistem, soderzhashhih niti postojannogo tjazhenija // Stroitel'naja mehanika i raschet sooruzhenij. – 1985, № 1.

Рекомендована кафедрой строительной механики. Поступила 31.08.17.

УДК 677:624.03:621.577

**ОТОПЛЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ СТРОЕНИЙ И ЦЕХОВ  
КОМПЛЕКСНОЙ ТЕПЛОНАСОСНОЙ СИСТЕМОЙ "ВОЗДУХ – ВОДА"**

**HEATING TEXTILE OF LOW - RISE BUILDINGS AND SHOPS  
OF THE INTEGRATED HEAT PUMP SYSTEM TYPE "AIR-WATER"**

*Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, С.В. ФЕДОСОВ, А.Б. ПЕТРУХИН, Н.В. ВИНОГРАДОВА*  
*R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, S.V. FEDOSOV, A.B. PETRUKHIN, N.V. VINOGRADOVA*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: 4932421318@mail.ru

*В статье рассмотрены действия работы воздушного теплового насоса типа "воздух – вода" при низких температурах с применением комбинированной системы отопления, то есть когда в схему отопления включается дополнительный генератор тепла – электрический котел. В этом случае возрастает коэффициент преобразования, и сохраняется эффективность работы воздушного теплового насоса.*

*The article considers the action of the air heat pump "air – water" at low temperatures with the use of a combined heating system, that is, when the heating circuit turns on additional heat generator electric boiler. In this case increasing the conversion ratio and the efficiency of the air heat pump.*

**Ключевые слова:** воздушный тепловой насос, конденсатор, смешительная камера, испаритель, коэффициент преобразования, рекуператор, электрический котел.

**Keywords:** air source heat pump, condenser, a mixing chamber, evaporator, coefficient of performance, heat exchanger, electric boiler.

Воздушный тепловой насос (ВТН) типа "воздух – вода" трансформирует энергию внешней среды в тепло, обогревающее внутреннее пространство помещения. С помощью этого устройства любой текстильный цех или жилище можно "отапливать" обычным воздухом. Причем воздух не сгорает в топке, а просто отдает свои калории

сложному агрегату – теплому насосу, который системой ВТН транспортирует эту энергию в помещение и отдает ее системе отопления.

Рассмотрим схему работы воздушного теплового насоса (рис. 1).

Низкокалорийный энергоноситель (воздух) кипит хладагент, залитый в цикли-

ческий контур, который соединяет испаритель (улавливатель тепла) с конденсатором (тепловым излучателем).

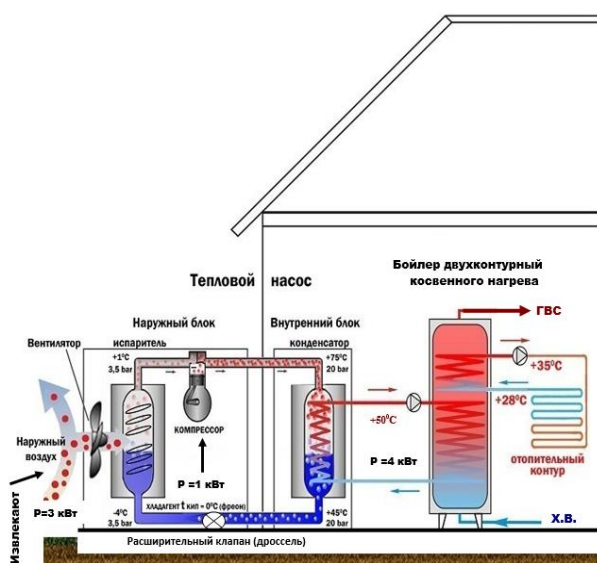


Рис. 1

В конденсаторе пары хладагента переходят в иное агрегатное состояние (жидкость) и отдают энергию отопительной системе.

После этого жидкий хладагент вновь уходит к испарителю, где превращается в пар, и все повторяется сначала.

Иными словами в работе используется все тот же обратный принцип Карно, но главной частью установки является не испаритель, аккумулирующий тепло из окружающего пространства, а конденсатор, отдающий накопленные калории производственному или жилому помещению.

Действие теплового насоса типа "воздух – вода" заключается в цикличности работы установки, которую обеспечивает особый компрессор, который не только прокачивает хладагент по контуру, но и сжимает его, увеличивая тем самым теплоотдачу на конденсаторе. Воздушный тепловой насос оборудован достаточно мощным вентилятором, который обдувает испаритель. В качестве потребителя тепла выступает либо конвектор, разогревающий воздух внутри текстильного цеха или жилого помещения, либо система "теплый пол" или иные радиаторы с большой площадью. А вот со стандартными батареями отопления тепловые

вентиляторы работают не очень эффективно. Причем конвектор с конденсатором монтируют в помещении, а испаритель с вентилятором либо снаружи – на фасаде, либо во внутренней части вытяжной ветви вентиляционной системы.

К достоинствам воздушного теплового насоса можно отнести следующее.

- Во-первых, такой агрегат легко смонтировать, поскольку для первичного контура, замкнутого на испаритель, не нужны ни земляные работы, ни водоемы.

- Во-вторых, воздух есть везде, а земля (в личной собственности) есть только за городом. С искусственными или естественными водоемами проблем еще больше. А воздушные тепловые насосы для отопления можно монтировать даже в городских условиях, не получая разрешения контролирующих инстанций.

- В-третьих, воздушный насос можно объединить с системой вентиляции, что особенно эффективно в текстильных одноэтажных производствах, используя мощности агрегата для повышения эффективности воздухообмена в помещении.

Кроме того, такой насос работает почти бесшумно и легко программируется.

В качестве недостатков отметим:

- эффективность агрегата значительно зависит от температуры окружающего воздуха, поэтому КПД устройства летом выше, чем в зимнее время;

- воздушный тепловой насос без дополнительного источника тепла можно включать лишь при относительно слабых морозах.

Известно [1], [2], что для традиционной системы отопления необходима температура носителя минимум +50°C, тогда как для смешанной системы отопления (радиаторы отопления + "теплый пол") температура носителя достаточна +35...+40°C, тогда COP (коэффициент преобразования) увеличивается, а для системы отопления только "теплый пол" достаточно температуры носителя + 30...+35°C и COP соответственно почти максимальный. Следует обратить внимание на зависимость COP от температуры наружного воздуха, а именно: обыкновенный воздушный тепловой насос



эффективно может работать только при температуре воздуха (на улице) 0...-3°C. С понижением температуры эффективность теплового насоса падает и его применение не представляет интереса (рис. 2 – график зависимости COP от температуры наружного воздуха).

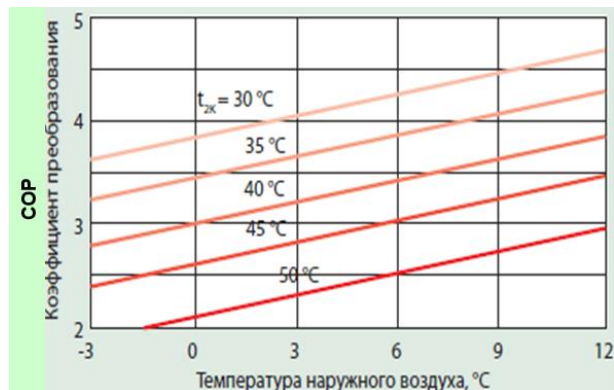


Рис. 2

Чтобы воздушный тепловой насос работал и при низких температурах, применяется комбинированная система отопления, то есть в схему отопления включается дополнительный генератор тепла (например, электрический котел (ЭК) или электротен). В этом случае эффективность работы воздушного теплового насоса сохраняется, но все же не так высока.

Для увеличения эффективности COP теплового насоса при низких температурах мы принимаем следующее решение. В нашем ВТН, разработанном в ИВГПУ, конструктивно совмещаем тепловой насос со смесительной камерой (СМ) воздуха [6].

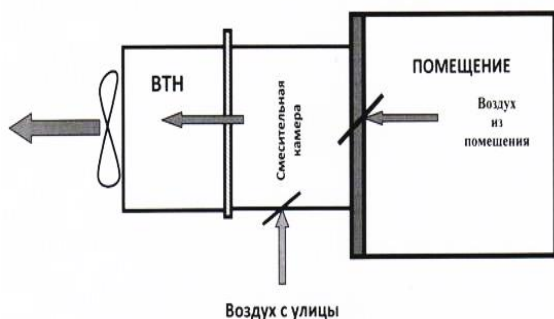


Рис. 3

В этом случае смешанный низкотемпературный воздух с высококалорийным утилизируемым воздухом из помещения дают

желаемую, настроенную электронно или вручную, температуру воздуха +10°C, рассчитанную ранее [1] для условий наружного воздуха (0...-30°C), что вполне достаточно для работы теплового насоса при любых указанных уличных температурах. В этом случае на нагрев замещаемого воздуха в помещении тепловой насос будет расходовать незначительное количество дополнительной энергии (рис. 3 – совместная система ВТН и смесительной камеры).

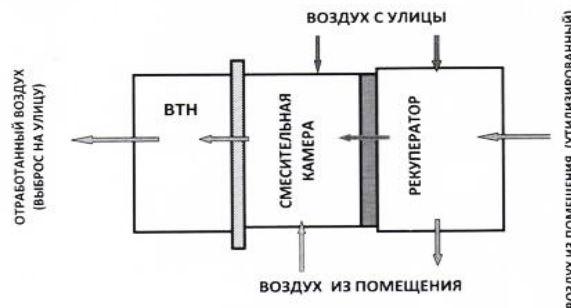


Рис. 4

С целью уменьшения потерь на подогрев замещаемого воздуха применяем рекуператор воздуха (рис. 4 – совместная система ВТН – "смесительная камера – рекуператор"). Подпитка воздуха начинает поступать при понижении температуры в смесительной камере ниже +10...+8°C. В текстильных цехах при наличии существующей рекуперации энергоэффективность системы отопления возрастает.

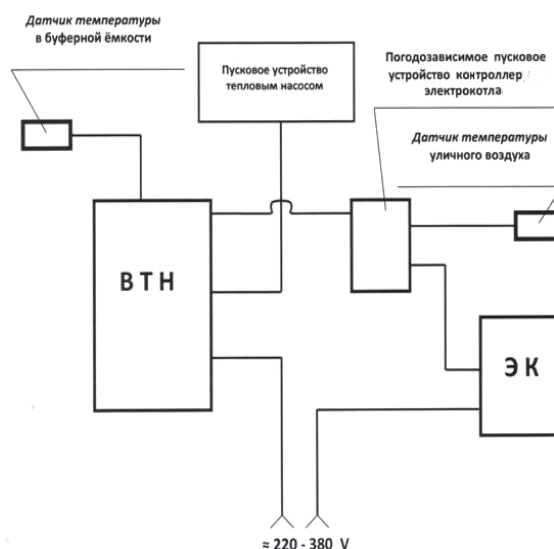


Рис. 5

Для полноценной энергоэффективной работы комбинированной системы отопления с функцией воздушного теплового насоса, электрического котла и микроклимата требуется наличие погодозависимой регулировки мощности (контроллер) электрического котла, которая сопряжена с управлением работой теплового насоса (рис. 5 – структурная схема – погодозависимый контроллер электрокотла).

## ВЫВОДЫ

Энергосберегающее комбинированное отопление, разработанное в ИВГПУ, осуществляемое путем комплексного управления работой ВТН и микроклимата, экономически целесообразно и энергоэффективно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Алоян С.М., Зайцева И.А., Виноградова Н.В. Возможный диапазон работы воздушного теплового насоса в отопительный период // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С. 272...275.

2. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Воронов В.А., Емелин В.А. Теплопотери и теплоприток при совместной работе смесительной камеры и воздушно - теплового насоса в малоэтажных строениях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С. 207...210.

3. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Воронов В.А. Сравнительная эффективность теплоотдачи современных видов отопления в малоэтажных текстильных строениях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 3. С.237...240.

4. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Иродова М.Р., Зайцева И.А. Экономически эффективный воздухообмен в системе теплоснабжения тепловым насосом малоэтажных текстильных помещений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №5. С. 210...214.

5. Воронов В.А., Емелин В.А., Федосеев В.Н., Зайцева И.А. Климатические условия и факторы,

влияющие на производительность воздушного теплового насоса // Сб. научн. тр.: Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений. – Иваново: ИВГПУ, 2015. С. 241...251.

6. Патент РФ 174083. Тепловой насос / Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Емелин В.А., Воронов В.А., Острякова Ю.Е., Свиридов И.А.; заявитель и патентообладатель Ивановск. гос. политехн. ун-т; заявл. 09.01.2017; опубл. 29.09.2017, Бюл. №28.

## REFERENCES

1. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Alojjan S.M., Zajceva I.A., Vinogradova N.V. *Vozmozhnyj diapazon raboty vozdušnogo teplovogo nasosa v otopitel'nyj period* // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2017, № 4. S. 272...275.

2. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Voronov V.A., Emelin V.A. *Teplopoteri i teplopritok pri sovmestnoj rabote smesitel'noj kamery i vozdušno - teplovogo nasosa v malojetazhnyh stroenijah* // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2017, № 4. S. 207...210.

3. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Voronov V.A. *Sravnitel'naja jeffektivnost' teplootdachi sovremennyh vidov otoplenija v malojetazhnyh tekstil'nyh stroenijah.* // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2017, № 3. S.237...240.

4. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Irodova M.R., Zajceva I.A. *Jekonomicheski jeffektivnyj vozduhoobmen v sisteme teplosnabzhenija teplovym nasosom malojetazhnyh tekstil'nyh pomeshhenij* // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2016, №5. S. 210...214.

5. Voronov V.A., Emelin V.A., Fedoseev V.N., Zajceva I.A. *Klimaticheskie uslovija i faktory, vlijajushhie na proizvoditel'nost' vozdušnogo teplovogo nasosa* // *Sb. nauchn. tr.: Teorija i praktika tehničeskikh, organizacionno-tehnologičeskikh i jekonomičeskikh reshenij.* – *Ivanovo: IVGPU, 2015. S. 241...251.*

6. Patent RF 174083. *Teplovoj nasos* / Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Emelin V.A., Voronov V.A., Ostrjakova Ju.E., Sviridov I.A.; *zajavitel' i patentoobladatel' Ivanovsk. gos. politehn. un-t; zajavl. 09.01.2017; opubl. 29.09.2017, Bjul. №28.*

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 27.10.17.

## СОБСТВЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ СЖАТОЙ СТАЛЕБЕТОННОЙ КОЛОННЫ

### OWN VIBRATIONS CONDENSED REINFORCED CONCRETE COLUMNS

Д.Г. КОПАНИЦА, Р.П. МОЙСЕЕНКО, А.С. ПЛЯСКИН  
D.G. KOPANITSA, R.P. MOISEENKO, A.S. PLYASKIN

(Томский государственный архитектурно-строительный университет)  
(Tomsk State University of Architecture and Building)  
E-mail: kopanitsa@mail.ru; dec.sf@tsuab.ru; plyaskinandrei@mail.ru

*Приведены результаты экспериментальных исследований частоты собственных колебаний трубобетонной колонны на действие постепенно увеличивающейся сжимающей нагрузки. Колонна выполнена из стальной торцованной электросварной трубы, заполненной бетоном. Нагрузка увеличивалась поэтапно, с выдержкой 5 мин. На каждом этапе проведены измерения частоты собственных колебаний, возбужденной поперечным ударом колонны. Динамические показатели определяли лазерным виброметром RSV-150. Деформации поверхности стальной оболочки измеряли цифровой оптической измерительной системой Vic-3D. Установлено, что при росте сжимающей силы происходило нелинейное увеличение частоты собственных колебаний колонны и разветвление диаграммы частота – нагрузка из-за отслоения стальной оболочки от бетонного тела.*

*The paper presents the results of an experimental study of a frequency of normal vibrations of a guncrete column under a continually increasing compressing load. The column was made of electric line welded trimmed steel tube, which was filled with concrete. The load was continually increasing with a 5 minute interval. We have performed measurements of the frequency of normal vibration of the column tensed by a lateral impact on each step of the load increase. Dynamic parameters were measured using RSV-150 laser vibrometer. Deformations of the column's surface were measured using a digital optical system VIC-3D. With a growth of a compressing force we observed nonlinear increase of the frequency of normal vibrations of the column. The frequency-load diagram splitted due to the exfoliation of steel shall from a concrete body.*

**Ключевые слова:** трубобетон, стальная труба, сжимающая сила, частота собственных колебаний, деформации, устойчивость.

**Keywords:** guncrete, steel tube, compressing force, frequency of normal vibrations, deformation, stability.

Сталебетонные колонны обладают определенными преимуществами по сравнению с традиционными и способны в равной степени воспринимать нагрузки динамического характера независимо от направления их действия. Периодические воздействия, характерные для ткацкого производства, способны вызвать в колоннах каркаса дополнительные усилия, приводящие к деградации материала. Изучение поведения

сталебетонных колонн на совместное действие статических и динамических нагрузок представляет практический интерес и является предметом, исследований проводимых в ТГАСУ.

Увеличение сжимающей нагрузки приводит к изменению частот собственных колебаний колонн. В статье рассматриваются трубобетонные колонны на действие постепенно увеличивающейся сжимающей силы.

Решается задача определения частот собственных колебаний трубобетонной колонны со стальной оболочкой при увеличении сжимающей силы в диапазоне упругой работы конструкции и разрушения.

Опытные образцы изготовлены длиной 1000 мм и диаметром 102 мм. Стальная обойма сделана из торцованной электросварной прямошовной трубы с токарной обработкой поверхностей и постоянной толщиной стенки 3 мм. Труба заполнялась мелкозернистым тяжелым бетоном с переменной прочностью 20,1 МПа.

Испытания на действие продольной сжимающей силы проведены на гидравлическом прессе UTM-4500 со скоростью сжатия 2 мм/с. Нагрузки задавали поэтапно, с шагом 60 кН. После достижения заданного уровня сжимающей силы производили выдержку в течение 5 минут, затем колонну нагружали до следующего заданного значения. Общий вид испытаний приведен на рис. 1.



Рис. 1

На каждом этапе нагрузки лазерным виброметром RSV-150 измеряли частоты собственных колебаний. Деформации поверхности стальной оболочки фиксировали цифровой оптической измерительной системой Vic-3D.

Действие эксплуатационных статических нагрузок приводит к изменению динамических свойств конструкций и определяющим образом изменяет расчетную схему для динамического анализа. Известные зависимости частоты собственных колебаний стойки от степени сжатия в достаточной мере изучены для упругих конструкций [1], [2]. Увеличение сжимающей силы до появления неупругих деформаций приводит к изменению линейной зависимости собственной частоты от степени сжатия.

Возбуждение поперечных колебаний колонны проводили пружинным ударником. По результатам проведенных экспериментов получены поверхностные деформации и соответствующие каждому этапу нагружения частоты собственных колебаний колонны. Диаграммы продольных и поперечных деформаций соответствовали упругопластической работе образцов с ниспадающей ветвью.

Картины распределения относительных деформаций по поверхности стальной оболочки колонны, полученные по данным Vic-3D, приведены на рис. 2: а – продольные, б – поперечные, в – угловые.

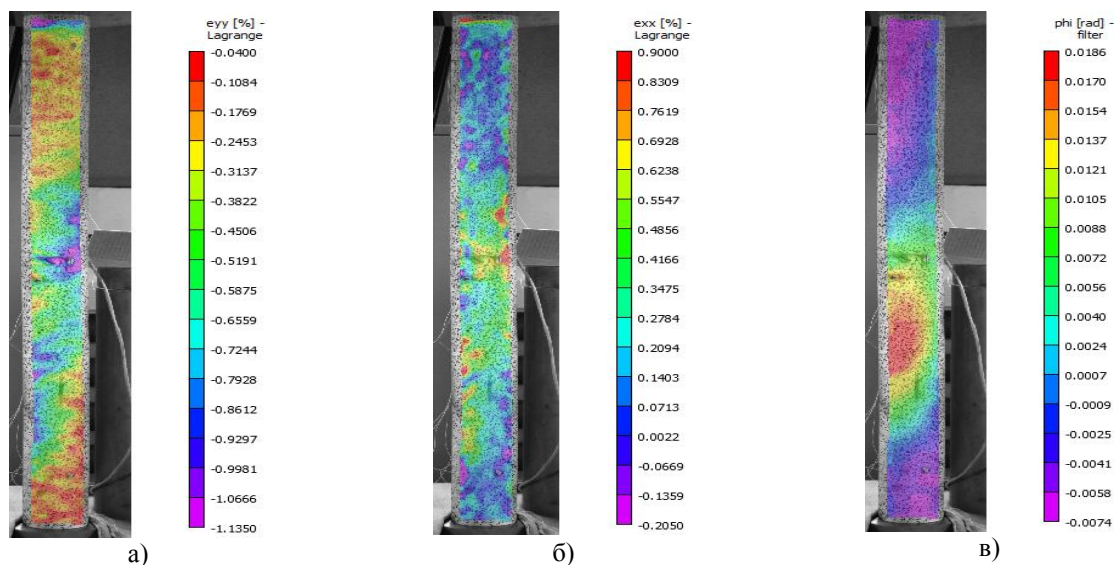


Рис. 2

Анализ деформаций выполнен на основе изменений спекл-структуры в процессе испытания. Картины деформаций на рис. 2 соответствуют достижению критической силы 530,8 кН. Результаты испытаний показали, что с начала нагружения и до момента потери устойчивости происходило перераспределение деформаций и формирование локальных зон, отражающих искривление колонны. Продольные деформации увеличивались от верхнего торца к основанию по гидростатической закономерности. Наибольшие угловые деформации образовались на расстоянии одной трети высоты от основания колонны и имели на порядок меньшие значения по сравнению с продольными и поперечными деформациями.

С увеличением нагрузки происходило формирование областей деформаций, указывающих на потерю устойчивости образца при нагрузке 530,8 кН. Соответствующие 3 D-картины перемещений поверхности сталебетонной колонны при осевом сжатии приведены на рис. 3.

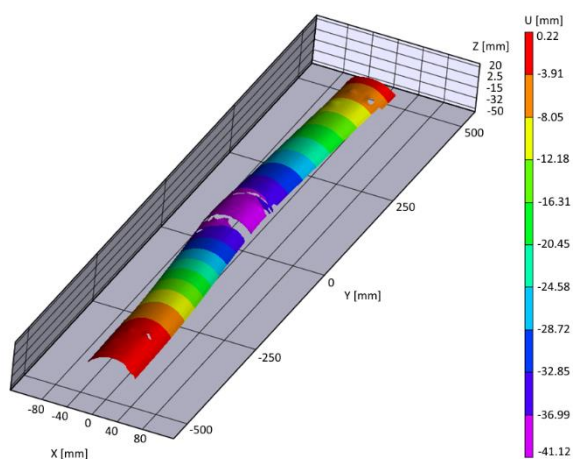
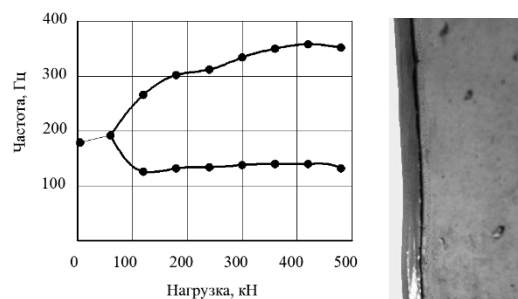


Рис. 3

Диаграмма изменения частоты собственных колебаний сталебетонной колонны в зависимости от величины сжимающей силы приведена на рис. 4-а. При нагрузке 5 кН колонна имела частоту собственных колебаний 179,53 Гц. Увеличение силы до 60 кН привело к росту частоты собственных колебаний до 192 Гц и разветвлению диаграммы, вызванному отделением стальной оболочки от бетонного ядра (рис. 4-б – продольный разрез

колонны после испытаний). Верхняя ветвь диаграммы отражает изменение частот собственных колебаний для стальной оболочки, нижняя ветвь – для бетонного ядра.



а) б)

Рис. 4

## ВЫВОДЫ

Проведенные эксперименты показали нелинейное увеличение частоты собственных колебаний сталебетонной колонны от действия возрастающей сжимающей силы на этапе упругопластических деформаций. Такие же результаты получены на моделях бетонных и железобетонных колонн [3], [4]. Для объяснения причин расхождения данных экспериментов с результатами аналитических и численных расчетов необходимы дальнейшие исследования, направленные на изучение влияния на частоту собственных колебаний колонн условий закрепления и режима приложения нагрузки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хейлин В., Ламменс С., Сас П. Модальный анализ: теория и испытания. – Леувен, 1997.
2. Чудновский В.Г. Методы расчета колебаний и устойчивости стержневых систем. – Киев, 1952.
3. Копаница Д.Г., Капарулин С.Л., Пляскин А.С. Спектральный анализ физического состояния моделей железобетонных колонн, подверженных осевому сжатию // Сб. науч. тр. III Всероссийск., II Междунар. конф. по бетону и железобетону: Бетон и железобетон – взгляд в будущее.: – М.: МГСУ, 2014. Т. 4. С. 176...182.
4. Копаница Д.Г., Капарулин С.Л., Пляскин А.С., Устинов А.М., Каличкина А.С. Взаимосвязь напряженного состояния сжатой колонны и частоты собственных колебаний // Сб. докл. V Всероссийск. науч.-практ. конф.: Инвестиции, строительство и недвижимость как материальный базис модер-

низации и инновационного развития экономики. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. С. 294...300.

#### REFERENCES

1. Hejlin V., Lammens S., Sas P. Modal'nyj analiz: teorija i ispytaniya. – Leuven, 1997.
2. Chudnovskij V.G. Metody rascheta kolebanij i ustojchivosti sterzhnevyyh sistem. – Kiev, 1952.
3. Kopanica D.G., Kaparulin S.L., Pljaskin A.S. Spektral'nyj analiz fizicheskogo sostojaniya modelej zhelezobetonnyh kolonn, podverzhennyh osevomu szhatiju // Sb. nauch. tr. III Vserossijsk., II Mezhdunar. konf. po betonu i zhelezobetonu: Beton i zhelezobeton

– vzgljad v budushhee. – M.: MGSU, 2014. T. 4. S.176...182.

4. Kopanica D.G., Kaparulin S.L., Pljaskin A.S., Ustinov A.M., Kalichkina A.S. Vzaimosvjaz' napryazhennogo sostojaniya szhatoj kolonny i chastoty sobstvennyh kolebanij // Sb. dokl. V Vserossijsk. nauchn.-prakt. konf.: Investicii, stroitel'stvo i nedvizhimost' kak material'nyj bazis modernizacii i innovacionnogo razvitija jekonomiki. – Tomsk: Izd-vo Tom. gos. arhit.-stroit. un-та, 2015. S. 294...300.

Рекомендована кафедрой металлических и деревянных конструкций. Поступила 14.06.17.

УДК 338.4

## ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

### TEXTILE INDUSTRY OF THE VLADIMIR REGION: HISTORY AND PRESENT

С.А. ЕФИМОВА, Ю.А. ДМИТРИЕВ, А.Б. ПЕТРУХИН  
S.A. EFIMOVA, YU.A. DMITRIEV, A.B. PETRUKHIN

(Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,  
Ивановский государственный политехнический университет)  
(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs,  
Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: efimova-svetlana@inbox.ru

*Статья посвящена анализу трансформации текстильного промысла во Владимирской области. Хронологически процесс охватывает период XIX – начала XXI вв., включая в себя историю становления текстильного промысла и производства во Владимирской области, его последующее развитие и современное состояние отрасли.*

*The article is devoted to the analysis of the transformation of textile craft in the Vladimir region. Chronologically the process covers the period of the XIX – beginning of the XXI centuries, including the history of the formation of textile craft and manufacture in the Vladimir region, its subsequent development and the current state of the branch.*

**Ключевые слова:** текстильный промысел, текстильное производство, динамика развития, экономическая история.

**Keywords:** textile craft, textile manufacture, moving forces and trends of development, economic history.

В условиях Нечерноземья, низкой эффективности традиционного сельхозпроизводства Владимирская губерния веками выживала за счет развития отхожих и кустарных промыслов. Один из последних – текстильный – изначально основывался на производстве и обработке льна-долгунца. Затем трудоемкость, проблемы рентабельности, изменения в логистической структуре и т.д. привели в регион бумаготкачество и шелкопрядение. К концу XIX – началу XX вв. текстильная промышленность являлась экономическим базисом Владимирской губернии: более 72% ВВП региона. Сегодня – девятнадцать предприятий, пытающихся выжить. Где логика? Почему в рамках модернизации и поиска точек экономического роста не только не учитывают многовековой региональной экономической специфики, но и способствуют адресному решению проблем [1]? Цель данной статьи проанализировать динамику развития текстильной промышленности во Владимирском регионе. Это обусловило необходимость выделения следующих исследовательских задач:

1) выявить вехи генезиса текстильного промысла;

2) определить ключевые моменты развития текстильной промышленности.

Текстильный промысел на территории Владимирской губернии уходит своими корнями в XVI в. Это время перехода от льняного ткачества, удовлетворявшего нужды индивидуального крестьянского хозяйства, к развитию льняного промысла. В XVII-XVIII вв. крашенный набивной владимирский холст поставлялся на территорию Сибири, Украины и даже экспортировался в Китай. К началу XVIII вв. развитие льняного ткачества стало одним из приоритетных направлений в связи с ведением Северной войны. В 1715 г. Петр I указывал: "...во всех губерниях размножить льняные и пеньковые промыслы, как обыкновенно промышленяют в Пскове и Вязниках" [2].

Во второй половине XVIII в. во всех уездах губернии, кроме Вязниковского и Муромского, льняная промышленность была вытеснена хлопчатобумажной. Развитие последней начиналось с применения тех-

ники набойки холста к импортному миткалю и положило начало ситцепечатанию. Его крупный центр находился в Московском регионе, но Отечественная война 1812 г. внесла свои коррективы и вынужденно сместила производство во Владимирскую губернию. В 1810-е гг. появилось бумаготкачество, с 1840-х гг. – бумагопрядение. Промысел был рентабелен, развивался быстро. Первая бумаготкацкая фабрика в регионе появилась в г. Суздале в 1814 г., а в 1830-е гг. бумаготкачество стало вытеснять более трудоемкое – полотняное. Оно распространилось в Александровский, Переславский, Владимирский и Ковровский уезды. В 1850-х гг. почти все селения Суздальского уезда имели свои бумаготкацкие светелки. В дальнейшем появление механической текстильной промышленности "выдавило" кустарей с этого рынка. Они либо меняли сферу деятельности, либо – сырье. Результатом последнего стало формирование в Киржачском районе Александровского уезда центра шелкоткачества.

Первые крупные фабрики в регионе появились в 1846 г.г. Гусь-Хрустальном и д. Карабаново. Затем были фабрики в г. Собинке – 1853 г. и г. Коврове – 1880 г. [3]. Последние две работают и сейчас. Начало XX в. было ознаменовано вводом в эксплуатацию новых производственных мощностей: две ткацкие фабрики в д. Брызгалово Ковровского уезда (функционируют по сей день), льнопрядильные фабрики в дер. Октябрьская и Паустово Вязниковского уезда (успешно отработали почти век), полотняно-ткацкая и мешочная фабрика в п. Ново-Вязники (функционирует в настоящее время). Активно развивалось и шелкоткачество. В 1913 г. в губернии было пять шелкоткацких и шесть шелкокрутильных фабрик с общим количеством работающих 1293 человека. В Филипповской и Лукьянцевской волостях Александровского уезда насчитывалось свыше восьми тысяч ручных станков.

В 1913 г. на фабриках отрасли работали свыше 19 тысяч человек, вырабатывалось 47, 2 млн. погонных метров ткани. Удельный вес текстильной промышленности во Владимирской губернии составлял 77,4%,

из которых хлопчатобумажная – 58,9%, льняная – 17,2%, шелковая – 1,3% [4]. К началу XX в. 31% тканей, производимых в Российской империи, изготавливали на территории Владимирской губернии.

Новый этап в развитии текстильной промышленности в губернии пришелся на годы реализации новой экономической политики. Восстанавливались старые производственные мощности, создавались новые. В начале 1927 г. в Лакинске была введена в строй первая прядильная фабрика – один из первенцев региональной социалистической индустрии. В 1926-1927 гг. были запущены новые производственные корпуса на фабриках имени К. Маркса и имени Володарского в Ковровском уезде. Было расширено прядильное и отделочное производство Карабановского комбината. Производственные мощности Владимирской ткацкой фабрики "Пионер" пополнились новым ткацким корпусом на 1000 станков. Велось строительство красильно-отделочной фабрики имени газеты "Правда". Высокими темпами восстанавливали и льняную промышленность: производили реконструкцию, электрофикацию, строили подъездные пути. На фабриках имени К. Маркса и имени К. Либкнехта ввели в строй новые производственные корпуса [5]. Результат был. Удельный вес текстильной промышленности в ВВП региона в 1925-1926 гг., то есть после районирования, составил 72,3%, из которых хлопчатобумажная – 51%, льняная – 18,7%, шелковая – 2,2%, прочий текстиль – 0,4% [6].

Темпы роста не сбавляли. Продукция была востребована даже в Италии. Производство было столь крупным и активным, что рабочие поселки вокруг фабрик разрослись до масштабов городов. Карабаново, Лакинск, Красная Горбатка – населенные пункты, обязанные своим существованием именно текстильной промышленности. Однако время внесло свои коррективы. Сегодня текстильный сектор в регионе медленно умирает. Отрицательная динамика (79,8%) вызвана снижением объемов производства тканей льняных на 14,6%, из синтетических и искусственных волокон – 15,8%, хлопчатобумажных – 10,7% вследствие уменьше-

ния спроса на отечественный текстиль при высокой конкуренции со стороны импортных и контрафактных товаров. "На плаву" держатся ОАО "Ткацко-отделочная фабрика "Авангард" (мебельно-декоративные ткани, гобелены, подкладочные и сорочечные ткани, "шотландки", махровые хлопчатобумажные ткани, полотенца), ООО "ТК "Городищенская отделочная фабрика"" (марля медицинская, перевязочные изделия), ООО "ТФ "Медтекс"" (марля медицинская, бинты, салфетки, перевязочные пакеты), ООО "Предприятие нетканых материалов" (нетканые полотна на основе льняных и синтетических волокон), ОАО Холдинговая компания "Владимирский текстиль" (брезент различных артикулов со специальными видами пропиток) [7].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.souzlegprom.ru/ru/press-tsentr/novosti/novosti-kompaniy/619-vo-vladimirskoj-oblasti-nachnut-voztrozhdad-tekstilnyu-promyshlennost.html>
2. *Вознесенский В., Бобров И.* Владимирский край: обзор народного хозяйства Владимирской губернии. – Владимир: Владполиграфтрест, 1928. С.32.
3. *Вознесенский В., Бобров И.* Владимирский край: обзор народного хозяйства Владимирской губернии. – Владимир: Владполиграфтрест, 1928. С.34.
4. *Зенкович А.А.* Очерки социально-экономического развития Владимирского края в XVIII - XX вв. – Владимир: Нива, 2003. С. 52, 54.
5. *Дмитриев Ю.А., Миронов В.Н.* Экономика Владимирского края. – Владимир: Собор, 2013. С. 89.
6. *Вознесенский В., Бобров И.* Владимирский край: обзор народного хозяйства Владимирской губернии. – Владимир: Владполиграфтрест, 1928. С.36.
7. <http://www.avo.ru/region/results>

#### REFERENCES

1. <http://www.souzlegprom.ru/ru/press-tsentr/novosti/novosti-kompaniy/619-vo-vladimirskoj-oblasti-nachnut-voztrozhdad-tekstilnyu-promyshlennost.html>
2. *Voznesenskij V., Bobrov I.* Vladimirskij kraj: obzor narodnogo hozjajstva Vladimirskoj gubernii. – Vladimir: Vladpoligrafrest, 1928. S.32.
3. *Voznesenskij V., Bobrov I.* Vladimirskij kraj: obzor narodnogo hozjajstva Vladimirskoj gubernii. – Vladimir: Vladpoligrafrest, 1928. S.34.
4. *Zenkovich A.A.* Oчерki social'no-jekonomicheskogo razvitija Vladimirskogo kraja v XVIII - XX vv. – Vladimir: Niva, 2003. S. 52, 54.
5. *Dmitriev Ju.A., Mironov V.N.* Jekonomika Vladimirskogo kraja. – Vladimir: Sobor, 2013. S. 89.



6. Voznesenskij V., Bobrov I. Vladimirskij kraj: obzor narodnogo hozjajstva Vladimirskoj gubernii. – Vladimir: Vladpoligrafrest, 1928. S.36.

7. <http://www.avo.ru/region/resultshttp://www.avo.ru/region/results>

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 05.09.17.

УДК 331.1

## РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

## DEVELOPMENT OF HUMAN RESOURCES AS A FACTOR OF INCREASING THE EFFICIENCY OF INDUSTRIAL PRODUCTION

*И.А. ГУНИНА, И.В. ЛОГУНОВА, В.Ю. ПЕСТОВ*  
*I.A. GUNINA, I.V. LOGUNOVA, V.YU. PESTOV*

(Воронежский государственный технический университет)  
(Voronezh State Technical University)  
E-mail: vypestov@mail.ru

*В статье рассмотрены особенности развития человеческих ресурсов как одного из важнейших факторов повышения эффективности промышленного производства. Проведен анализ и выявлены основные существующие проблемы в области развития человеческих ресурсов на промышленных предприятиях Воронежской области. Выделены элементы подсистемы развития человеческих ресурсов, рассмотрены содержание концепций обучения человеческих ресурсов, цели развития и характеристика значимости человеческих ресурсов в соответствии со стадией жизненного цикла организации.*

*In the article features of development of human resources as one of the major factors of increase of efficiency of industrial production are considered. The analysis and identified the main existing problems in the development of human resources at industrial enterprises in the Voronezh region. The elements of the subsystem for the development of human resources are singled out, the content of the concepts of human resource training, the development goals and the characterization of the significance of human resources in accordance with the stage of the life cycle of the organization are examined.*

**Ключевые слова:** человеческие ресурсы, развитие персонала, повышение эффективности, методы обучения, концепция обучения, кадровая стратегия, жизненный цикл.

**Keywords:** human resources, staff development, improving efficiency, teaching methods, concept of training, staffing strategy, life cycle.

Повышение эффективности промышленного производства – задача, от решения которой зависит успех развития России в условиях цифровой экономики. Преодолеть сложившуюся зависимость от экспорта сырьевых ресурсов и импорта готовых высокотехнологичных изделий промышленного назначения и потребительских товаров можно, только наращивая выпуск отечественной высококачественной конкурентоспособной продукции, при этом постоянно повышая эффективность производства. Любое предприятие, вне зависимости от его размеров, профиля, организационно-правовой формы, формы собственности, вынуждено направлять свою деятельность таким образом, чтобы обеспечить повышение эффективности.

Так, согласно "Прогнозу долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года" в рассматриваемой перспективе развитие машиностроения будет характеризоваться опережающими темпами роста по сравнению с развитием промышленного производства в целом [1]. При этом для развития и повышения эффективности промышленного производства необходима реализация целого ряда госпрограмм РФ, в том числе таких как: "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности", "Развитие авиационной промышленности", "Космическая деятельность России", "Развитие судостроения", "Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности" и др.

Таким образом, повышение эффективности промышленного производства является актуальной проблемой современного развития России.

В экономической литературе различные авторы выделяют множество факторов повышения эффективности промышленного производства.

В современном экономическом словаре Б.А. Райзберга под факторами понимаются причины, параметры, показатели, оказывающие влияние, воздействие на экономический процесс и результат этого процесса [2].

Одним из ключевых факторов повышения эффективности промышленного производства является развитие человеческих ресурсов.

Это обусловлено тем, что эффективность функционирования предприятия характеризуется степенью достижения поставленных целей и экономичностью использования ресурсов.

При этом многие авторы сходятся во мнении о том, что человеческие ресурсы являются одними из важнейших на предприятии и эффективное управление ими приобретает первостепенное значение [3...6].

Развитие человеческих ресурсов и кадрового потенциала предприятия служит предпосылкой получения дополнительного результата от производственной деятельности. Этот дополнительный результат является источником эффекта, который может принимать различную форму и оцениваться различными показателями.

Так, эффект от развития человеческих ресурсов может найти свое выражение в виде:

1) увеличения выпуска продукции вследствие роста производительности труда, повышения ее качества, сокращения времени производства (для оценки используются прямые количественные составляющие эффекта);

2) удовлетворенности трудом (эффект также может проявиться в повышении производительности труда, уменьшении потерь от текучести кадров и др.).

Под развитием человеческих ресурсов нами понимается комплекс мероприятий, направленных на повышение профессиональной и управленческой компетентности работников предприятия для более эффективного достижения поставленных целей и задач [7].

Л.И. Лукичева определяет систему развития персонала как целенаправленный комплекс информационных, образовательных, привязанных к конкретным рабочим местам элементов, которые содействуют повышению квалификации работников

данной организации в соответствии с задачами ее развития, потенциалом и склонностями сотрудников [8].

Под системой развития человеческих ресурсов (ЧР) промышленного предприятия, на наш взгляд, следует понимать совокупность подсистем общего линейного руководства, целевых, функциональных и обеспечивающих подсистем, взаимодействие которых способствует наиболее эффективному достижению целей предприятия посредством профессиональной подготовки и управления карьерой сотрудников организации.

Подсистема развития в рамках системы управления ЧР является одной из ключевых функциональных подсистем и включает элементы, представленные на рис. 1.

Проведенный анализ деятельности промышленных предприятий Воронежской области позволил выделить основные существующие проблемы в области развития ЧР (табл. 1).

Разработка и реализация комплексных организационно-экономических мероприя-

тий по устранению указанных проблем позволят промышленным предприятиям повысить эффективность управления человеческими ресурсами, тем самым обеспечить рост эффективности производственно-хозяйственной деятельности за счет вышеуказанных факторов.



Рис. 1

Программа развития человеческих ресурсов должна разрабатываться с учетом реальных возможностей предприятия, так как именно от них зависит выбор форм и методов обучения.

Т а б л и ц а 1

Объекты исследования	Период исследования	Выявленные проблемы в области управления и развития человеческих ресурсов
1. ОАО "Электросигнал" 2. ОАО "Концерн "Созвездие" 3. ПАО "ВАСО" 4. ВМЗ – филиал ФГУП "ГКНПЦ им. М.В. Хруничева" 5. ОАО "Тяжмехпресс" 6. АО "КБХА" 7. ЗАО "Орбита" 8. ООО ФПК "Космос – Нефть – Газ"	2014 г. 2015 г. 2016 г.	1. Дефицит высококвалифицированного производственного персонала и инженерных кадров, обеспечивающих конструкторско-технологические разработки и сопровождение производственных процессов на предприятиях. 2. Недостаточно эффективные системы мотивации работников (особенно НИОКР), ориентированные на KPI. 3. Недостаточно современные и эффективные методы обучения и управления карьерой производственного персонала. 4. Избыточная численность управленческих работников, несоответствие квалификационной структуры персонала потребностям предприятия. 5. Недостаточное кадровое обеспечение проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию качественно новых видов промышленной продукции. 6. Неравномерное распределение трудового ресурса на территории Воронежской области, например, избыточность работающих на градообразующих предприятиях, что во многом определяет высокую дифференциацию промышленных предприятий по уровню итоговой заработной платы.

В настоящее время наиболее эффективными являются следующие методы обучения:

- наставничество и обучение на рабочем месте без отрыва от производства;

- курсы, семинары, мастер-классы, проводимые вне рабочей обстановки с привлечением сторонних специалистов;
- аудио- и видеокурсы;
- ротация специалистов;
- обмен знаниями, проводимый внутри компании.

При этом в процессе формирования системы развития человеческих ресурсов на промышленных предприятиях необходимо придерживаться соответствующей концепции обучения (табл. 2 – содержание концепций обучения человеческих ресурсов).

Т а б л и ц а 2

Название концепции обучения	Содержание концепции обучения
Концепция специализированного обучения	Ориентирована на сегодняшний день или на ближайшее будущее и имеет отношение к соответствующему рабочему месту. Эффективна относительно непродолжительный отрезок времени, но с точки зрения работника способствует сохранению рабочего места, а также укрепляет чувство собственного достоинства
Концепция многопрофильного обучения	Эффективна с экономической точки зрения, так как повышает внутри- и внепроизводственную мобильность работника, однако он менее привязан к соответствующему рабочему месту
Концепция обучения, ориентированного на личность	Имеет целью развитие человеческих качеств, заложенных природой или приобретенных в практической деятельности

Цели развития человеческих ресурсов нерационально рассматривать в отрыве от стадий развития организации. Действительно, без оценки положения предприятия с позиции стадии жизненного цикла формируемые кадровые стратегии могут быть малоэффективны и просто нереалистичными. Кроме того, следует иметь в виду, что в соответствии со стадией развития организации также изменяется и значимость человеческих ресурсов, их роль, а следовательно, должна формулироваться и цель в управлении [9], [10].

В табл. 3 приведена обобщенная характеристика значимости человеческих ресурсов в соответствии с целями и этапами жизненного цикла организации. На этапе становления (формирования) значимость человеческих ресурсов чрезвычайно высока (максимальная). Наблюдается взаимопроникновение и взаимозависимость целей сотрудника и организации.

Из-за ограниченного количества персонала, в основном это профессионалы - единомышленники, объединенные общей целью – обеспечение жизни организации. Стратегию развития человеческих ресурсов можно охарактеризовать как целеориентированную.

Этап "Развитие" характеризуется интенсивным ростом зарекомендовавшей себя на рынке компании. Рост идет по всем ключевым направлениям, в том числе и кадровом. Происходит становление организационной культуры, привлечение специалистов, увеличение численности. Значимость человеческих ресурсов остается на высоком уровне (табл. 3). В подобных условиях цели развития сотрудника и организации совпадают, определяя возможности для реализации потенциала. Стратегию в области человеческих ресурсов следует охарактеризовать как партнерскую.

Этап "Зрелость" характеризуется окончанием структурного оформления, стабилизацией доходности и снижением рисков. Вместе с тем организация ослабляет внимание к персоналу, значимость человеческих ресурсов уже не столь высокая, наиболее "инициативные" кадры в отсутствие дальнейших перспектив заняты поиском нового места работы. Происходит явное размежевание целей организации (руководства) и сотрудников. Стратегию развития человеческих ресурсов следует охарактеризовать как потребительскую.

Стадии жизненного цикла организации	Характеристика	Цель	Оценка значимости человеческих ресурсов					Характеристика человеческих ресурсов
			1	2	3	4	5	
Формирование	Интенсивное предпринимательство. Все усилия на привлечение потребителя, поиск ниши	Позиционирование, поиск "своего" потребителя						Сильное лидерство (партнерство), способность к риску, преданность идеям бизнеса, высокий профессионализм
Развитие	Активный рост. Увеличение объемов производства, приобретение устойчивой репутации	Интенсивный рост и развитие						Формирование основ организационной культуры. Привлечение новых специалистов, функциональное разделение, зарождение конфликтов интересов
Зрелость	Структурная стабилизация, формализация процессов, снижение издержек, умеренный риск	Прибыльность, стабильный рост						Максимизация разделения полномочий, снижение найма, ослабление внимания к "удержанию" персонала, нарастание конфликтов. Стимулирование "результативных" менеджеров
Стагнация	Частичная ликвидация в поисках стабилизации. Увеличение риска. Попытка поиска "новых" возможностей для затухающего бизнеса. Оптимизация расходов	Возвращение стабильности, сокращение убыточных производств						"Показная" деятельность персонала. Консерватизм руководства. Отсутствие кадровой политики, частичное сокращение персонала. Раскол в управлении
Упадок	Попытки реанимирования. Максимальное сокращение затрат. Выживание в ближайшей перспективе	Обоснование направлений выживания, сокращение, ликвидация						Слабость руководства. Бегство квалифицированного персонала. Потребительское отношение к человеческим ресурсам на фоне сокращения затрат на оплату

Последующие этапы жизненного цикла организации ("Стагнация" и "Упадок") характеризуются целым набором кадровых проблем: консерватизм руководства, конфликт интересов, сокращение персонала. Цели персонала и руководства противоречивы, интересы ситуативны. В подобных условиях значимость человеческих ресурсов низкая, поскольку руководство рассматривает персонал не в качестве возможного локомотива для возрождения, а в качестве проблемы, поэтому стратегию следует охарактеризовать как разрушительную.

## В ы в о д ы

Проведенные исследования позволяют сделать выводы о том, что для повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий Воронежской области необходимы мероприятия по развитию человеческих ресурсов. Проведение этих мероприятий связано с возрастающей потребностью организаций в высококвалифицированных рабочих и специалистах для замещения ва-

кантных высокопроизводительных и эффективных рабочих мест, а также для устранения ряда проблем в системе управления человеческими ресурсами, таких как: низкая производительность труда; высокая текучесть кадров; дефицит высококвалифицированного персонала; отсутствие четкого, рационального распределения функций между работниками, дублирование работ; избыточная численность управленческих работников; несоответствие квалификационной структуры персонала потребностям предприятия; низкий уровень мотивации персонала; отсутствие инициативы со стороны работников; напряженность эмоциональной атмосферы в коллективе, связанная с высоким числом демотивирующих факторов и конфликтных ситуаций; неэффективные устаревшие методы обучения и управления карьерой производственного персонала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года (Минэкономразвития России). Режим доступа: [http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (дата обращения: 28.08.2017).
2. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 2-е изд., испр. – М.: ИНФРА-М., 2013.
3. Stepicheva O.A., Yuryev V.M. Management of human resources of modern enterprise. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-chelovecheskimi-resursami-sovremenного-predpriyatiya> (дата обращения: 28.08.2017).
4. Subocheva O.N. Informal aspects of the status line manager in the modern industrial organization // Theory and Practice of Community Development. – №12, 2015. P. 22...24.
5. Management 2020. Leadership to unlock long-term growth / Barry Sheerman, Peter Ayliffe et al. - London : Chartered Management Institute, 2014.
6. Соколова И.А., Соколов А.В. Управление человеческими ресурсами // Дискуссия. Рубрика: Экономические науки. – 2015, Вып. №5 (57).
7. Гунина И.А., Логунова И.В., Пестов В.Ю. Управление производственным персоналом – 2-е

изд., перераб. и доп. – Воронеж : Воронежский гос. технический ун-т, 2008.

8. Лукичева Л.И. Управление персоналом / Под ред. Ю.П. Анискина. – 3-е изд., стер. – М.: Омега-Л, 2012.

9. Управление персоналом / Т.Ю. Базаров, Б.Д. Еремина. Режим доступа: [http://www.aup.ru/books/m152/2\\_2.htm](http://www.aup.ru/books/m152/2_2.htm) (дата обращения: 28.08.2017).

10. Управление персоналом: Жизненные стадии и циклы организации. Режим доступа: [http://cased.ru/doc\\_r-ek2\\_151\\_cased.html](http://cased.ru/doc_r-ek2_151_cased.html) (дата обращения: 21.08.2017).

#### REFERENCES

1. Prognoz dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda (Minjekonomrazvitija Rossii). Rezhim dostupa: [http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (data obrashhenija: 28.08.2017).
2. Rajzberg B.A., Lozovskij L.Sh., Starodubceva E.B. Sovremennyj jekonomicheskij slovar'. – 2-e izd., ispr. – M.: INFRA-M., 2013.
3. Stepicheva O.A., Yuryev V.M. Management of human resources of modern enterprise. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-chelovecheskimi-resursami-sovremenного-predpriyatiya> (data obrashhenija: 28.08.2017).
4. Subocheva O.N. Informal aspects of the status line manager in the modern industrial organization // Theory and Practice of Community Development. – №12, 2015. P. 22...24.
5. Management 2020. Leadership to unlock long-term growth / Barry Sheerman, Peter Ayliffe et al. - London : Chartered Management Institute, 2014.
6. Sokolova I.A., Sokolov A.V. Upravlenie chelovecheskimi resursami // Diskussija. Rubrika: Jekonomicheskie nauki. – 2015, Vyp. №5 (57).
7. Gunina I.A., Logunova I.V., Pestov V.Ju. Upravlenie proizvodstvennym personalom – 2-e izd., pererab. i dop. – Voronezh : Voronezhskij gos. tehničeskij un-t, 2008.
8. Lukicheva L.I. Upravlenie personalom / Pod red. Ju.P. Aniskina. – 3-e izd., ster. – M.: Omega-L, 2012.
9. Upravlenie personalom / T.Ju. Bazarov, B.D. Eremina. Rezhim dostupa: [http://www.aup.ru/books/m152/2\\_2.htm](http://www.aup.ru/books/m152/2_2.htm) (data obrashhenija: 28.08.2017).
10. Upravlenie personalom: Zhiznennye stadii i cikly organizacii. Rezhim dostupa: [http://cased.ru/doc\\_r-ek2\\_151\\_cased.html](http://cased.ru/doc_r-ek2_151_cased.html) (data ob-rashhenija: 21.08.2017).

Рекомендована кафедрой экономики и управления на предприятии машиностроения. Поступила 28.08.17.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
В СФЕРЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ\***

**THE CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT  
OF SCIENTIFIC ORGANIZATIONS  
IN THE SPHERE OF TEXTILE INDUSTRY**

*A.A. МАЛЬЦЕВА, И.Н. ВЕСЕЛОВ*  
A.A. MALTSEVA, I.N. VESELOV

(Тверской государственный университет)  
(Tver State University)

E-mail: 80179@list.ru; igor.veselov@mail.ru

*Авторами проведен комплексный анализ современного состояния системы науки по профилю текстильной промышленности. Было выявлено значимое влияние организационных и координационных структур на развитие исследуемой сферы, а также заинтересованность со стороны государства в дальнейшем росте данного сегмента рынка ввиду активизации политики импортозамещения. Констатируется недостаточность профильных научных организаций, в частности в государственном секторе. Выявлен обеспечивающий, а не опережающий характер функционирования научной сферы по профилю текстильной промышленности.*

*The authors made a complex analysis of the current state of the science system in the sphere of the textile industry. The significant influence of organizational and coordination structures on the development of the investigated sphere was revealed, as well as the interest from the side of the government in the further growth of this market segment due to the activation of the policy of import substitution. The insufficiency of specialized scientific organizations, in particular in the public sector, is stated. The providing, but not anticipating character of the functioning of the scientific sphere in the field of textile industry has been revealed.*

**Ключевые слова:** научные организации, анализ, текстильная промышленность.

**Keywords:** scientific organizations, analysis, textile industry.

В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 [1], констатируется необходимость трансформации науки и технологий в ключевой фактор развития России. В документе отмечается, что высокий темп освоения новых знаний и создания инновационной продукции

являются ключевыми факторами, определяющими конкурентоспособность национальных экономик, а следовательно, и отдельных их секторов.

Текстильная промышленность как важный сегмент легкой промышленности в условиях активизации политики импортозамещения является одним из потребителей результатов научно-технической деятель-

\* Статья выполнена в рамках проекта «Управление изменениями и развитием научных организаций в условиях государственной политики их реструктуризации» по государственному заданию Министерства образования и науки Российской Федерации Тверскому государственному университету.

ности профильных исследовательских структур, которые создают или способны создать отечественные технологии и решения, наиболее эффективно отвечающие на большие вызовы [6].

Освоение производства высокотехнологичных импортозамещающих инновационных текстильных материалов и изделий из них на базе натуральных и химических волокон нового поколения, переход отрасли на экологически безопасные материалы и ресурсосберегающие технологии, получение продукции с новыми потребительскими свойствами, не уступающими мировым аналогам, с высокой конкурентоспособностью – задачи мероприятия 4.1 "Стимулирование развития организаций легкой и текстильной промышленности" государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности" [2].

По данным Минэкономразвития России индекс текстильного и швейного производства в 2016 г. увеличился на 5,3%. Производство тканей показало устойчивый рост объемов производства на 19,3%. Динамика производства трикотажных изделий переместилась в область положительных значений (1,4%) [4]. Все это дополнительно акцентирует внимание на возможностях дальнейшего опережающего развития данной сферы промышленного производства.

Цель данной статьи – представить результаты анализа современного состояния научной сферы по профилю текстильной промышленности, охарактеризовать обеспеченность эффективными научными организациями в данном сегменте и определить перспективы их дальнейшего развития.

Инструментом формирования научно-технической и инновационной политики для поддержания инновационного развития и технологической модернизации российской экономики является технологическая платформа (ТП) "Текстильная и легкая промышленность", утвержденная Правительственной комиссией по высоким технологиям и инновациям в 2012 г.

Результаты работы платформы в 2015 г. получили высокую оценку в рамках исследования Фонда "Центр стратегических раз-

работок": ТП "Текстильная и легкая промышленность" занимает четвертую строчку в рейтинге 36 ТП [3].

Представляющая собой объединение на основе принципов добровольности и равноправия участников – организаций и предприятий любой организационно-правовой формы и формы собственности, ТП "Текстильная и легкая промышленность" включает 120 участников, из которых 82 – производственные предприятия, 14 – высшие учебные заведения, 8 – научно-исследовательские организации [5].

Сравнивая "обеспеченность" научными организациями ТП "Текстильная и легкая промышленность" с другими платформами-лидерами, выявляется существенное отставание в количестве подобных структур (6,7% от общего числа участников). Так, из 404 участников ТП "Медицина будущего" – 113 (28,0%) научных организаций, ТП "СВЧ-технологии" – 9 (13,0%), ТП "Технологии пищевой промышленности АПК – продукты здорового питания" – 26 (16,3%), ТП "Биоэнергетика" – 35 (21,3%).

Ниже приведена краткая характеристика структур, отнесенных в рамках ТП "Текстильная и легкая промышленность" к научным: основные направления деятельности научных организаций ТП "Текстильная и легкая промышленность" приведены в табл. 1.

Как показывают данные таблицы, профильными научными организациями в сфере текстильной и легкой промышленности являются только четыре: ОАО "ИНПЦ ТЛП", ООО "НИИНМ", ОАО "ЦНИИЛКА", ОАО "ЦНИИШП", из которых только первая структура является подведомственной федеральному органу исполнительной власти – Министерству промышленности и торговли Российской Федерации.

В рамках исследования был проведен анализ показателей результативности ОАО "ИНПЦ ТЛП", которое в соответствии с требованиями Постановления Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2009 г. № 312 "Об оценке и о мониторинге результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и



технологические работы гражданского назначения" предоставляет сведения для Федеральной системы мониторинга результативности деятельности научных органи-

заций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы.

Т а б л и ц а 1

Наименование организации	Краткая характеристика деятельности
ОАО "Инновационный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности" (ОАО "ИНПЦ ТЛП")	Проведение исследований по проблемам развития текстильной и легкой промышленности, композиционных материалов; разработка и усовершенствование технологических процессов производства текстильных и текстильно-композиционных материалов; производство и реализация серийных и опытных образцов текстильных материалов, аксиальных технических полотен и др.
Российский союз предпринимателей текстильной и легкой промышленности "СОЮЗЛЕГПРОМ"	Участие в разработке и реализации программ решения важнейших проблем развития отрасли; поддержка деловой активности предпринимателей, руководителей и специалистов предприятий отрасли, содействие созданию и укреплению климата взаимного доверия и надежности делового партнерства и др.
ООО Научно-исследовательский институт нетканых материалов (ООО "НИИНМ")	Разработка и освоение новых видов технологических процессов изготовления и структур нетканых материалов и техники для их реализации и др.
ОАО Центральный научно исследовательский институт комплексной автоматизации легкой промышленности (ОАО "ЦНИИЛКА")	Создание и освоение технологии производства и переработки химических волокон и нитей нового поколения, льна; разработка и освоение новых экологически чистых ресурсосберегающих технологий производства льняных и льносмесовых пряжи и тканей; создание автоматизированных технологий проектирования тканей и др.
АО "Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова"	Осуществление полного цикла работ от научных исследований до разработки технологий по следующим направлениям: композиционные полимерные материалы; новые конструкционные и функциональные материалы; высокочувствительные быстродействующие селективные сенсорные приборы; фильтрующие материалы нового поколения и др.
ФГБУ "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	Основные направления фундаментальных и прикладных исследований включают в себя: междисциплинарные исследования в области нано-, био-, инфо- и когнитивных наук с использованием рентгеновского, синхротронного и нейтронного излучений; развитие ядерных технологий для создания атомной энергетики нового поколения и др.
ООО "НТЦ "Эльбрус"	Разработка инновационной перспективной технологии ПАН-прекурсора, гидроцеллюлозной технической нити и др.
ОАО Центральный научно-исследовательский институт швейной промышленности (ОАО "ЦНИИШП")	Техническое регулирование и стандартизация в легкой промышленности, проектирование и подготовка производства; создание новых текстильных материалов со специальными свойствами; моделирование и конструирование, разработка технологии изготовления швейных изделий и др.

В соответствии с утвержденной методикой организация относится к референтной группе "Технологии материалов, металлургия", в которую входят 39 организаций. ОАО "ИНПЦ ТЛП" имеет профиль "Научно-технические услуги", который характеризуется тем, что организации ориентированы на выполнение договоров на исследования и разработки, имеют значительные объемы доходов от оказания научно-

технических услуг, при этом уровень публикационной активности, объем создаваемых охраноспособных результатов не столь значителен.

Так, в 2015 г. число произведений и публикаций в расчете на 100 исследователей и работников профессорско-преподавательского состава (показатель "А") ниже среднего по референтной группе более чем в 40 раз, количество созданных РИД и выпу-

щенной конструкторской и технологической документации в расчете на 100 исследователей и работников профессорско-преподавательского состава (показатель "Б") – практически в 55 раз, отношение объема выполненных работ, оказанных услуг к общей численности работников, выполнявших исследования и разработки (показатель "В") – в 3,5 раза.

Финансовая результативность ОАО "ИНПЦ ТЛП" в 2015 г. по сравнению с 2014 г. существенно снизилась – в 2,3 раза, что, в первую очередь, обусловлено сокращением прямого бюджетного финансирования (госзаданий) более чем в 4 раза. Это стало мотивирующим фактором для получения конкурсного финансирования из бюджетных источников в 2015 г., которое составило около 60% от общего объема.

Анализ показывает, что в структуре выполненных работ и оказанных услуг в 2014-2015 гг. доля исследований и разработок составляет менее 45%, что является весьма негативной тенденцией, а наибольший удельный вес занимают иные доходы, не связанные с научными, научно-техническими услугами и разработками. В целом по результатам расчетов в 2015 г. ОАО "ИНПЦ ТЛП" может быть отнесено к 3 категории – научным организациям, утратившим научную деятельность в качестве основного вида деятельности и перспективы развития\*.

При этом анализ результатов деятельности ТП "Текстильная и легкая промышленность" демонстрирует высокую активность организации: в 2016 г. в рамках Стратегической программы исследований было проведено 20 работ (более 35% от их общего числа).

Показатели, характеризующие развитие кадрового потенциала как ключевого фактора преодоления кризисных тенденций, свидетельствуют о его оптимизации в 2015 г. по сравнению с 2014 г.: при снижении средне-

\* В соответствии с установленными критериями помимо расчетных данных на отнесение научной организации к 3-й категории влияет также наличие значимых научных результатов и ее уникальность в соответствующей отрасли.

списочной численности сотрудников наблюдается увеличение численности работников, выполнявших исследования и разработки, практически в 1,5 раза, кандидатов наук – в 1,7 раза, докторов наук – в 3 раза; доля сотрудников в возрасте до 39 лет растет и составляет порядка 24%. При этом отмечается достаточно низкое значение среднемесячной заработной платы работников, выполнявших научные исследования и разработки, – чуть более 19 тыс. руб.

Таким образом, результаты анализа деятельности ОАО "ИНПЦ ТЛП" как базовой научной организации в сфере текстильной и легкой промышленности позволяют сделать неутешительные выводы о невысокой эффективности функционирования организации и необходимости реализации антикризисной программы изменений, направленной на сохранение и развитие потенциала, в том числе в рамках практической реализации стратегической программы исследований ТП "Текстильная и легкая промышленность".

В результате проведенных исследований были выявлены следующие тенденции современного состояния сферы науки в сфере текстильного производства:

– существуют актуальные задачи развития исследований и разработок в сфере текстильной и легкой промышленности, определяемые стратегическими документами федерального уровня, необходимостью импортозамещения конечной продукции в исследуемом отраслевом сегменте;

– отмечается активная позиция и высокая оценка деятельности ТП "Текстильная и легкая промышленность", в том числе в части разработки стратегической программы исследований;

– анализ показал обеспечивающий, а не опережающий характер функционирования научной сферы по профилю текстильной промышленности, что обусловлено ростом показателей реального сектора экономики и наличием нерешенных научно-технологических задач;

– отмечается существенная недостаточность эффективно работающих научных организаций по профилю текстильной и

легкой промышленности, что продемонстрировано на примере ведущей структуры – ОАО "ИНПЦ ТЛП";

– существует явная необходимость государственного стимулирования и поддержки исследований и разработок, востребованных реальным сектором экономики, в исследуемом сегменте и формирования эффективного пула научных организаций, ориентированных на прорывные междисциплинарные исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации: утв. Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 [Электронный ресурс] // URL: <http://sntr-rf.ru/upload/iblock/dc8/Указ%20Президента%20РФ%20о%20Стратегии%20научно-технологического%20развития%20Российской%20Федерации.pdf>.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 г. № 328 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности" [Электронный ресурс] // Информационно-правовой портал "Гарант". URL: <http://base.garant.ru/70643464/#ixzz4c3hwxgEy>.

3. Заключение по итогам оценки деятельности технологических платформ в 2016 году [Электронный ресурс] // Инновации в России. URL: <http://innovation.gov.ru/ru/tp>.

4. Об итогах социально-экономического развития Российской Федерации в 2016 году [Электронный ресурс] // URL: <http://economy.gov.ru/minrec/resources/9056bb04-390c-47f9-b47f-8e3b061bc7b8/monitor1-12.pdf>.

5. Отчет о реализации работы Технологической платформы "Текстильная и Легкая промышленность"

за 2016 год [Электронный ресурс] // URL: <http://www.kstu.ru/servlet/contentblob?id=127360>.

6. Мальцева А.А. Система факторов и показателей интеллектуального капитала государственных научных центров Российской Федерации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 6. С.226...230.

#### REFERENCES

1. Strategija nauchno-tehnologicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii: utv. Ukazom Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 01.12.2016 g. № 642 [Jelektronnyj resurs] // URL: <http://sntr-rf.ru/upload/iblock/dc8/Ukaz%20Prezidenta%20RF%20o%20Strategii%20nauchno-tehnologicheskogo%20razvitija%20Rossijskoj%20Federacii.pdf>.

2. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 15.04.2014 g. № 328 "Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii "Razvitie promyshlennosti i povysenie ee konkurentosposobnosti" [Jelektronnyj resurs] // Informacionno-pravovoj portal "Garant". URL: <http://base.garant.ru/70643464/#ixzz4c3hwxgEy>.

3. Zakljuchenie po itogam ocenki dejatel'nosti tehnologicheskikh platform v 2016 godu [Jelektronnyj resurs] // Innovacii v Rossii. URL: <http://innovation.gov.ru/ru/tp>.

4. Ob itogah social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii v 2016 godu [Jelektronnyj resurs] // RL: <http://economy.gov.ru/minrec/resources/9056bb04-390c-47f9-b47f-8e3b061bc7b8/monitor1-12.pdf>.

5. Otchet o realizacii raboty Tehnologicheskoy platformy "Tekstil'naja i Legkaja promyshlennost'" za 2016 god [Jelektronnyj resurs] // URL: <http://www.kstu.ru/servlet/contentblob?id=127360>.

6. Mal'ceva A.A. Sistema faktorov i pokazatelej intellektual'nogo kapitala gosudarstvennyh nauchnyh centrov Rossijskoj Federacii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 6. S. 226...230.

Рекомендована кафедрой национальной экономики. Поступила 12.10.17.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД И АЛГОРИТМ ВЫБОРА ДЕЙСТВИЙ К ОБНОВЛЕНИЮ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

### METHODOLOGICAL APPROACH AND ALGORITHM OF THE CHOICE OF ACTIONS FOR RENOVATION OF THE URBAN AREAS

С.И. МАТРЕНИНСКИЙ, В.Я. МИЩЕНКО, В.А. ЧЕРТОВ, О.С. КОЗАК  
S.I. MATRENINSKIY, V.YA. MISHCHENKO, V.A. CHERTOV, O.S. KOZAK

(Воронежский государственный технический университет)  
(Voronezh State Technical University)  
E-mail: gso09@yandex.ru

*Среда проживания и жизнедеятельности человека в современном городе представлена территорией массовой жилой застройки, включая соответствующие здания и сооружения.*

*В статье приводится инновационный методологический подход к реконструкции и обновлению рассматриваемых территорий, основанный на методах системного анализа и многоэтапных схемах принятия решений. Предлагаемый методологический подход наиболее целесообразен для моногородов Ивановской области с градообразующими предприятиями текстильной промышленности, имеющими ограниченные ресурсы для обновления территорий жилой застройки.*

*Математическая запись методологического подхода и блок-схема алгоритма выбора рациональных вариантов действий обеспечивают возможность создания мощной совокупной программной базы по принятию решений для комплексной реконструкции территорий массовой жилой застройки.*

*The environment of living and life activity of people in a modern city is represented by the compact built-up development area, including the corresponding buildings and constructions.*

*The article provides an innovative methodological approach to the reconstruction and renovation of the considered areas, based on methods of system analysis and multi-stage decision-making schemes. As the main efficiency indicators of development and renovation of the compact built-up development areas, the "technical comfort" and resource consumption for achieving the required level of "technical comfort" were taken. The proposed methodological approach is most suitable for single-industry towns of the Ivanovo region, with the city-forming enterprises of the textile industry, which have limited resources for the reconstruction and renovation of the compact built-up development area.*

*The mathematical record of the methodological approach and the flowchart of the algorithm for choosing rational variants of actions provides the opportunity to create a powerful integrated software base for making decisions on the comprehensive reconstruction of the compact built-up development area.*

**Ключевые слова:** методологический подход, территории массовой жилой застройки, системно-комплексное градостроительное образование, реконструкция, обновление, техническая комфортность, ресурсоемкость, алгоритм.

**Keywords: compact built-up development areas, system complex city-planning formation, reconstruction, renovation, technical comfort, resource intensity, algorithm.**

Формирование эффективного подхода к обеспечению различных слоев населения городов комфортным и доступным жильем с современной социальной, экологической, инженерной, транспортной инфраструктурой представляется чрезвычайно актуальной задачей, требующей научного, системного решения.

Отсутствие реальных возможностей у части населения, как в крупных, так и в малых городах, реализовать свои потребности в комфортных условиях проживания препятствует полноценному и гармоничному развитию личности. Кроме того, у населения может снижаться демографическая активность, обостряться социальная напряженность в обществе, что приводит к замедлению социально-экономического развития страны.

Подобные проблемы характерны для ряда городов Ивановской области, имеющих в качестве градообразующих предприятий, предприятия текстильной промышленности, что позволяет отнести их к категории моногородов. Для преобразования этих городов принята программа "Комплексное развитие моногородов", одной из целей которой является улучшение качества городской среды. Таким образом, актуальной становится задача рационального расхода ресурсов для обновления территорий массовой жилой застройки (ТМЖЗ), приведения их в соответствие с современными требованиями и нормами.

Проблема проведения эффективного обновления ТМЖЗ в условиях современной рыночной экономики требует поиска и реализации новых, адекватных сложившейся ситуации, теоретических и методологических подходов. Для разработки теоретических и методологических подходов к решению данной проблемы применяли методы системного анализа, заключающиеся в представлении современной среды проживания и жизнедеятельности населения, то есть ТМЖЗ, в виде системы, как системно-комплексное градостроительное образование (ГСО) [1...4].

Системно-комплексное градостроительное образование можно определить, как совокупность взаимосвязанных, управляемых, обусловленных сложившимся экономическим и материально-техническим потенциалом данной территории, пространственных, архитектурно-строительных, инженерных решений среды обитания групп населения (социум), обеспечивающих благоприятные условия проживания и жизнедеятельности человека.

Предметная структура ГСО приведена в статьях [2...4], [7] с характеристикой входящих в него компонентов, общих и частных объектов и изображена на рис. 1 (предметная структура градостроительного образования как системы).

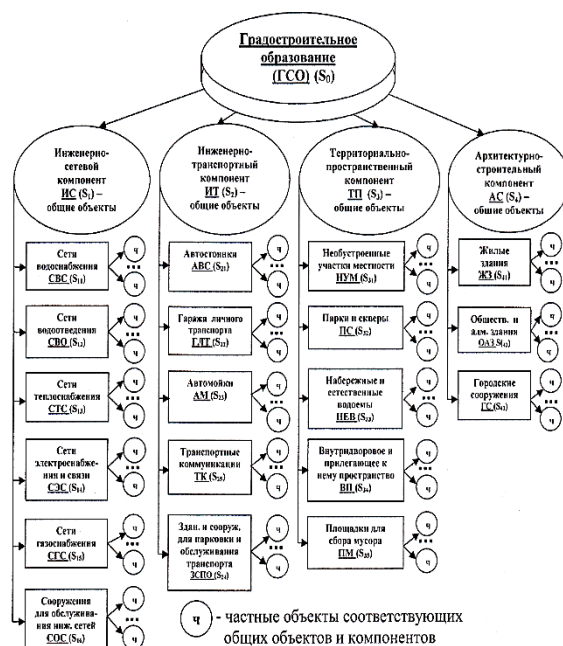


Рис. 1

В качестве главных показателей эффективности функционирования и реконструкции ГСО, в соответствии с разработанными методиками [2...4], целесообразно принимать техническую комфортность (ТК) и ресурсоемкость (Р).

Техническая комфортность ГСО – удобство технического построения среды обитания социума, оцениваемая ее степе-

нию соответствия санитарно-гигиеническим нормам, правилам и стандартам безопасности этой среды и другим показателям, устанавливаемым, при необходимости, квалифицированными специалистами-экспертами.

Ресурсоемкость характеризуется материально-техническими, энергетическими и трудовыми затратами, измеряемыми в денежном эквиваленте, на обеспечение текущего функционирования или на переустройство среды проживания и жизнедеятельности для достижения требуемого уровня ее технической комфортности.

В общем виде схема решения задачи формирования вариантов действий и реализации их решений по обновлению объектов архитектурно-строительного компонента ГСО показана на рис. 2 (технологическая схема принятия решений по обновлению объектов ГСО).

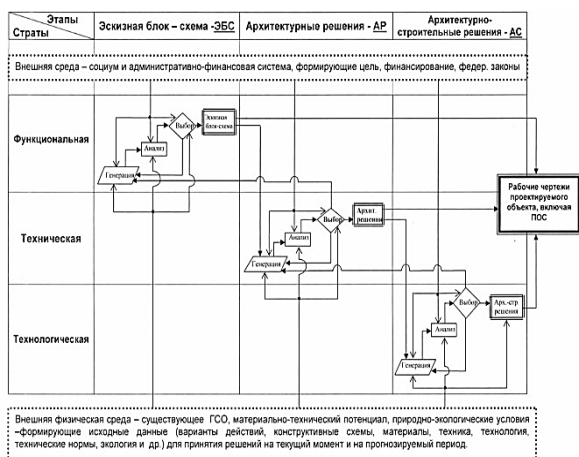


Рис. 2

В настоящей статье рассматриваются методологический подход и разработка алгоритма выбора вариантов действий на функциональной страте в соответствии с рис. 2.

Для практической реализации методологического подхода необходимо произвести его формальное, математическое описание с последующей разработкой алгоритма выбора рациональных действий по обновлению объектов ГСО.

Разработанный алгоритм обеспечит возможность формирования совокупности баз данных и компьютерных программ для

принятия решений по переустройству как отдельных объектов, входящих в ГСО, так и ГСО в целом.

Задача синтеза вариантов действий по переустройству и модернизации ГСО состоит в определении таких решений на функциональной, технической и технологической стратах, которые обеспечивают минимальные затраты ресурсов (P) на достижение требуемой (ТК) ГСО [2...4].

Формально, в соответствии с [2], [4], задача записывается следующим образом:

Найти  $(R_1, R_2, R_3)_{\text{опт}} = \text{arg min } P(R_1, R_2, R_3)$ , при ограничениях  $TK(R_1, R_2, R_3) \geq TK_{\text{треб}}$ :

$$\langle R_1, R_2, R_3 \rangle,$$

где  $TK = f\{\Phi(R_1, R_2, R_3), M(R_1, R_2, R_3)\}$ ;  $P = \varphi\{\Phi(R_1, R_2, R_3), M(R_1, R_2, R_3)\}$ ;  $\Phi$  – физический износ ГСО;  $M$  – моральный износ ГСО;  $R_1$  – множество допустимых решений на действия, определяемые на функциональной страте, и направленные на переустройство ГСО;  $R_2$  – множество допустимых общих технических решений, определяемых на технической страте, по реализации выбранных действий;  $R_3$  – множество допустимых технологических решений, определяемых на технологической страте, обеспечивающих выполнение технических решений.

Для задач синтеза сложных систем подобного типа в настоящее время разрабатываются многоэтапные стратифицированные технологические схемы их решения [5].

Подробное описание порядка принятия решений по выбору вариантов действий на функциональной страте при обновлении ГСО и его составляющих содержится в [2...4].

В работе [3] установлено, что основой методологического подхода к принятию решений по синтезу вариантов действий на функциональной страте при обновлении ГСО служит методика выбора целесообразного варианта решений на действие по каждому частному объекту (ЧО) в составе ГСО.

При этом следует предложить несколько требуемых вариантов состояния по ТК для рассматриваемых ЧО, обеспечиваю-

щих своей совокупностью переустройство и последовательный перевод сначала общих объектов, затем компонентов и всего ГСО из состояния "плохо" в состояние "удовлетворительно", "хорошо" или "отлично". Возможные траектории перехода частных объектов к определенному состоянию по ТК, обеспечивающие требуемое состояние общего объекта – "хорошо", показаны на рис. 3.



Рис. 3

В качестве ограничений отметим следующие положения.

1. Относительно каждого ЧО применимо только одно действие из следующих: внеочередной ремонт; капитальный ремонт; реконструкция; снос и демонтаж объекта; снос и демонтаж старого объекта в совокупности со строительством нового; внеочередной ремонт старого ЧО в совокупности со строительством новых ЧО; капитальный ремонт старого ЧО в совокупности со строительством новых ЧО; реконструкция старого ЧО в совокупности со строительством новых ЧО.

2. Действия по переустройству ЧО формируют и выбирают отдельно для каждого варианта требуемых состояний ЧО.

Формально методика выбора целесообразного варианта решений на действие может быть записана следующим образом.

Введем обозначения:  $N = \{n : n = \overline{1, N1}\}$  – множество номеров вариантов требуемых состояний ЧО;  $I = \{i : i = \overline{1, 8}\}$  – множество номеров действий;  $J = \{j : j = \overline{1, J1}\}$  – множество номеров ЧО;  $V_{ij}^n$  – признак того, что относительно j-го объекта может применяться i-е действие, приводящее его к требуемому значению показателя ТК для n-го варианта требуемых состояний ЧО;  $V_{ij}^n = 1$ , если может применяться i-е действие,  $V_{ij}^n = 0$  – в противном случае;  $P_{ij}^n$  – ресурсоемкость i-го действия для j-го ЧО, приводящего его к n-варианту требуемого состояния по ТК;  $X_{ij}^n$  – решение о выборе конкретного действия;  $X_{ij}^n = 1$ , если для j-го ЧО принято решение о выборе i-го конкретного действия для n-го варианта требуемых состояний ЧО;  $X_{ij}^n = 0$  – в противном случае.

Тогда справедлива следующая запись. Найти

$$R_1 = (X_{ij}^n)_{opt} = \arg \min \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{n \in N} P_{ij}^n X_{ij}^n < X_{ij}^n >$$

при следующих ограничениях.

1. Действия по переустройству ЧО формируются и выбираются отдельно и независимо для каждого варианта требуемых состояний ЧО:

$$\text{sign} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} V_{ij}^n X_{ij}^n = 1, \forall_{n \in N}.$$

2. Относительно каждого ЧО применимо только одно действие при каждом рассматриваемом варианте требуемых состояний:

$$\sum_{i \in I} V_{ij}^n X_{ij}^n \leq 1, \forall_{j \in J}, \forall_{n \in N}.$$

3. Переменная  $X_{ij}^n$  может принимать значения (0,1):  $X_{ij}^n = 0, 1; \forall_{i \in I}, \forall_{j \in J}, \forall_{n \in N}.$

Анализ ограничений показывает, что действия на разные объекты не взаимосвязаны. Отсюда следует, что данную задачу целесообразно решать методом максимального (минимального) элемента [6]. Существо метода применительно к данной задаче состоит в следующем.

1. Выбирается очередной вариант требуемых состояний ЧО.
2. Последовательно рассматриваются ЧО и для каждого из них выбирается действие с минимальной ресурсоемкостью.
3. Полученные ресурсоемкости суммируются.
4. По окончании просмотра всех ЧО для каждого варианта требуемых состояний ЧО из всех вариантов требуемых состояний ЧО из всех вариантов находят вариант решений на действия, для которого суммарная ресурсоемкость минимальна.

Общий порядок выбора целесообразного варианта решения на действие должен быть таким, как представлено на рис. 4 (блок-схема алгоритма выбора рациональных вариантов действий по обновлению ЧО).

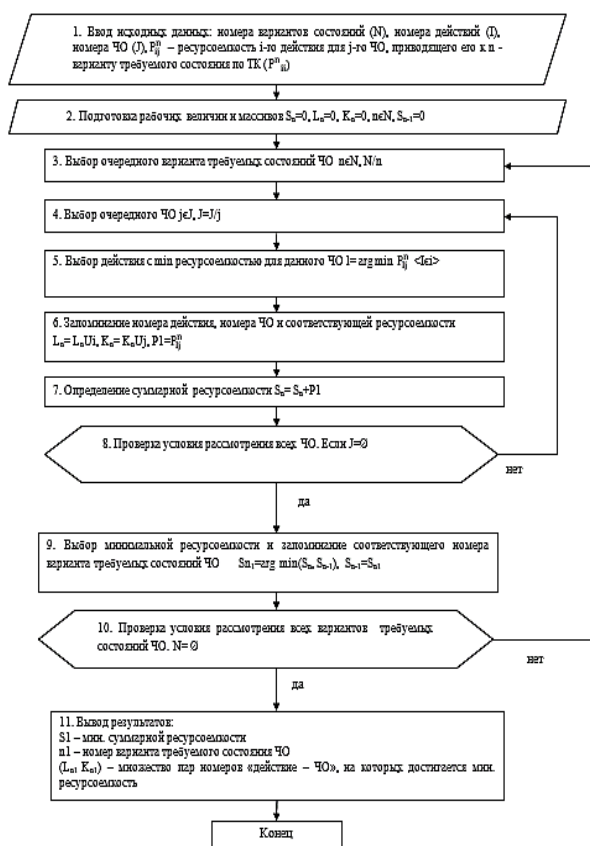


Рис. 4

1. Разработан методологический подход к выбору целесообразного варианта решений на действия для переустройства как ЧО ГСО, так и самого ГСО путем подбора таких решений на действия, которые минимизируют их суммарную ресурсоемкость.

2. Предложена формальная математическая постановка решения задачи синтеза рациональных вариантов действий по переустройству территорий массовой жилой застройки, представленных в виде ГСО.

3. Разработан алгоритм выбора рациональных вариантов действий по переустройству частных объектов ГСО.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Sergei I. Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko.* Feasibility study of the configuration of built-up urban areas with the aim of their renovation // *Recent Advances In Urban Planning, Sustainable Development And Green Energy. Proceedings of the 5th International Conference on Urban Sustainability, Cultural Sustainability, Green Development, Green Structures and Clean Cars (USCUDAR '14).* – Florence, Italy November 22-24, 2014. P. 58...63.

2. *Sergei I. Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko, Evgeniy M. Chernyshov.* The systemic approach to modeling of compact built-up development areas and planning of their renovation // *International Journal of Energy and Environment.* – Vol.9, 2015. P. 32...43.

3. *Sergei I. Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko* Methodological approach to the synthesis of rational variants of actions for reconstruction of compact built-up development areas // *Recent Advances on Economics and Business Administration. Proceedings of the International Conference on Economics and Business Administration (EBA 2015).* – Barcelona, Spain, April 7-9, 2015. P. 84...90.

4. *Sergei I. Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko.* Methodological approach to the formation of action variants and solutions implementing them for renovation of compact built-up development areas // *Advances in Environmental and Agricultural Science. Proceedings of the 3th International Conference on Energy Systems, Environment, Entrepreneurship and Innovation (ICESEEL '15). Proceedings of the 3th International Conference on Agricultural Science, Biotechnology, Food and Animal Science (ABIFA '15).*– Dubai, United Arab Emirates February 22-24, 2015. P. 18...23.

5. *Mesarovic M.D.* General system theory and its mathematical foundation // *Proc. JEEE Systems Sgi.a.Cybern.Conf.* – 1967.



6. Берзин Е.А. Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. – М.: Советское радио, 1974.

7. Горбанева Е.П., Добросоцких М.Г., Калинина Е.Г. Определение технического состояния зданий и сооружений с использованием системы мониторинга // В сб.: Современные проблемы и перспективы развития строительства, эксплуатации объектов недвижимости. – 2016. С. 208...213.

#### REFERENCES

1. Sergei I. Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko. Feasibility study of the configuration of built-up urban areas with the aim of their renovation // Recent Advances In Urban Planning, Sustainable Development And Green Energy. Proceedings of the 5th International Conference on Urban Sustainability, Cultural Sustainability, Green Development, Green Structures and Clean Cars (USCUDAR '14). – Florence, Italy November 22-24, 2014. P. 58...63.

2. Sergei I. Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko, Evgeniy M. Chernyshov. The systemic approach to modeling of compact built-up development areas and planning of their renovation // International Journal of Energy and Environment. – Vol.9, 2015. P. 32...43.

3. Sergei I. Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko. Methodological approach to the synthesis of rational variants of actions for reconstruction of compact built-up development areas // Recent Advances on Economics and Business Administration. Proceedings of

the International Conference on Economics and Business Administration (EBA 2015). – Barcelona, Spain, April 7-9, 2015. P. 84...90.

4. Sergei I. Matreninskiy, Valeriy Y. Mischenko. Methodological approach to the formation of action variants and solutions implementing them for renovation of compact built-up development areas // Advances in Environmental and Agricultural Science. Proceedings of the 3th International Conference on Energy Systems, Environment, Entrepreneurship and Innovation (ICESEEL '15). Proceedings of the 3th International Conference on Agricultural Science, Biotechnology, Food and Animal Science (ABIFA '15). – Dubai, United Arab Emirates February 22-24, 2015. P. 18...23.

5. Mesarovic M.D. General system theory and its mathematical foundation // Proc. JEEE Systems Sgi.a.Cybern.Conf. – 1967.

6. Berzin E.A. Optimal'noe raspredelenie resursov i jelementy sinteza sistem. – М.: Sovetskoe radio, 1974.

7. Gorbaneva E.P., Dobrosocikh M.G., Kalinina E.G. Opredelenie tehnicheskogo sostojaniya zdaniy i sooruzhenij s ispol'zovaniem sistemy monitoringa // V sb.: Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya stroitel'stva, jekspluatacii ob'ektov nedvizhimosti. – 2016. S. 208...213.

Рекомендована кафедрой технологии и организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью. Поступила 05.09.17.

УДК 116

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО И ПОСТМОДЕРН

### INFORMATION SOCIETY AND THE POSTMODERN

*М.В. ЧЕРНИКОВ, Л.С. ПЕРЕВОЗЧИКОВА, Е.В. РОМАНОВА*  
*M.V. CHERNIKOV, L.S. PEREVOZCHIKOVA, E.V. ROMANOVA*

(Воронежский государственный технический университет)  
(Voronezh State Technical University)  
E-mail: mv.chernikov@gmail.com

*Настоящая статья посвящена разбору специфики современного общества, преимущественно определяемого через такие предикаты, как "постиндустриальное" и "информационное". Концептуализируется и соответствующим образом аргументируется подход, согласно которому современное общество – это общество эпохи позднего капитализма, мировоззренческим коррелятом и стилем мышления которого является постмодерн, что, в свою очередь, сопровождается оформлением таких концептов, как "постиндустриальное общество" и "информационное общество".*

*This article is devoted to analysis of specifics of modern society, primarily determined through such predicates as "post-industrial" and "information". Conceptualities and appropriately sums up the approach, according to which modern society is a society in the era of late capitalism, the ideological correlate and thinking style which is the postmodern, which in turn is accompanied by creation of such concepts like "postindustrial society" and "information society".*

**Ключевые слова:** современность, постиндустриальное общество, информационное общество, поздний капитализм, постмодерн, виртуальный мир, симулякр, дивид.

**Keywords:** modernity, postindustrial society, information society, late capitalism, postmodern, virtual world, a simulacrum, dyfed.

Современное общество принято определять как постиндустриальное [1] или, несколько в ином, но близко связанном ракурсе – как информационное [6]. Так, по мнению одного из основоположников концепции информационного общества, японского исследователя Масуды, информационное общество представляет собой современный этап цивилизационного развития, высшую ступень развития постиндустриального общества, в основе которого лежит особая нематериальная субстанция, которую он обозначил как "информация" [7].

Можно, однако, показать, что сам переход к информационному обществу вписывается в контекст общей логики развития позднего капитализма, культурно-мировоззренческим коррелятом которого является особый культурный продукт и стиль мышления, именуемый постмодерном [5].

Капитализм как система расширенного воспроизводства, основанная на жесткой эксплуатации человеческих и природных ресурсов планеты, на позднем этапе своего развития (Late Capitalism) достиг определенных критических рубежей и соответственно подошел к особому рода качественной трансформации.

В конце XX века (особо отметим развал СССР и всего социалистического блока) капиталистическая система отношений оказалась распространена практически на всю планету, что привело к формированию глобальной капиталистической мир-системы, ядерными структурами которой являются США и развитые страны Запада, а

в роли миросистемной периферии выступает, по существу, весь остальной мир. Сложилась единая финансовая система, базовой валютой которой стал доллар США. Были сняты практически все ограничения на свободное перемещение капитала, значительно интенсифицировались и достигли поистине невиданных масштабов потоки ресурсов, особенно, информации.

Стремительно развивался научно-технический прогресс. В послевоенный период достиг расцвета так называемый четвертый технологический уклад (*ключевой фактор*: двигатель внутреннего сгорания; *ядро технологического уклада*: автомобилестроение, авиастроение, цветная металлургия, производство товаров длительного пользования, синтетические материалы, органическая химия, производство и переработка нефти) и был реализован переход к пятому технологическому укладу (*ключевой фактор*: микроэлектронные компоненты; *ядро технологического уклада*: электронная промышленность, вычислительная, оптико-волоконная техника, программное обеспечение, телекоммуникации, роботостроение, производство и переработка газа, информационные услуги). В настоящий период осуществляется переход к шестому технологическому укладу (*ключевой фактор*: нанотехнологии, клеточные технологии; *ядро технологического уклада*: нанoeлектроника, молекулярная и нанофотоника, наноматериалы и наноструктурированные покрытия, нанобиотехнология, наносистемная техника) [2].

При этом сложность технологий достигла невиданных размеров и уже опередила возможности познающего разума. Как свидетельствует научное сообщество, сегодня многие технически достигаемые эффекты просто не имеют удовлетворительного научного объяснения. Научная теория пасует перед вырвавшимися на свободу технологическими монстрами.

Пугающей величины достигли интенсивность и масштабы когнитивных и информационных процессов. По экспертной оценке, начиная с середины XX века, объем мировых знаний удваивался каждые 20 лет. При этом из всего объема знаний, измеренных в физических величинах, которыми располагает человечество, 90% получены в последние 30 лет, так же как 90% от общего числа ученых и инженеров, подготовленных за всю историю цивилизации – наши современники [2, с.70].

Как известно, в последние три десятилетия мощь общего числа компьютеров удваивается в среднем каждые 18 месяцев. При этом, начиная с 1991 г., объем информации на каждом квадратном сантиметре компьютерных дисков увеличивается в среднем в 1,6 раза в год.

В рамках современного, технологически продвинутого, информационного общества возник особого рода феномен: все большие размеры приобретает сектор присваивающего хозяйства, когда товары, услуги, зрелища, различного рода информационные контенты только потребляются, а их производство обеспечивается весьма небольшим сектором высокопроизводительного труда, включающим в себя относительно небольшой объем человеческих ресурсов – в первую очередь высокообразованных, космополитически ориентированных специалистов. Стандартный же человек оказывается по преимуществу только потребителем, воспроизводя в собственном менталитете все черты мышления общества эпохи присваивающего хозяйства: мифогенность, склонность к суевериям, веру в чудеса, интерес к оккультным практикам, концептуальную неряшливость и логическую нестрогость, повышенную эмоциональность и внушаемость.

Культурно-мировоззренческим коррелятом такого рода процессов, разворачивающихся в обществе позднего капитализма ((Late Capitalism), стал особый стиль мышления и восприятия окружающей человека реакции, стиль, именуемый постмодерном.

Постмодерн как мировоззренческий стиль исходит из признания бесперспективности, исчерпанности тех форм рационального мышления, конституирование которых происходит в Новое время (так называемая эпоха Модерна, противопоставляемая эпохе Премодерна) и которые, по существу, составили славу европейской цивилизации, во многом определив ее доминирование в мировом геополитическом пространстве. Если мировоззренческий стиль эпохи Модерна исходил из признания в качестве основополагающей объективной действительности со своим гносеологическим коррелятом – фундаментальной и единой Истиной, научное познание которой (как считалось и как, по всей видимости, доказывала практика развития европейской цивилизации) открывало перед человеком невиданные возможности для эффективного переустройства природы и общества, то постмодерн – своего рода пессимистический итог активистских практик Модерна с их революционным запалом переустройства мира и человечества – исходит из принципиально иных установок.

Постмодерн девальвирует, убирает интерес к объективной реальности и во главу угла ставит человеческую субъективность. Следствием такого изменения акцентов становится зыбкость, кажущееся представление того, что ранее безоговорочно трактовалось как Реальность и Истина. Если таковые и существуют, то для постмодерна они просто не интересны, факультативны, поскольку бесполезны для современного человека, потерявшего всю свою активность и жажду мирового переустройства. В хорошо выражающей дух Модерна советской песне 1930-х годов пелось: "Мы рождены, чтоб сказку сделать былью, преодолеть пространство и простор..." – постмодерну такой пафос просто претит, воспринимаясь как наивно-оптимистичный и инфантильный.

Постмодерн, отказываясь от постижения Истины мира, его Сущности (и в глубине души считая таковые некими мифологемами) практикует так называемое "следовое восприятие" – результат скольжения, своего рода серфинга субъекта по поверхности бытия без погружения в его глубины. Постмодерн полагает, что все, ранее воспринимаемое как Реальность, есть не более чем специфическое представление о так называемой реальности, зависящее от ракурса, от точки зрения наблюдателя и потому (с необходимостью) иное для различных наблюдателей. Постмодерн признает, по сути, неизбежность множественности истин – в зависимости от ракурса рассмотрения о любом объекте можно высказывать отличающиеся, но одинаково верные суждения. Если воспользоваться терминологией средневековой философии, можно сказать, что в постмодерне номинализм радикально преодолевает, вычищает ("зачищает") реализм. Истина – это только *Nomine* (лат.), *Name* (англ.), это только Слово, трактуемое, как средневековая универсалия.

Истина, понимаемая как Слово, теряет свою субстанциональную силу и обращается в риторический прием, способ убедить своего визави или просто манипулировать им. Истина как Слово оказывается лишь элементом текста, а сам текст неимоверно расширяется, становится Текстом и в этом своем статусе эмансипируется от Реальности, замещая ее, конструируя ее, творя ее заново по лекалам человеческой субъективности. Таким образом, Реальность вовлекается в непрерывный и тотальный процесс деконструкции, Реальность виртуализируется и распадается на множество реальностей, каждая из которых правомерна как своего рода интерпретация Текста, замещающего собой то, что ранее полагалось как Реальность. Реальность становится виртуальной, а виртуальные миры презентуют себя как реальности, настаивая на своей специфической рациональности, своей специфической логике.

И в то же время все такого рода виртуальные миры толерантны и открыты, обеспечивая свободный переток, перманент-

ную миграцию стилей мышления, концептуальных построений, терминов и понятий. Доминирующим становится принцип аллюзий, пышным цветом распускаются цитатничество и эклектизм, сдобренные изрядной дозой иронии и сарказма, которые, в свою очередь, должны маркировать бытийственную несерьезность любого претендующего на основательность подхода. Начитанность, культурологическая эрудиция заменяют собой поиск Истины, заменяют и фактически подменяют собой постижение Мира. Так, в рамках постмодерна радикально трансформируются самые фундаментальные, смыслоопределяющие установки эпохи Модерна.

Постмодерн характеризуется "...утратой любого чувства истории, и как надежды, и как памяти" (П. Андерсон). Единой, общепризнанной Истории, как считается, просто не существует. При релятивизации Прошлого утрачивается и определенность Будущего. Будущее неисправимо зыбко и ненадежно. Соответственно теряют смысл и востребованность стратегические программы и глобальные проекты, нацеленные в будущее. Таковые объявляются "утраченными иллюзиями" эпохи Модерна.

Радикальная девальвация самой идеи крупных проектов переустройства природы и общества ведет к невозможности осознанной и ответственной политической мобилизации. На место возвышенных Идей, заражающих, увлекающих людей на героические подвиги, приходят рекламные ролики, манипулятивные практики, разнообразные политтехнологии. Революция сменяется флэшмобом. Честные договорные процедуры как управленческая стратегия заменяются программированием (вплоть до зомбирования) человеческих субъектов через массивные информационные компании. Практикуется широкое использование специальных вирусов, внедряющихся в жизненный мир человека, все активнее используются так называемые превращенные формы реальности (К. Маркс), различного рода симуляции и симулякры (Ж. Бодрийяр).

Ответственный и рационально мыслящий индивид сменяется дивидом. Дивид

не постигает Истину, он конструирует свою. Дивид не ищет предзаданного смысла, он сам порождает смыслы. Дивид не стремится к свободе, он "по умолчанию" чувствует себя свободным. Дивид не знает табу, соответственно ему неведомо святотатство. Дивид не связан узами морали, поэтому он не морален, но дивид и не аморален – он просто внеморален. Дивид не задается вопросом о принципах бытия, он вообще не задается вопросами. Дивид – субъектное порождение и наиболее чистое воплощение той мировоззренческой установки, которая зовется постмодерном и которая оккупировала Современность, определяя ее характерное лицо.

В эпоху Современности утрачивается интеллигентность, а место интеллигенции занимают даже не столько интеллектуалы, сколько так называемые креаклы – представители "креативного" класса. Определяющей, классообразующей чертой креаклов является частная собственность (вплоть до монополии) на информационные и коммуникативные ресурсы, используемые преимущественно в рекламноманипулятивных и идеологически-пропагандистских целях. Креаклы задают тренды и формируют моду, для чего преимущественно опираются на специально ими выработанный глэм-стиль, отличительными чертами (маркерами) которого становятся неординарность, незашоренность, яркость, экзотичность, "розовость" [3]. Интеллигент же, с его серьезностью, ответственностью, принципиальностью, в такого рода условиях становится, по сути, факкультативен, выступая как "уходящая натура" эпохи Современности [4].

## ВЫВОДЫ

1. Современное общество, характеризующее такими предикатами, как постиндустриальное или информационное, есть общество эпохи позднего капитализма, потерявшего ввиду исчерпания соответствующих природных, социально-экономических и геополитических ресурсов всякие реальные возможности своей экспансии, а соответственно и развития. "Осень капита-

лизма" характеризуется возникновением и все более упрочивающимся доминированием особого мировоззренческого и культурного стиля, определяемого как постмодерн.

2. В свою очередь, переход к постмодернистскому мышлению, как представляется, окончательно закрепляет стагнацию капиталистической мир-системы, лишая последнюю даже теоретической возможности найти выход из сложившейся и по существу губительной для себя ситуации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. – М.: Academia, 1999. С. 872.
2. Глазьев С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса. – М.: Экономика, 2010. С. 225.
3. Иванов Д.В. Глэм-капитализм. – СПб.: Петербургское Востоковедение, 2008. С. 176.
4. Черников М.В. Смерть интеллигента в обществе постмодерна // Вестник Воронежск. гос. ун-та. Серия: Философия. – 2012, № 1. С. 186...192.
5. Jameson F. Postmodernism, or, The Cultural Logic of Late Capitalism. – Durham, NC: Duke University Press. 1991.
6. Masuda Y. The Information Society as Post-Industrial Society. – Washington, dc.: World Future Society, 1981.
7. Masuda Y. The information society. – Bethesda, 1980.

## REFERENCES

1. Bell D. Grjadushhee postindustrial'noe obshchestvo. – M.: Academia, 1999. S. 872.
2. Glaz'ev S.Ju. Strategija operezhajushhego razvitiya Rossii v uslovijah global'nogo krizisa. – M.: Jekonomika, 2010. S. 225.
3. Ivanov D.V. Gljem-kapitalizm. – SPb.: Peterburgskoe Vostokovedenie, 2008. S. 176.
4. Chernikov M.V. Smert' intelligenta v obshhestve postmoderna // Vestnik Voronezhsk. gos. un-ta. Serija: Filosofija. – 2012, № 1. S. 186...192.
5. Jameson F. Postmodernism, or, The Cultural Logic of Late Capitalism. – Durham, NC: Duke University Press. 1991.
6. Masuda Y. The Information Society as Post-Industrial Society. – Washington, dc.: World Future Society, 1981.
7. Masuda Y. The information society. – Bethesda, 1980.

Рекомендована кафедрой философии, социологии и истории. Поступила 31.08.17.

## IMPLEMENTATION OF THE DUAL EDUCATION SYSTEM FOR "DESIGN" SPECIALTY

### ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ДУАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ "ДИЗАЙН"

A.M. SABITOVA, K.K. ABILKALAMOVA  
А.М. САБИТОВА, К.К. АБИЛКАЛАМОВА

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
E-mail: c\_alima\_m@mail.ru

*In the article are basics of the dual education system, its implementation in the ATU educational process, and role of the first international contest of young designers "Steppe up" as one of the effective elements of dual training for the "Design" specialty.*

*В статье рассматриваются основы системы дуального образования, ее внедрение в учебный процесс АТУ, а также роль первого Международного конкурса молодых дизайнеров-модельеров "Steppe up" как одного из эффективных элементов дуального обучения для специальности "Дизайн".*

**Keywords:** dual education system, elements of dual training, international contest.

**Ключевые слова:** система дуального образования, элементы дуального обучения, международный конкурс.

The dual system of education is the combination of training with periods of productive activity. The future specialist studies in two institutions that are partners in relation to each other, mastering theoretical knowledge in a professional school and practice at a training enterprise at one time and developed the competencies which necessary for the production.

The form of dual training is used in greater or lesser extent in many European countries, the generally accepted leader among which is Germany. Dual training is introduced in strict legislative edges and is implemented with the help of commercial and industrial and artisan chambers, with solid support of private business [1].

Dual education in Germany is focused mainly on the production and technology sectors and is almost not used in the humanitarian sector. Germany has the lowest among European countries youth unemployment rates due

to the implementation of dual education programs. The labor market in Germany is 54% formed by graduates of dual programs [2].

In Kazakhstan, also since 2012, the system of dual education has been implemented. The Labor Code introduced the relevant concepts. The Law "About Education" provides theoretical training in colleges and production - at the enterprise in a ratio 40 out of 60. The Ministry of Education and Science approved the Rules for dual training system in the TVE organizations. The amount of compensation paid to the trainee is not less than one MBZP, for the period of passing the production training the students can be credited with the length of service. According to the data of 2016, dual training is conducted in technical, technological and agricultural areas in 348 colleges of the country (43% of the total). In the implementation involved 1,718 enterprises (0.1% of the total) with a coverage of 22 thousand students (4% of the total contingent) [2].

Almaty Technological University has also implemented elements of dual education into the educational process since 2014. The students of the "Graphic Design" specialization studied on the basis of the partner enterprise LLP "Balalar adebieti", where they fixed in practice the theoretical knowledge obtained at the university.

In the current year university signed a partnership agreement with LLP "Endeavour" on the implementation of the dual system of education for "Costume design" specialization students (Fig. 1 – students of gr. DK-14-21 during the classes at "Endeavor" LLP).



Fig. 1

The dual system is being improved, and therefore, in order to orient future specialists to production activities in April of 2017, the Almaty Technological University together with the Fund "Beautiful Children of Kazakhstan", famous Kazakhstan designers and light industry enterprises of Kazakhstan held the first International contest of young fashion designers "Steppe up", which opened unique opportunities for young people from all regions of the country to prepare and declare their creative work for the court of an authoritative jury.

Student competitions of young designers are an important cultural and professional event among other entertainment events. Such competitions pursue different goals and implement many tasks [3]. One of such tasks is the implementation of the dual training system programs.

Today's fashion industry requires professionals with a clear understanding of the market competition realities, the ability to sell themselves and their product [4]. The concept

of the contest is in collaboration of talented young designers under the leadership of Kazakhstan leading designers and production, and guide to the business world and helps to adapt the younger generation to professional activities.

The project started on 1<sup>st</sup> December by sending out questionnaires to all those who wished to participate in the contest (Fig. 2 – press conference in honor of the competition opening). Then the Art Council of the contest selected 9 best collections from 44 proposed by the participants. Art Council chose not only beautiful but also commercially successful collections. Four students of ATU took part in the final and were supervised by teachers of the "Design" department. The authors need not only an idea or a concept, but also modern technology, so selected collections were made on the basis of large enterprises: "KazPO-N Zibroo" LLP, "Kazakhstan Textiles" LLP, Production Innovation Company LLP "Utaria" ltd. Each finalist created a capsule collection under the supervision of Kazakh brands designers - Saken Zhaksybayev (ZHSaken), Ajazhan Zhaksybay (Aika Alemi) and Aida Kaumenova (KaumeNOVA).



Fig. 2

The gala-show of the contest was held in Almaty Technological University with wide coverage of this cultural and professional event in the media.

Following of the competition results the authoritative jury named three brightest and most talented contestants, who received contracts with partner enterprises for the industrial production of selected collections, as well

as large cash prizes. Almost all finalists of the project expect a useful experience of internship in well-known Kazakhstan designers' teams.

Adilya Zhumabayeva won the first place with the "TOBE" collection. She was given a certificate for 300 000 tenge. Silver and a certificate for the amount of 200 000 tenge went to Alua Bazanova with a collection of "Aliud". Azamat Gazizov with a collection of knitwear won the third place and 100 000 tenge. In the nomination "The choice of the press" Nurdaulet Beketayev won with the collection "Adep" (Fig. 3 – winners of the competition).



Fig. 3

The "Steppe up" competition as an innovative form of activity in the field of education and the fashion industry contributes to the solution of many problems and has presented a profitable platform both for the participants and for all parts involved in organizing and holding the competition.

For the participants of the competition - this is the launching pad for professional development and career growth, getting a prestigious award and promoting your own brand.

For the university the competition is an innovative form of professional education in quality training of personnel for the whole industry. Because fashion is a talented designer, also the manufacturer's professionalism, budget planning, brand promotion and competent PR.

For manufacturers-partners the contest is a guide for new ideas, bold decisions, a platform for finding worthy receivers.

For organizers and sponsors holding a competition at a high level helps to establish new partnerships, search and attract interested investors in various fields of activity.

## CONCLUSIONS

In a competitive market environment competition is an effective tool for innovation. Organizing and participating in the competition is the implementation of bold projects which are tested in the context of competition and prove their viability.

In general, the elements of dual training for the "Design" specialty are effectively implemented into the educational process. The holding by the Almaty Technological University with "Beautiful Children of Kazakhstan" Foundation, well-known Kazakhstani designers and light industry enterprises the first International contest of young designers "Steppe up" also ensured the successful implementation of the dual education system.

## REFERENCES

1. Informacionno-analiticheskij zhurnal "Akkreditacija v obrazovanii". Opyt dual'nogo obuchenija v Germanii, Kazahstane, Rossii [jelektronnyj resurs]. – rezhim dostupa: [http://www.akvobr.ru/opyt\\_dualnogo\\_obuchenia.html](http://www.akvobr.ru/opyt_dualnogo_obuchenia.html) - zaglavie s jekrana. – (data obrashhenija: 06.09.2017).
2. IAC informacionno-analiticheskij centr. Dual'noe obuchenie v RK: na puti k evropejskim standartam [jelektronnyj resurs]. – rezhim dostupa: <http://iac.kz/ru/publishing/dualnoe-obuchenie-v-rk-na-puti-k-evropejskim-standartam> - zaglavie s jekrana. – (data obrashhenija: 06.09.2017).
3. Sabitova A.M., Abilkalamova K.K. Mezhdunarodnyj konkurs molodyh dizajnerov i model'eroev "ZhAS - ORKEN" – sovremennaja platforma dlja razvitiya dizajna // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti* – 2016, № 5. S.252...254.
4. Kuleshova A.A. Konkursy v otechestvennoj industrii mody // *Innovacii v servisnoj jekonomike* – 2010, №4 (138). S.124...127.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Информационно-аналитический журнал "Аккредитация в образовании". Опыт дуального обучения в Германии, Казахстане, России [электронный ресурс]. – режим доступа: [http://www.akvobr.ru/opyt\\_dualnogo\\_obuchenia.html](http://www.akvobr.ru/opyt_dualnogo_obuchenia.html) - заглавие с экрана. – (дата обращения: 06.09.2017).
2. IAC информационно-аналитический центр. Дуальное обучение в РК: на пути к европейским



стандартам [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://iac.kz/ru/publishing/dualnoe-obuchenie-v-rk-naputi-k-evropeyskim-standartam> - заглавие с экрана. – (дата обращения: 06.09.2017).

3. *Сабитова А.М., Абилкамова К.К.* Международный конкурс молодых дизайнеров и модельеров "ЖАС - ОРКЕН" – современная платформа для развития дизайна // Изв. вузов. Технология тек-

стильной промышленности – 2016, № 5. С.252...254.

4. *Кулешова А.А.* Конкурсы в отечественной индустрии моды // Инновации в сервисной экономике. – 2010, №4 (138). С.124...127.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 29.05.17.

UDC 378.1

## MODERN TRENDS IN PEDAGOGICS ON INTRODUCING INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE STUDENT TRAINING PROCESS

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПЕДАГОГИКЕ ПО ВНЕДРЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

*E.YU. PARFYONOVA, G.S. SHAIZADANOVA, K.K. ABILKALAMOVA*  
*Е.Ю. ПАРФЕНОВА, Г.С. ШАЙЗАДАНОВА, К.К. АБИЛКАЛAMOVA*

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
E-mail: garwood@mail.ru

*The article is about modern trends in pedagogy, the role of information technologies in the creative activity of "Design" specialty students, and an overview of graphic programs used to train designers.*

*В статье рассматриваются современные тенденции в педагогике, роль информационных технологий в творческой деятельности студентов специальности "Дизайн", а также обзор графических программ, использующихся для подготовки специалистов дизайнеров.*

**Keywords:** modern means of education, information technologies in creative activity, "Design" specialty.

**Ключевые слова:** современные средства обучения, информационные технологии в творческой деятельности, специальность "Дизайн".

Social and economic reforms in Kazakhstan and demand placed on graduates of universities by employers and the labor market lead to inevitable changes in the quality of professional education. The modern education system in the process of learning should form for student the necessary professional skills and qualities, teach him to make independent decisions, to know and be able to correctly

use various means to solve emerging problems.

The transition to an information society requires the education system to solve a fundamentally new problem of training people who are adapted to the rapidly changing realities that can not only perceive, store and reproduce information, but also produce a new

one, manage information flows and efficiently process them [1].

Modern trends in pedagogics are aimed at developing and implementing the perfect technological approaches to the organization of the training process.

Most modern teaching aids are based on information technologies. With the active introduction of information technologies in the training process, there are great prospects - improving the efficiency and quality of the education process, as well as its adaptability to the individual characteristics of each student. However, excessive concentration on the introduction of information technologies, computer programs and transferring to a secondary plan the ability of students to "work with their hands" can lead to the opposite results.

Therefore, it is important to analyze the key points related to the integration of information technologies in the educational process and outline the boundaries of their most appropriate application.

At this stage of the development of education system, there is a problem of purposeful preparation of students and entrants to creative activity. The real problem is related to various problems and aspects of the learning process. Scientific-technological progress and market economy have a great influence on all spheres of human activity. In this regard, raised the requirements for the level of student and a young specialist creative abilities who are able to independently solve a variety of creative tasks. This task and the requirements for raising the creative level of the young specialist have become a worldwide trend.

In the recommendations of the XXI International Congress of UNESCO (1999 Seoul), emphasis is placed on the fact that professional education should "not only provide students with the knowledge and skills of specific work, but give them something more and more carefully prepare a person for a world of work." Because of the large "dispersion" of the demands placed on graduates of higher educational institutions by employers, a problem arises to the teachers. Some teachers focus on stimulating the positive motives of educational and creative activity, others - on the development of intellectual qualities, the third

place emphasis on the self-organization of the student's personality in educational and creative activities. As a result, the creative abilities of the individual develop unevenly, young specialists either do not always orient themselves in engineering and technological processes, or show no interest in creative activity, which is impossible when the designer becomes a person. All these qualities should complement each other for a more complete development of skills.

The process of training for active creativity remains an actual task of pedagogical science and practice. Today, only a person creatively related to activity is able to solve the entire complex of practical and theoretical problems, which puts him scientific and technical progress. Consequently, one of the most important tasks of professional education is the creation of pedagogical conditions for the development of creative imagination and the creative qualities of personality that are necessary for further creative professional activities.

Introduction of the newest information and educational technologies in the sphere of higher education allows to change and revise the forms, content and methods of teaching students. An important educational program at the present stage of education is the search for new effective forms that will improve the quality of education. Today, when applying for a job, an obligatory requirement for a young specialist is the possession of computer programs at the proper level, the portfolio of the candidate's work. Using of information technologies by the teacher in the educational process, as well as in independent and project activities, will lead to positive results in the teaching of students.

The computer and the Internet are the most accessible and modern methods of obtaining, processing and registration of the results of the trainee's work. Computer technology is not only a highly effective pedagogical tool, but also a means of access of teachers and students to scientific and methodical information in an interactive mode.

Interactive (from English "interact" means "the ability to interact or is in the mode of conversation, dialogue with something (for

example, a computer system) or someone (a person) [2].

In the process of teaching students on 5B042100 "Design" specialty at Almaty Technological University, the following packages of graphic programs are used that allow you to approach the issue of training specialist in accordance with international requirements and the specifics of this specialty:

- package Adobe Creative Suite Design Premium includes following programs: Photoshop, Illustrator, InDesign, Flash Professional;

- package Corel DRAW Graphics Suite includes following programs: vector editor Corel DRAW and the raster graphics editor Corel PHOTO-PAINT;

- package Autodesk Product Design Suite, with programs Autodesk 3ds Max Design, AutoCAD.

Information technologies contribute to the disclosure and development of individual abilities of students, aspiration for self-training and emphasize the role, significance of intersubject communications. Using modern information technology students have the opportunity to create thematic computer projects in various directions in accordance with their ideas, views and thinking.

Using the Adobe software package "Graphic Design" specializing students consolidate the acquired knowledge in the design of corporate style, processing of raster images, imposition of books and booklets, creating animated scenes and video films (Fig. 1 – color correction of raster images).



Fig. 1

"Fashion Design" specializing students use Corel DRAW program to draw models of

clothing, technical sketches, trend-boards of collections (Fig. 2 – drawing the model of female clothing in the vector).

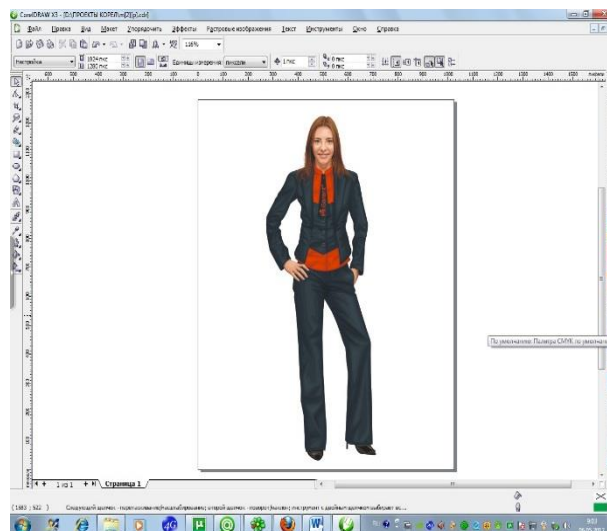


Fig. 2

## CONCLUSIONS

An important task of modern education is to coordinate the activities of university teachers with the goal of effectively student work where computer technology will play a big role.

One of the important tasks facing the university is the training of specialists who are able to apply new educational methods and use computer technology in professional activities.

In addition, it is necessary to retrain the teaching staff with the goal of mastering, introducing computer technologies in the process of their teaching disciplines.

The solution of these problems will allow to optimize the process of training specialists using computer technology.

## REFERENCES

1. Utenin M.V. Formirovanie informacionnoj kompetentnosti studentov na osnove tehnologij multimedija. – M., 2006.
2. Suvorova N. Interaktivnoe obuchenie: novye podhody [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: vashabnp.info/\_ld/0/95\_a6D.doc

## ЛИТЕРАТУРА

1. Утенин М.В. Формирование информационной компетентности студентов на основе технологической мультимедиа. – М., 2006.

2. Суворова Н. Интерактивное обучение: новые подходы [Электронный ресурс]. Режим доступа: vashabnp.info/\_id/0/95\_a6D.doc

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 29.05.17.

УДК 74.01/09

### ПРИМЕНЕНИЕ МОТИВАЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ – КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

### USING OF MOTIVATION LESSONS – AS AN INNOVATIVE METHOD OF ORGANIZATION OF STUDENTS' ACADEMIC ACTIVITY

А.М. АЛДАНАЕВА, Г.К. БАХРЕТДИНОВА  
A.M. ALDANAYEVA, G.K. BAHRETDINOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: feniks\_20\_67@mail.ru, b\_gulnara@inbox.ru

*В статье отражена важная роль применения мотивационных занятий – как инновационного метода организации учебной деятельности студентов Дизайн - студии. Занятия в студии дают возможность не только изучить различные техники декоративно-прикладного искусства, но и применить их, используя комплексно при проектировании предметов одежды, интерьера и всего того, что так или иначе окружает нашу жизнь.*

*The article reflects the important role of using of motivation lessons as an innovative method of organization of Design-studio students' academic activity. The program provides an opportunity not only to study the various techniques of arts and crafts, but also apply them using complex in the design of clothing, interior and everything that somehow surrounds our life.*

**Ключевые слова:** дизайн-студия, творчество, самостоятельное мышление, мотивация, нравственность, коллектив.

**Keywords:** design studio, creativity, independent thinking, motivation, morality, collective.

Дизайнер должен глубоко и тонко понимать специфику того искусства, которым занимается, и быть мастером своего дела. Мотивационные занятия, которые проводятся на базе Дизайн-студии Алма-

тинского технологического университета при кафедре дизайна, рассматривают моменты творческого процесса и пути совершенствования мастерства студента. Непосредственная цель применения инно-

вационного метода – помочь развитию творческой индивидуальности будущего дизайнера.

Мастерство необходимо совершенствовать, поскольку оно должно быть на уровне современных требований. Использование мотивационных занятий необходимо, так как они формируют у обучающихся веру в себя, гордость за профессию, чувство прекрасного, эстетический вкус и нравственность.

Актуальность и динамика развития Дизайн-студии обеспечиваются следующими факторами.

Отслеживание динамики и тенденций рыночного спроса на определенные знания, умения и навыки выпускников [1].

Включение в учебный план дисциплин, обеспечивающих подготовку студентов как специалистов широкого профиля.

Изучение и усвоение студентами основных концептуальных подходов к решению прикладных, творческих и научных задач.

Наши студенты получают навыки, которые позволяют им социально самоутвердиться, выработать умения психологически ориентироваться в командной среде.

Основная стратегия Дизайн-студии: ориентация на применение передовых технологий с целью осуществления профессиональной образовательной и научно-исследовательской деятельности.

При рассмотрении творческой самостоятельности дизайнера необходимо выделить основные подходы к определению понятия "творчество". Ученые выделяют признаки, характеризующие творчество как целостный процесс. А именно – наличие творческой задачи, новизны, оригинальности процесса и результата. Индивидуальное воображение студента, своеобразие творческого почерка проявляются особенно ярко на дополнительных занятиях по декоративной композиции, где предлагаются задания, которые дают простор фантазии и выдумке. Задача Дизайн-студии состоит в том, чтобы воспитать деятельную личность, способную творить по законам красоты.

Студент обретает уникальную способность познавать самого себя и окружаю-

щий мир, применять силу своего интеллекта, участвуя в проектах Дизайн-студии "Алалем" (рис. 1, 2 – головные уборы в виде цветов (выступление на мероприятии – Посвящение в студенты)).



Рис. 1

Рис. 2

Оригинальные образы на тему цветов были выполнены из цветной гофрированной бумаги методом наколки. Студенты проявили определенное мастерство, понимание стоящих задач, поэтому процесс работы и результаты были особенно интересны.

Современный социальный заказ на образование обусловлен задачами художественного образования студентов, которые выдвигаются в концепции модернизации образования [2]. Вдумчивое, творческое отношение и активность в выборе темы помогают будущим дизайнерам достичь исключительных результатов своей работы, что наглядно представляют фототчеты конкурсов (рис. 3 – победители конкурса "Тойказан-2016" – модели коллекции "Ғасырлар үні"). Студенты уже точно знают, как воплотить свои фантазии в реальность, какими средствами воспользоваться, какие возможности предпочесть и какими критериями руководствоваться.

В результате освоения метода мотивационных занятий студент воспитывает, обогащает и совершенствует эстетический вкус, в известной степени "программирует" характер дальнейшего восприятия своих произведений и в некоторой степени является законодателем эстетических вкусов общества.



Рис. 3

Важную роль в процессе творческой деятельности выполняет творческое мышление. Творческое мышление всегда связывают с наличием способности самостоятельно увидеть и сформулировать задачу, сделать точный прогноз, распространить имеющиеся данные на новые условия, найти оригинальные способы ее разрешения.

Итоги реализации мотивационных занятий как инновационного метода организации учебной деятельности студентов представлены в виде проведения выставки творческих работ студентов Дизайн-студии кафедры дизайна ФЛПид АТУ под девизом "Цвет жизни" (рис. 4).



Рис. 4

Результаты творческой выставки показали навыки и достижения коллектива Дизайн-студии "Алалем". Студенты проявляют большой интерес к демонстрации своих работ. Это видно по творческому подъему и энтузиазму, который царит в студии при создании проектов. Единство творческого мастерства, воплощение новых поставленных задач дают оценку работе Дизайн-студии, как инновационному направлению организации учебной деятельности студентов [3].

Эстетическое преобразование предметной среды, повышение художественно-конструктивного уровня сферы творческой деятельности дизайнера является важной целью работы при обучении студентов кафедры дизайна АТУ и Дизайн-студии.

## ВЫВОДЫ

Студенты Дизайн-студии активно участвуют и побеждают на международных конкурсах дизайнеров, республиканских и международных олимпиадах.

Работа Дизайн-студии направлена на обеспечение раскрытия творческого потенциала, сохранение индивидуальности личности, мотивации на развитие жизнетворчества студента.

Теоретические, экспериментально-эмпирические основы компетентностного подхода тесно взаимосвязаны со сферой акмеологии, в основе которой лежит феномен акме (состояние подъема, вершины проявления развития человека как личности, профессионала и гражданина), направленный на выявление характера, форм выражения, возможность самоосуществления, заключающейся в способности быть востребованным специалистом, творческие усилия которого принимаются обществом и необходимы ему [4].

Любой творческий человек должен иметь возможность развиваться, становиться профессионалом, выходить на тот уровень, которого достоин. Глубокое познание и понимание мотивационной сферы может обеспечить успех, направить активность личности студента в нужное русло ее развития.

Работа Дизайн-студии дает:

- стимулирование интереса в области предмета изучения, в общеобразовательном плане, развитие навыков критического мышления, анализа и принятия решений [5];
- коммуникативные (работа в команде, написание заявок, обобщение и выводы, руководство группой) навыки;
- установки социальных ценностей (здоровая конкуренция, сотрудничество, восприятие интересов других участников);
- саморазвитие или развитие благодаря другим участникам (приобретение лидерских качеств, оценка собственного потенциала, постановка новых целей и решение задач).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Савина Е.В. Компетентностный подход в профессиональном образовании // Образовательная среда сегодня: стратегии развития. – 2016, №1 (5). С. 249...252.
2. Волик М.В., Козаева К.Г., Плиева В.А. Использование метода проектов в профессиональном обучении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014, № 4-2. С. 94...97.
3. Леванова А.Е., Урайская И.Н. Формирование у студентов мотивации к обучению // Профессио-

нальное образование в России и за рубежом. – 2013, №3(11). С. 121...125.

4. Слонов Н.Н. Системный подход в ситуации акме // Акмеология. – Саратов, 1996. С. 24.
5. Палкин Е.В., Розанова Т.С. Применение методов активного обучения как способ повышения мотивации учебной деятельности студентов // Вестник КрасГАУ. – 2014, №1. С. 226...231.

#### REFERENCES

1. Savina E.V. Kompetentnostnyj podhod v professional'nom obrazovanii // Obrazovatel'naja sreda segodnja: strategii razvitiya. – 2016, №1 (5). S.249...252.
2. Volik M.V., Kozaeva K.G., Plieva V.A. Ispol'zovanie metoda proektov v professional'nom obuchenii // Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk. – 2014, № 4-2. S. 94...97.
3. Levanova A.E., Urajskaja I.N. Formirovanie u studentov motivacii k obucheniju // Professional'noe obrazovanie v Rossii i za rubezhom. – 2013, №3(11). S. 121...125.
4. Slonov N.N. Sistemnyj podhod v situacii akme // Akmeologija. – Saratov, 1996. S. 24.
5. Palkin E.V., Rozanova T.S. Primenenie metodov aktivnogo obuchenija kak sposob povyshenija motivacii uchebnoj dejatel'nosti studentov // Vestnik KrasGAU. – 2014, №1. S. 226...231.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 29.05.17.

УДК 675.6 + 687.1/4

## ОПЫТ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА В АЛМАТИНСКОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

### EXPERIENCE OF PREPARATION OF SPECIALISTS FOR LIGHT INDUSTRY OF KAZAKHSTAN IN ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

О.В. ГРИГОРЬЕВА, В.Б. СКАРЬДОВА  
O.V. GRIGOREVA, V.B. SKARDOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: olga\_grigoryeva@mail.ru

*Статья посвящена проблеме трудоустройства выпускников вуза и опыту подготовки молодых специалистов для легкой промышленности Казахстана на кафедре технологии, конструирования изделий и товаров Алматинского технологического университета с использованием элементов дуального образования, а также выполнению дипломных работ по заказу предприятий.*

*The article is devoted to the problem of the employment of the graduates of the university, and the experience of training young specialists for the light industry of Kazakhstan at the department "Technology and design of products and goods" of Almaty Technological University with the use of elements of dual education and performance of the diploma works commissioned by enterprises.*

**Ключевые слова:** интеграция в образовании, дуальное обучение, практикоориентированное обучение, рынок труда.

**Keywords:** integration in education, dual training, practical-oriented training, labor market.

В настоящий момент проблема подготовки кадров для легкой промышленности Республики Казахстан стоит на первом месте. Актуальной проблемой становится соответствие современным требованиям производства и бизнеса качество подготовки выпускников, их конкурентоспособность. Алматинский технологический университет ежегодно выпускает более полсотни бакалавров техники и технологий по специальности "Технология и конструирование изделий легкой промышленности", из которых 70...80% трудоустраиваются по специальности. Швейные предприятия не заинтересованы в приеме на работу молодых специалистов, недостаточно владеющих практической подготовкой по специальности, но имеющих достаточный багаж знаний теоретической подготовки. Интеграция в образовании предполагает комплексный подход в обучении при подготовке специалистов для производства. Одной из составляющих интеграционного образовательного процесса является дуальная система образования.

Дуальная система образования предусматривает сочетание обучения с периодами производственной деятельности. Будущий специалист учится в двух учреждениях, где, по определению любителей метких фраз, догоняет двух зайцев, осваивая и теорию, и практику. С одной стороны, получает образование в профессиональной школе (она дает теоретические знания), а с другой – на обучающем предприятии, где вырабатываются необходимые для данного производства компетенции. Оба учреждения являются партнерами по отношению друг к другу. Очень важно, что моло-

дые люди, сочетающие обучение с производственной деятельностью, остаются работать на обучающем предприятии [1].

Общепризнанным лидером в организации дуального обучения считается Германия, где система профессионального образования отличается развитым институтом наставничества, практикоориентированным обучением и активным участием бизнеса в подготовке кадров. Опыт этой страны служит образцом для всего Европейского Союза [1].

На кафедре технологии, конструирования изделий и товаров Алматинского технологического университета для обучения будущих специалистов легкой промышленности Казахстана с 2016 г. был подписан Договор №1/123 о сотрудничестве в обучении студентов по дуальной системе с ТОО "Казлегпром". На основании этого договора практические и лабораторные занятия специальных дисциплин "Основы технологии изделий из кожи и меха", "Основы конструкторской подготовки изделий из кожи и меха" проводили на данном предприятии при наставничестве ведущих специалистов. Теоретические знания студенты получали в стенах университета с помощью специалистов, приглашенных с данного предприятия.

В рамках разработки дипломных работ студенты старших курсов при работе над практической частью проекта выполняли определенный объем исследовательских работ по заказу предприятий. Так, в текущем учебном году по заказу предприятия ТОО "КазСПО-N" было выполнено 6 дипломных работ по специализации "Технология и конструирование швейных изде-



лий", а по заказу ТОО "Казлегпром" 18 дипломных работ по специализации "Технология, конструирование изделий из кожи и меха" и "Технология и конструирование швейных изделий" (рис. 1 – модели мужской одежды, внедренные на ТОО "Казлегпром" (дипломная работа студента Турмахан А.)).



Рис. 1

В результате такого опыта основная часть выпускников трудоустроивается на том же предприятии, и время на адаптацию к условиям реальной практической работы на производстве выпускников ОП "Технология, конструирование изделий легкой промышленности" значительно сокращается. В частности, многие из выпускников 2016/17 учебного года были приняты на руководящие должности на предприятие ТОО "Казлегпром".

Главным показателем качества образовательного процесса в вузе является количество выпускников, востребованных на современном рынке и сумевших успешно трудиться по специальности. Для любого вуза важно максимально быстро получать информацию об имеющихся на рынке труда вакансиях и оперативно размещать их, используя все возможные информационные ресурсы, в том числе социальные сети, чтобы вакансия не осталась незамеченной [2]. Наличие "Центра карьеры" в АТУ способствует обеспечению эффективной вза-

имосвязи между рынком труда и рынком образовательных услуг. "Центр карьеры" предоставляет информацию о вакансиях на рынке труда, размещенных на сайте АТУ, что позитивно сказывается на трудоустройстве выпускников.

"Центр карьеры" не только проводит ярмарки вакансий, но и оказывает содействие при подборе персонала, а также организует мастер-классы и тренинги от представителей предприятий, чтобы студенты могли раскрыться и зарекомендовать себя перед потенциальными работодателями.

Одной из приоритетных задач кафедры ТКИТ является система содействия занятости студентов и трудоустройство выпускников. Кафедра максимально тесно сотрудничает с представителями предприятий: ТОО "Firm "Kaz Centre"", ТОО "Казлегпром-Алматы", ТОО "NIKA", ИП "Гапоненко", Дом Моды "KIORI" и др.

## ВЫВОДЫ

Согласно данным о трудоустройстве выпускников кафедры технологии, конструирования изделий и товаров Алматинского технологического университета за последние 5 лет можно сделать следующие выводы.

- В целом трудоустройство выпускников осуществляется за счет вуза, что позитивно отражается на престиже АТУ.

- Кафедра технологии, конструирования изделий и товаров не ограничивает студентов для самостоятельного выбора места работы в г.Алматы и Республике Казахстан.

- Специальность "Технология и конструирование изделий легкой промышленности" в настоящее время популярна и востребована на рынке труда Республики Казахстан. Это объясняется ежегодным увеличением набора абитуриентов по данной специальности. Количество поступающих студентов вызвано интересом к специальности и возможностью дальнейшего трудоустройства.

- Выпускники кафедры работают на ведущих швейных предприятиях г.Алматы и

Республики Казахстан, которые выпускают продукцию по Государственным заказам и для индивидуального потребителя.

- При взаимодействии местных предприятий с кафедрой ТКИТ появляется возможность обеспечить на научной основе опережающую подготовку востребованных специалистов, имеющих современное профессиональное образование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Опыт дуального обучения в Германии, Казахстане, России // Аккредитация в образовании. – 2017, № 3.

2. Стецунов В.В. Трудоустройство выпускников системы профессионального образования в условиях кризиса: проблемы и перспективы // Вестник Адыгейского гос. ун-та. Серия 5: Экономика. – 2015, № 2. С. 216...222.

3. Чернышева Н.И. Проблема трудоустройства выпускников учебных заведений и поиск путей ее решения // Наука и экономика. – 2011, № 1...5. С.62...63.

#### REFERENCES

1. Opyt dual'nogo obuchenija v Germanii, Kazahstane, Rossii // Akkreditacija v obrazovanii. – 2017, №3.

2. Stecunov V.V. Trudoustrojstvo vypusknikov sistemy professional'nogo obrazovanija v uslovijah krizisa: problemy i perspektivy // Vestnik Adygejskogo gos. un-ta. Serija 5: Jekonomika. – 2015, № 2. S.216...222.

3. Chernysheva N.I. Problema trudoustrojstva vypusknikov uchebnyh zavedenij i poisk putej ee reshenija // Nauka i jekonomika. – 2011, № 1...5. S.62...63.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 29.08.17.

UDK 372.881.111.1

### TRAINING IN THE TRANSLATION OF PASSIVE CONSTRUCTIONS FROM ENGLISH LANGUAGE INTO KAZAKH LANGUAGE FOR STUDENTS OF SPECIALTIES OF THE TEXTILE INDUSTRY

### ОБУЧЕНИЕ ПЕРЕВОДУ ПАССИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА КАЗАХСКИЙ ЯЗЫК СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Z.ZH. AUKHADIEVA, M.N. NIZAMOVA, L.S. JAKIPOVA, K.M. RAEVA, A.ZH. KUSHERBAEVA  
З.Ж. АУХАДИЕВА, М.Н. НИЗАМОВА, Л.С. ДЖАКИПОВА, К.М.РАЕВА, А.Ж. КУШЕРБАЕВА

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
E-mail: zauresh.59@mail.ru

*The article is devoted to teaching translation of passive constructions from English into Kazakh, which has been an actual topic studied by many researchers. English is characterized by saturated passive constructions. It is typical for special texts in textile industry. Complexities in translating of passive constructions from English into Kazakh arise when the passive of the English language action corresponds to several options in the Kazakh language. The article gives examples of passive constructions related to light industry and their translations from English into Kazakh.*

*Предлагаемая статья посвящена обучению переводу пассивных конструкций с английского языка на казахский язык, что всегда являлось актуальной темой и привлекает внимание многих исследователей, так как английский язык характеризуется насыщенными пассивными конструкциями. И это типично для специальных текстов в сфере текстильной промышленности. Сложности при переводе пассивных конструкций с английского языка на казахский возникают в том случае, когда пассиву действия английского языка в казахском языке соответствует несколько вариантов.*

**Keywords:** transfer, pledge, category, pretext, passive contraction, intercultural communicative competence.

**Ключевые слова:** перевод, залог, категория, предлог, пассивная конструкция, межкультурная коммуникативная компетенция.

The entry of Kazakhstan in the world community, the recognition of our country by more than 120 countries of the world, focus of economic life on the principles of market economy became a push for rapid development of diplomatic and economic relations of Kazakhstan with foreign countries.

With development of trade relations especially in the area of textile industry the key moment is purposeful training of future experts with knowledge of English. The President of the country N. A. Nazarbayev in his Message to citizens of Kazakhstan "The third modernization of Kazakhstan: global competitiveness", emphasizes the great significance of English in new technologies, new productions and new economy. Currently, 90% of information is created in English all over the world. Without acquisition of English, Kazakhstan won't make national progress". Knowledge of English forms cross-cultural competence and opens new opportunities on the international labor market. Intercultural communicative competence is essential in learning foreign languages. Future experts –technologists have to:

- know culture and traditions;
- be able to conduct a conversation - dialogue of the general character;
- follow rules of speech etiquette;
- know the grammatical minimum including the grammatical structures, necessary for practicing oral and written forms of communication.

Therefore, while training design engineers, designers' special attention is paid to practical translation of special texts, where terms are quite frequent and play an important semantic role. Teachers teach students to solve grammatical problems of translation. English is characterized by saturated passive constructions. It is typical for special texts in the sphere of light industry, namely in the textile industry. The professional qualified translation begins with the foreign-language sentence which is already comprehended by a translator, and, therefore, its grammatical structure is revealed. However, under the influence of various factors in translating, it is necessary to resort grammatical transformations, the most important of which are in the complete or partial reconstruction of a sentence. Often transformation is necessary even if there is a similar structure. Style of the scientific technical text gives to a translator very ample syntactic opportunities. As structuring a sentence doesn't play an independent stylistic role in translation into other language in very wide borders any grammatical reorganizations and syntactic regroupings up to break a sentence on smaller parts are possible, a combination of smaller parts in a single whole, connection of one part of the sentence with a part of another and etc. It is always necessary to take into account the extreme specificity of each language from which or to which to translate. However, exact translation in formally grammatical relation is often im-

possible due to the lack of formal correspondences. Especially rare cases are in which the translation and the original completely coincide with the grammatical categories. While choosing the grammatical options that can be used in translation, you need to weigh and compare all the available transmission methods in order to apply the best one in translation. Translating from English into Kazakh, the restructuring of a sentence containing passive constructions is largely predetermined by the need for a complete reordering of words in the presence of a so-called "framework construction" in English. Passive voice in English is formed from transitive verbs. The formal sign of the passive is the auxiliary verb *to be* with the participle II (Past Participle) of the main verb with the end – *ed* or in the 3<sup>rd</sup> form. In the sentence with the predicate in the passive, an object is allocated to which the actions are directed. Therefore, the object is expressed by a noun in the nominative case i.e. subject. When using a passive, we name the performer of an action, his reason or tool. A formal sign of "figure" are prepositions *by, with*. The passive is used in English much wider than the Kazakh passive voice. During the translation of sentences with a predicate in the form of a passive, from English into the Kazakh language, it is necessary to take into account the fact that in the Kazakh language reflexive corresponds passive voice of action through suffixes -н/-ын/-ін and passive voice by suffixes -л/-ыл/-іл, as well as imperative with the help of suffixes -т, -дыр/дір, тыр/тір, -ғыз/гіз, қыз/кіз [4, 75]. For example, *Modern shoes were made in Kazakhstan. – Сәнді етіктер Қазақстанда жасалынған. Jewelry and eyeglasses are usually considered as accessories. – Зергерлік бұйымдар мен көзілдіріктер аксессуарлар ретінде қарастырады.* This sentence can be translated into Kazakh as: *Зергерлік бұйымдар мен көзілдіріктерді аксессуарлар ретінде қарастыруға болады.* Translating features in the Kazakh language is that an action is accomplished by a subject. In the following example, the passive construction can be transformed into the Kazakh language as a passive and so active voice, i.e., *My purse has been*

*stolen – Менің әмияным ұрланды немесе менің әмиянымды ұрлады.* The meaning is not lost in the sentence. Apparently from the given examples, the verb in passive voice in English can be translated into Kazakh in several ways. In both cases in English and Kazakh languages passive voice indicates that the subject is affected by other subject or a person. One of the main problems in translation of passive forms from English into Kazakh is transferring sentences with prepositions *by, with*, they are usually translated into Kazakh using nouns in the form of a subject. "The translation saves part of the original only in communication without using two languages, as well as in any other communication, losses are inevitable" [3, 215]. The difficulty in translating texts or sentences with prepositions from English to Kazakh is that there are no prepositions in the Kazakh language, since they belong to the agglutinative group of languages and usually prepositions are transmitted to the Kazakh language with the help of case endings or postpositions. However, in the following examples prepositions as a part of passive constructions are transferred by a verb in an active voice, and a performer or a subject becomes the subject of the sentence, an indirect object of the sentence. Here are the examples: *Clothes of the Saks were made by masters and they used skins of animals. – Сақтардың киімдерін шеберлер аң терілерінен жасаған. What colors in logos are used by designer? – Дизайнерлер логотиптерде қандай түстер қолданады? The paper is cut with the scissors. – Қағазды қайшымен кесті. Factories are installed with modernized equipment. – Заводтарды жаңа қондырғылармен жабдықтайды.* Special variety of a passive construction represents so-called phraseological combinations, which are very characteristic for special texts in textile industry. In these combinations nouns are taken out into the forefront and the verb takes the form of a passive voice. Such phraseological combinations are transferred into the Kazakh language in a passive voice by means of suffixes –л/-ыл/-іл or in the way of formation of the main voice, which includes as transitional (meaning the action directed to a direct object), and

intransitive (meaning the action or a state which don't extend to an object). For example, *mention has been made...*- *Еске түсірілді...*

*Use is being made of...* -Қолданылып жатыр или пайдаланылып жатыр ...

*Provision is made for...*- Қарастырылады или қарастырылып жатыр...

*Advantage was taken of this fact...* – Фактілер алға тартылды или тартылып жатқан...

*Care should be taken...* -Қамқорлық көрсетілуі қажет...

Difficulties in translation of passive constructions from English into Kazakh arise, when several Kazakh variants correspond to one passive action in English. For example,

*Our decision is reported to you per fax.* – Біздің шешіміміз факс арқыл хабарланады. *Excellent fabrics are used here.* – Мұнда өте жақсы маталар пайдаланылады. *Vases can be not thrown away.* – Түктерді тастауға болмайды. *The famous designers were followed by a great crowd.* – Атақты дизайнерлердің артынан үлкен тобыр жүрді. *Until the 1950s fashion clothing was predominately designed.* – 1950 жылдарға дейін сәнді киімдер көптеп құрастырылды.

From the abovementioned examples the main types of grammatical transformations in Kazakh are the following:

1) reflexive voice, which is formed by adding suffixes –*н/-ын/-ін* to the main voice;

2) passive voice by means of suffixes –*л/-ыл/-іл*;

3) infinitive with an auxiliary verb in a dative-nominative case;

4) active voice;

5) joint voice, which is formed by adding the suffix – *с* to the main voice;

6) impellent voice by means of suffixes – *дыр/-дір, -тыр/-тір*.

## CONCLUSION

The provided analysis of examples allows to reveal the most typical interlingual polytypic compliances, which are established between units of the same level or between units of different level.

Thus, from the abovementioned examples we can see disparities in the grammatical system of two languages. The given possibility of transferring the meaning precisely of grammatical forms is compensated constantly with the help of other grammatical means or dictionaries. “The translator analyzes the initial message, transforms to simpler and accurate forms, transposes them at the level of initial system language and then reconstructs messages on translated language” [2,11]. Passive voice is used in English much more widely than in Kazakh. Considerably bigger number of English verbs is able to express category of passivity. “It leads to the fact that any kind of the English addition - direct, prepositional indirect, nonprepositional indirect - can act as the subject of a passive construction” [1].

## REFERENCES

1. *Klimenko A.V.* // Translation of constructions in passive voice [Electronic resource].
2. *Schweitzer A.D.* Theory of translation. – М., 1988.
3. *Minyar-Beloruchayev R.K.* Theory and methods of translation. – М., 1996.
4. *Isayev S., Nurkina G.* Comparative typology of the Kazakh and Russian languages. – Almaty, 1996.

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 29.05.17.

**THE TRANSLATION FEATURES  
OF THE NATIONAL CLOTHES NAMES FROM KAZAKH INTO ENGLISH**

**ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОДА НАЗВАНИЙ ОДЕЖДЫ  
В НАЦИОНАЛЬНОМ СТИЛЕ С КАЗАХСКОГО НА АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК**

Z.ZH. AUKHADIEVA, G.M. EGEMBERDIEVA, D.A. BAZAROVA, M.B. TLEULINOVA, A.T. TAUBEEVA  
З.Ж. АУХАДИЕВА, Г.М. ЕГЕМБЕРДИЕВА, Д.А. БАЗАРОВА, М.Б. ТЛЕУЛИНОВА, А.Т. ТАУБЕЕВА

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
E-mail: zauresh.59@mail.ru

*Article is devoted to ethnolinguistic properties of the name of national clothes and their translation from Kazakh into English.*

*In the present article are considered various transformations which are used for adequate and complete translation of the national clothes names.*

*The practical importance of work consists of possible usage of the names of national clothes from the point of view of ethnolinguistics and translation on a practical training in the sphere textile industry.*

*Статья посвящена этнолингвистическим свойствам названия национальной одежды и их переводу с казахского языка на английский язык.*

*В настоящей статье рассматриваются различные трансформации, которые используются для достижения адекватного и целостного перевода названия национальной одежды.*

*Практическая значимость работы заключается в возможности использования названия национальной одежды с точки зрения этнолингвистики и перевода на практических занятиях в сфере текстильной промышленности.*

**Keywords:** national clothes, translation, ethnolinguistic transformation, textile industry.

**Ключевые слова:** национальная одежда, перевод, трансформация, этнолингвистика, текстильная промышленность.

Academician A. Qaidar wrote: “ The outlook and being of population is stored in its language. The consolidation about the name of the phenomenon and different things properties, moving rows, customs and traditions are not coming to the next generation only by the facts of language, i.e., the only language words and collocation, phraseology and proverbs, legends, fairy tales” [1, 18]. In national language there aren't a little multifaceted deep and mystery words. Like many creators and witnesses of historical eras together with the growing population, the appearance of a

kind of clothes that describe the material culture of our people and the influence of every society to the history and peculiarities of their consumption determined by analyzing the historical- lexicology, etymological and linguistic names of clothes” [2, 13].

It was said that the Kazakh language in terms of vocabulary in the languages of the world is one of the richest, translation is one of the process which shows to other ethnos their peculiarities, national colors, laws and ethnolinguistic descriptions and translator is the person who delivers it. German writer Al-

fred Kurella said “ Translator should know better about the country of composition’s author, his life, clothes, customs and traditions, spiritual values, beliefs, history, geographical position. One of the main difficulties encountered in translation “reality” words that is the translation of lexemes which has no equivalents. “Reality” words mean the concept which connects with certain population, nations customs and traditions, life, history, spiritual and material lifestyle [8, 59...69]. These can be attributed to the following ethno-lexical words:

- the national belief, religion, customs and traditions of the realities;

- with respect to domestic customs, clothes, utensils, dishes, food, the national holidays;

The main facts which determine the lexical features of Kazakh language are the types of hats, as *kupi*, *timak*, *ishik*, *kimeshek*, *burkenshik*, *malakai*, *zhalbagay*, *bashlik*, *dalbay*, *kulapara*, *boric*, *karakara*, *kundik*, *zhel-ek*, *zhali*, *kasaka*, *tahia*, *shilauish*, *zhaulik*, also the main names of clothes are *shapan*, *kupi*, *ton*, *zhaki*, *zhargak*, *zhidem*, *ishek*, *shekpen*, *kebenek*. They have no equivalent in other languages. The clothes which constructed to this group are *koilek*, *zheide*, *kokirekshe*, *kazekei*, the types of shoes as *sirma*, *kiiz*, *shetik*, *masi*, *kebis*, *shokai*, *myuik*, (wear outside the boots, tanned leather) *baipak*, *kezel*, *saktian*. These words can be attributed as the reality words, because they include certain periods of history and culture and it’s national color and shade in other words are highlighted. There are several approaches used in translating reality words. They are transcription, transliteration, close translation, calque, (the usage of semi-calque methods) description, explanation, analyzing and et. c. The main thing to keep in mind in translation approaches are the choice of words or collocations, especially to give the correct meaning of the reality words, in addition to know the historical and cultural characteristics, it will be understandable to the second language reader if the national colors are kept, because in national museums, in art gallery and many books the names of our national clothes equivalents are given by their transcription

and any other information, of course it’s not enough [13, 18...128].

Transcription is taken from Latin language "transcriptio" i.e. it means “to copy”. The sounds of words in another language are given with the language alphabet (usually geographic name, scientific term) transferred to other language the word sounds. For example: in German *Göttingen* – *Gittengen*, in English *Management* – *management*, in France *Ingenieur* – *engineer* is given as phonetic transcription. This approach is used in the translation of national costumes.

Transliteration in Latin trans, literature through letter writing, that is one of the means to write the second one, that is, one of the letters in alphabetical writing letters - one of the other letters of the alphabet to replace. If you want your words, according to the sound of the alphabet, the alphabet is not difficult to replace. If you want your words, according to the sound of the alphabet, the alphabet is not difficult to replace. While the sound of the words in the alphabet are not corresponded then they are complicated to write.

Transliteration method is used often pay geographical realities. It could include: land, water, names, animals, birds and plant names. For example: *Moscow* - *Moscow*, *Berliner Zeitung*- *Berliner Zeitung*, *Al-Farabi*, *Al-Farabi*, *office-office* etc. Transliteration method was not absolutely corresponded.

The concept “closer translation” (similar concept) is the method that can be used in translating the similar concepts or phenomena using any equivalents. It is called closer not because of its completely similarities, but by their similarities of meanings. So the word *ton* in English language is as the name of the sheepskin coat that can be approximate, because the English people also wear a fur coat. If we take the word *ishik*, in order to be clear for English listeners or readers we can translate it as coat (covered on the outside with a cloth). The word *masi* has the meaning “shoes with thick soles”, it is easy way to interpret for English men . The word *kupi* can be transformed with the following phrases as “in the winter fur coat” and the word *shapan* as “robe, outerwear, likeness”. In this context, a well-known translator and theoretician I.Y. Recker suggests

that any methods of translating words should be used in suitable ways [9, 89...121].

Calque is one of the methods of translating words word by word or give direct translation of the words or phrases. For example the word *beldemshe* is translated as skirt and like other words *bas kiim* - headdress, *zheide*-shirt, *beldik*- belt, strap, *kundyk*- turban, *zhargak shalbar*- men's leather pants, *kosetek koilek*- dress with ruffles, *masi*- soft boots, *tumak*- fur hat, *koilek*- light dress with sleeves, *kebenek*- men's outer felt clothing, "like the felt cloak". Here we can see that some names of clothing can be translated by the method of calque. The reason is calque proves that it can translate the word with its relative equivalent meaning words. Describing and explaining methods are applicable to translate the Kazakh national costumes into other languages. To translate names of national costumes with the help of these methods is considered to be the sufficient way. Because some words can not have equivalent, in this case these methods are have to be used. For instance, we translate the word *saukele* like the Kazakh national female wedding headdress representing high (about 70 cm) a cone-shaped cap it can be more understandable for English readers. The word *saukele* has not any direct translation, because this headdress is used only by Kazakh girls who are going to get married and it belongs to just Kazakh national traditions. In many dictionaries a word is translated in brief meaning, that's why it can lose its ethno-linguistic meaning or feature, for this case the above mentioned methods should be used in translating the words. Kazakh people can get the meaning of the word *kimeshek* as it is the name of Kazakh headdress, and it is worn by our grandmothers, if we translate it in order to be understandable for English readers, then it will have the following meaning - the headdress of the married woman. Details of this attire changed depending on age and the region. The female headdress consisted of two parts: lower - *kimeshek*, put on the head, and top - in the form of a turban, the lower part of an attire which is reeled up a top. Both parts of an attire were made only of white fabric. These types of headdresses are for elderly women. And we

hope, reading the meaning of the given word English readers can get much more information about *kimeshek* and can imagine what it looks like. One of the women's clothes is *tobeldirik*. It can be explained as that this headdress's two sides are decorated golden robes, and it is used instead of *kimeshek*, or we can see it in English language as the decoration for the upper part of *kimeshek*. This shows the creativeness of translator, and also our country is known as touristic one that's why we have plenty of tourists, foreign guests, and our ethno-culture should attract them by all their features.

Attire which is reeled up a top. Both parts of an attire were made only of white fabric. These types of headdresses are for elderly women, described as a second language, if only a little, to bring to describe clear and could imagine. Another one of the only women to wear national dress *tobeldirik*. Top embroidered fringed edges upon the *kimeshek* explains, the word in the English language *kimeshek* will be affirmative. Here is the translator must demonstrate skills such places as our guests, foreign tourists to the country who are interested in something ethno-cultural specifications.

During the translation method translator to determine the behavior of the objective to restore the rule of law, not on the basis of work experience person action should be taken. Translation of translation methods to adapt existing methods and activities to help you get the most effective results. *Kalpak* lexeme the summer headdress sewed from thin felt, mainly white, and had a peculiar ancient sort of fleece you can be translated. And the word *beldemshe* and rats in the type of headgear that the ancient headdress made from camel cloth phrases that would be understandable because it is really word, the definition requires an explanation. Same time, some Kazakhs do not know the word, but it can translate not only describe the English language only, *kasaba* women's head wear embroidered with the gold thread and trimmed by the gold fringe. "Sweaters" and wearing girls as usual over the dress wore a light tank top, chest portion and a skirt embroidered with patterns phrases that describe the proposed



transfer, such an alternative path. The name of the nozzle boots, boots with high tops, and felt stockings inside we decided to pay that. *Masi*- lightweight shoes made of leather and bootleg with painted ornament that can be translated . “A plug cap” phrase, high cap with turned-up fields and embroidered with gold thread ornament it translates as, rich people wore this cap a plug cap will determine the word to say, that it would be easier to understand and listener.

## CONCLUSION

The conclusion is because each language has its own characteristics, language support, treasures of the nation was not in vain, as the spiritual treasures of the people. Cultural relations has its own laws and linguistic and psychological characteristics, and that the person responsible for intercultural relations intercultural competence, and intercultural competence means that people should be outside the scope of their own culture and other cultures without losing the values of spiritual values, and a person exercising the same access to the competence of intercultural competence and

should have intercultural competence means that people outside their own culture and other culture, while not losing the meaning of spiritual values, the ability to substitute glorifies, represents this view, the translation of the people of different culture is connection and gold bridge between many nationalities, an excellent way to exchange and the development of national culture is a reflection of one of the bright.

## REFERENCES

1. *Kaydarov A.T.* Ethno-linguistics // Education and Labor. – 1985, №10.
2. *Almautova A.B.* Kazakh ethno-linguistic names of clothes in nature // Abstract of the PhD thesis for the degree. – Almaty, 2004. P.29.
3. *Vlaxov C., Florin C.* Untranslatable in translation. – M.:High school, 1986. P.384.
4. *Hinayat B., Sujikova A.* Kazakh national costumes. – Almaty book LLP, 2007. P.338.
5. *Resker I.* Theory of Translation and Translation Practice. – M., 1974. P. 216.
6. *Musaly L.J.* <http://www.group-global.org/ru>

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 29.05.17.

UDC 372.881.111.1

## IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF TEACHING STUDENTS OF LIGHT INDUSTRY AND DESIGN BY MEANS CLARITY ON THE EXAMPLE OF STUDYING THE TERMINOLOGY OF STROKE

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ДИЗАЙНА СРЕДСТВАМИ НАГЛЯДНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРМИНОЛОГИИ ШТРИХА

*F.Z. SEITOVA, M.N. NIZAMOVA, M.B. TLEULINOVA, SH.K. SMAGULOVA, N.A. ALMATOVA*  
*Ф.З. СЕИТОВА, М.Н. НИЗАМОВА, М.Б. ТЛЕУЛИНОВА, Ш.К. СМАГУЛОВА, Н.А. АЛМАТОВА*

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
E-mail: ms.fatme@mail.ru

*This paper studies the learning effectiveness of students of the light and design industries means clarity in the area of studying the terminology of the stroke. The authors propose their own method of learning the terminology of the stroke, which allows students to not only learn and practice but to use it effectively in both professional language and drawing.*

*В работе исследуется эффективность обучения студентов специальностей легкой промышленности и дизайна средствами наглядности на примере изучения терминологии шрифта. Авторами предлагается собственная методика обучения английской терминологии техники штриха, которая позволяет студентам не только познакомиться с новой для них терминологией, но и эффективно использовать данный лексический пласт как в профессиональной речи, так и в рисунке.*

**Keywords: terminology, the technique of the stroke, innovative technology, professional language, methodology and didactics, the authenticity, system.**

**Ключевые слова: терминология, техника штриха, инновационные технологии, профессиональный язык, методология и дидактика, аутентичность, система.**

Nowadays, many specialists, including specialists of the light industry pay much attention to learning professional English. According to extensive established studies, professional English has entered a new multilingual world where it makes a considerable impact on people's lives and all spheres of the economy. Professional English is called an international language of business, and it is true because international trade does not stand still. It expands every year bringing many professionals of different countries into contact [1]. Specialists of any sphere who speak professional English fluently can not only provide effective and efficient work, but achieve greater job satisfaction. People need professional English for their professional lives. In order to achieve higher results in learning it, teachers should use up-to-date methods of teaching. One of the ways to make the teaching and learning experience more interesting and memorable is the use of visual aids. Pictures are worth of thousand words; this is especially true when teaching English as a second language. According to some scientists "Visual aids can be defined in two ways: as a diagram or a picture. They can also be divided into two main categories: visual aids such as overheads; and interactive tools such as a video program or resource pack" [2]. As for us, visual aids are visual representations which support teaching in the form of pictures, diagrams, graphs, illustrations, photographs, text, cartoons, films, body language and so on. The main reason for the use of visual aids is to attract students' attention, arose

learners' wishes, vary the learning process and diminish students' anxiety.

In order to teach professional English effectively teachers have to use authentic texts from different spheres because these are the brightest representatives of special terminologies. Knowing professional vocabulary is important for any specialist in order to make his/her English more advanced and professional. Future specialists of the light industry, for example, should fully learn professional terminology. The use of visual aids, especially pictures of different kinds of marks, in learning Professional English is the best way to enhance the students' knowledge of professional vocabulary. It is said that light industry specialists should have specific knowledge of academic drawing, composition and so on and the use of visual aids illustrating the main term of these spheres makes the learning of Professional English more changeable and interesting. Moreover, the use of visual aids in teaching future specialists of the light industry should be thoroughly prepared according to some demands which these specialties require. It is known that there are some English variants of marks terminology which are not known by people of other languages, and teaching students English marks' terminology considerably enriches students' theoretical and practical language knowledge.

The study of English marks' terminology can be supported by using bi-lingual materials. They may be given in the forms of different illustrations. This method of teaching helps to refine language vocabulary and at the

same time improve light industry specialists' drawing abilities. For example, there are some English terminologies of marks which

are given with Russian adequate translation and can be observed in the following pictures.

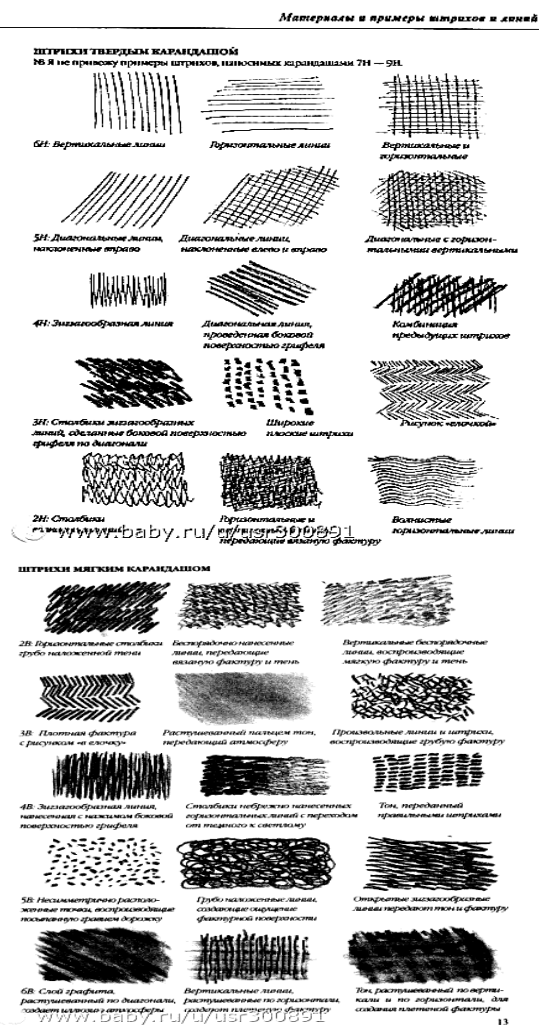
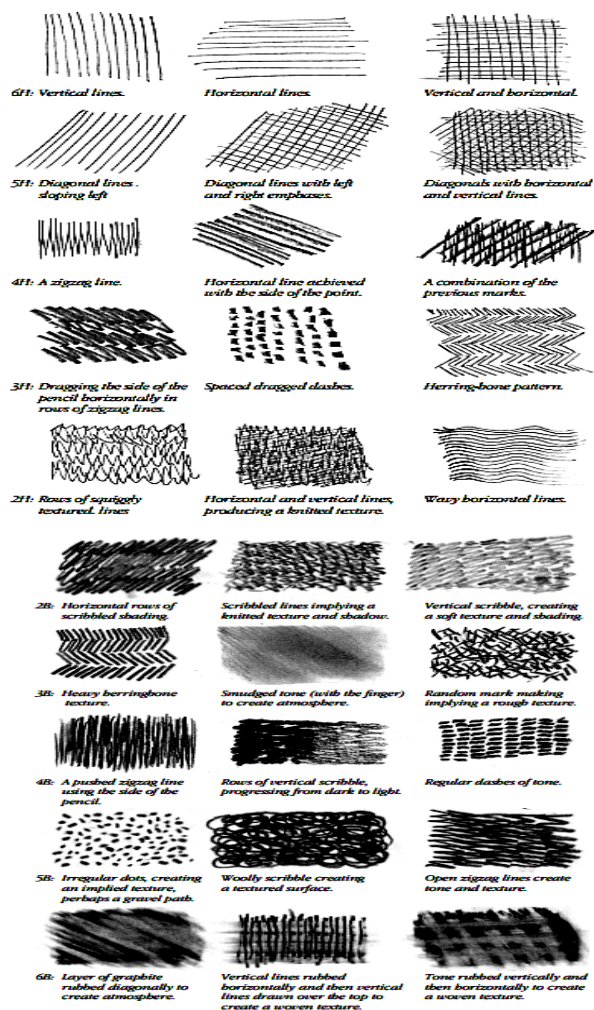


Fig. 1

Fig. 1: there are marks which made by hard pencils: vertical lines – вертикальные линии; horizontal lines – горизонтальные линии; vertical and horizontal lines – вертикальные и горизонтальные линии; diagonal lines sloping left – диагональные линии, наклоненные влево; diagonal lines with left and right emphases – диагональные линии, наклоненные влево и вправо; diagonals with horizontal and vertical lines – диагонали с горизонтальными и вертикальными линиями; a zigzag line – зигзагообразная линия; horizontal line achieved with the side of the pencil – горизонтальная линия, проведенная боковой поверхностью грифеля; a combination of the previous marks – комбинация предыдущих штрихов; dragging the

side of the pencil horizontally in rows of zigzag lines – способы зигзагообразных линий, сделанные боковой поверхностью грифеля по диагонали; spaced dragged dashes – широкие плоские штрихи; herring-bone pattern – рисунок в елочку; rows of squiggly textured lines – столбики волнистых, текстурированных линий; producing a knitted texture – штриховка, передающая вязаную фактуру; wavy horizontal lines – волнистые, горизонтальные линии. There is also terminology for some marks drawn by soft pencils. These include horizontal rows of scribbled shading – горизонтальные линии грубо наложенной тени; scribbled lines implying a knitted texture and shadow – беспорядочно нанесенные линии, передающие

вязаную фактуру и тени; vertical scribble, creating a soft texture and shading – вертикальные беспорядочные линии, воспроизводящие мягкую фактуру и тень; heavy herring bone texture – плотная фактура с рисунком елочка; smuggled tone (with the figure) to create atmosphere – растушеванный пальцем тон, передающий атмосферу; random mark making implying a rough texture – произвольные линии и штрихи, воспроизводящие грубую текстуру; a pushed zigzag line using the side of the pencil – зигзагообразная линия, нанесенная с нажимом боковой поверхности грифеля; rows of vertical scribble, progressing from dark to light – столбики небрежно нанесенных горизонтальных линий с переходом от темного к светлому; regular dashes oft one – тон, переданный правильными штрихами; irregular dots, creating an implied texture, perhaps a gravel path – несимметрично расположенные точки, воспроизводящие насыпанную гравием дорожку; woolly scribble creating a textured surface – грубо наложенные линии, создающие ощущение фактурной поверхности; open zigzag lines create tone and texture – открытые зигзагообразные линии, передающие тон и фактуру; layer of graphite rubbed diagonally to create atmosphere – слой графита, растуше-

ванный по диагонали, создающий иллюзию атмосферы; vertical lines rubbed horizontally and then vertical lines drawn over the top to create a woven texture – вертикальные линии, растушеванные по горизонтали, создающие плетеную фактуру; tone rubbed vertically and then horizontally to create a woven texture – тон, растушеванный по вертикали и по горизонтали для создания плетеной фактуры [3]. The teaching process can be wonderful if teachers speak the same language(s) as their students because it sometimes helps to reach many teachers' aims. For example, it can help students to learn many words and expressions, make different kinds of dialogues, create short texts and so on. But nowadays not many teachers have the opportunity to speak the same language(s) as his/her students. So, bi-lingual materials can help a teacher of English as a second language draw on a student's native language without knowing it him/herself.

In order to remember all terms connected with marks special attention should be devoted to repetition and rephrasing. Teachers can give such kind of exercises where students can revise, remember and then use marks terminology in their speech without any hesitation. For example, Look at the pictures and say what kind of marks are drawn there? (Fig. 2).

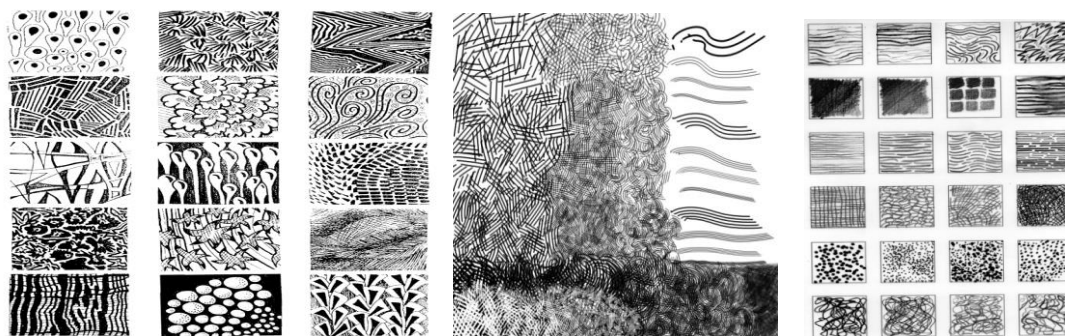


Fig. 2

Teachers can also include activities like speaking projects, group works and so on in the learning process. For example, What is the role of different kinds of marks in drawings?

What are the frequently used marks do you know? Use the pictures and talk about the English marks used to draw those pictures (Fig. 3).

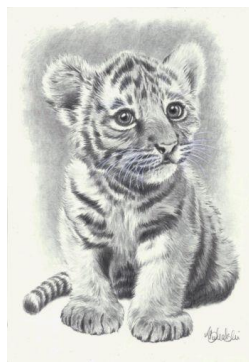


Fig. 3

Such kind of projects work well as individual work. As a rule, group work is best with 2...4 students; with any more people, not everyone gets a chance to participate. It is also a good idea to group students with different first languages together whenever possible. Examples of this technique are the following: Talk about your attitudes to the existence of English marks terminology and discuss about them with your partner. Which marks do you think students need to know and why? Then look at the picture illustrating different kinds of marks and write a leaflet giving advice to students on what to learn (50...80 words). This exercise can be followed by useful words and phrases which help students to ease the task. For example, pencil, stationery knife, eraser, draw, line, spot, marks, straight lines, curved lines, wavy lines, broken lines, combined lines, horizontal lines, vertical lines, long lines, short lines, thin lines, thick lines, uneven line, *linear* constructive drawing, sketches.

Teaching terminology of marks may be followed by exercises on other kinds of drawing terminology, for example, instruments which are used to draw different kinds of marks. Visual aids allow demonstrating many kinds of marks' instruments. There is an interesting fact that some of the instruments may not be used by specialists of other languages, for example, there are not direct translations of peel-back pencil, triangular carpenter's pencil in Russian (Fig. 4).

At the same time, there are some helpful rules to follow when developing and using aids to support your lesson:

- do not give many task using the given pictures;
- pay more attention to the color of visual aids;
- time your aids well;
- put students in groups;
- use professional English visual aids.



Fig. 4

Visual aids which illustrate different types of marks implement "show and tell" sessions to promote student involvement in the teaching process. "Since most people are visual learners, it is important to go beyond "spoken words" when educating students [4] Pictures of marks can help students to focus and generate language on special terms. They can also help to bridge the gap between various types of learners. In addition, these visual aids of English marks given in pictures and illustrations keep lessons interesting for the learners. They help to break up the monotony, providing a visual stimulant to reinforce what learners are going to do.

#### REFERENCES

1. *Pascale Chauvot*. Business English as international language of business. <https://www.communication-aid.com/business-language-courses/blog/business-english-as-international-language-of-business/>. Access date 03.08.2017.
2. Teaching English as a second language: methods and techniques [http://www.essortment.com/all/teachenglish\\_rcgr.htm](http://www.essortment.com/all/teachenglish_rcgr.htm). Access date 03.08.2017.

3. *Seitova F.* Teaching English terminology of pencil drawing techniques of mark making future specialists of technology and design of light industry products on the material of the English language // International popular-science journal. – №3 (46), 2017. P.208...211 [in Russian].

4. How to Use Audio/Visual Aids in Teaching. [http: www.ehow.com/how\\_4601500\\_use-audio\\_visual-aids-teaching.html](http://www.ehow.com/how_4601500_use-audio_visual-aids-teaching.html). Access date 03.08.2017.

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 05.05.17.

UDC 372.881.111.1

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING ENGLISH TENSES  
IN PROFESSIONAL ENGLISH LANGUAGE  
FOR SPECIALISTS OF LIGHT INDUSTRY**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
ВРЕМЕН ГЛАГОЛА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ  
ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*F.Z. SEITOVA, A.Z. SEITOVA, L.S. DJAKIPOVA, A.S. CHEREPANOVA, A.A. YEZHENOVA  
Ф.З. СЕИТОВА, А.З. СЕИТОВА, Л.С. ДЖАКИПОВА, А.С. ЧЕРЕПАНОВА, А.А. ЕЖЕНОВА*

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
E-mail: ms.fatme@mail.ru

*This article is devoted to the problem of teaching future textile specialists English tenses with the help of innovative technologies. The article describes the organization of the students' learning process (bachelors of textile industry), aimed at practical mastery of English tenses.*

*Статья посвящена проблеме обучения английским временам будущих специалистов текстильной промышленности с помощью инновационных технологий. В статье описывается организация процесса обучения студентов (бакалавров текстильной промышленности), нацеленная на практическое овладение английскими временами.*

**Keywords: tenses, innovative technology, professional language, methodology and didactics, the authenticity, system.**

**Ключевые слова: времена, инновационные технологии, профессиональный язык, методики и дидактики, аутентичность, система.**

Today in the era of globalization the importance of Professional English is increasing very quickly. The popularity of Professional English can be explained by global continued progress of economic, social and political circumstances. Nowadays many future and existing specialists of different spheres need Professional English to communicate in a variety of professionally significant communication spheres, but lack of time and some situa-

tions and periods when they find themselves incapable of taking higher education or attending language courses do not allow them to learn Professional English thoroughly and quickly. On the other hand, the fact that many potential learners do not have enough time already says that teachers should try to do something to resolve this problem, and help them learn English easily and quickly. It is known that learning verb tenses is one of the

most important tasks in the English language and knowledge of them is the fastest way to start speaking Professional English. Different teachers recommend their own methods of teaching English tenses but most of them are

used in teaching General English. In trying to help people wishing to learn Professional English through tenses, we have developed a model which attempts to give them an overall view of the English tense system (Table 1).

Table 1

Tense	Affirmative/Negative/Question	Use	Signal Words	Spelling
<b><u>Simple Present</u></b>	<p><b>Affirmative:</b> I am ('m) a textile tester. You are ('re) a textile tester. You/we/they are ('re) textile testers. He/she/it is ('s) a textile tester.</p> <p><b>Negative:</b> I am not ('m not) a textile tester. You are not ('re not) a textile tester. You/we/they are not ('re not) textile testers. He/she/it is not ('s not) a textile tester.</p> <p><b>Questions:</b> <b>general:</b> Am I a textile tester? Are you a textile tester? Are you/we/they textile testers? Is he/she/it a textile tester?</p> <p><b>special:</b> What am I? What are you? What are you/we/they? What is he/she/it?</p> <p><b>alternative:</b> Am I a textile tester or a fashion designer? Are you a textile tester or a fashion designer? Are you/we/they textile testers or fashion designers? Is he/she/it a textile tester or a fashion designer?</p> <p><b>disjunctive:</b> a) I am a textile tester, aren't I? You are a textile tester, aren't you? You/we/they are textile testers, aren't you/we/they? He/she/it is a textile tester, isn't he/she/it?</p> <p>b) I am not a textile tester, am I? You are not a textile tester, are you? You/we/they are not textile testers, are you/we/they? He/she/it isn't a textile tester, is he/she/it?</p> <p><b>subject:</b> Who is a textile tester?</p>	<p>Permanent situations or states, e.g. <i>Textile Testing Equipment brings you facility to buy textile testing equipments online.</i></p> <p>Repeated/habitual actions, often with frequency adverbs: sometimes, usually, often, always, once a week etc., e.g. <i>Sometimes nylon has shiny appearance.</i></p> <p><b>Permanent truths or laws of nature e.g. Polyester (aka Terylene) is a category of polymers which contain the ester functional group in their main chain.</b></p> <p><b>Reviews/sport commentaries/ dramatic narrative, e.g. Wool fiber has irregular, roughly cylindrical, multi cellular structure with tapered ends. Under a microscope, three basic layers are shownepidermis (outer layer), cortex (middle layer) and medulla (inner layer). Medulla is seen only in coarse and medium wool fibers and that too under a highly powerful MICROSCOPIC VIEW OF WOOL</b></p> <p>Action set by a timetable or schedule, e.g. <i>Our company's textile tester starts his work at 9.00 a.m. and finishes it at 17.00 h.v.</i></p> <p>In exclamatory sentences e.g. <i>Here comes a famous textile tester! There goes a stylist!</i></p> <p>With verbs of thinking, feeling, wishes, e.g. <i>I think you will meet a reliable textile tester.</i></p>	<p>always, every day, month, year, never, normally, often, seldom, rarely, sometimes, usually, in the morning/ evening/ afternoon, if sentences type I (<i>If I talk, ...</i>)</p>	<p>Verbs with modals <i>can, may, might, must</i> remain the same in all forms. So don't add <i>s</i>. For example: <i>he must create, she may test it, can display</i></p> <p>Add <i>es</i> instead of <i>s</i> to verbs ending in <i>o</i> or a <i>sibilant</i> (<i>s, ss, sh, ch, x</i>). For example: <i>do - he does, wash - she washes</i></p> <p>A final <i>y</i> after a consonant becomes <i>ie</i> before <i>s</i>. Example: <i>carry - he carries</i></p> <p>But: a final <i>y</i> after a <i>vowel</i> (<i>a, e, i, o, u</i>) is not modified. Example: <i>play - he plays</i></p>

The proposed model was designed for students of the textile industry, but it can be

used by learners of any spheres as well. The main aim of the model is to help future textile

specialists grasp some of the concepts which underlie each choice of tense. A short explanation of this model follows. The model does not include all 18 tenses, but the main 12, and is divided into 3 parts: Present, Past and Future times. Each time includes 4 tenses. Every tense focuses on the specific needs of the learners and is tailored to the precise goals they wish to achieve. Teachers should teach tenses separately, but sometimes to understand the difference between the Present Perfect and the Past Simple it is necessary to take them together. Explanations of each tense are followed by the structure of different sentences: affirmative, negative and interrogative with the conjugation of verbs in full and short forms as well as the main functions of using tenses. The rules of using tenses are supported by bright, but simple examples which help learners understand how to form verbs in each tense and where particular tenses can be used. Along with these, some professional terms are included in the examples. This approach is effective because students master professional vocabulary from the first steps in their language development. After learning the main functions of tenses and making examples themselves, students should practice them more. At this stage teachers should remember that his/her learners cannot know the names of tenses. Teachers should ask: "Adil, what do you do? Where are you working now?" not Adil, give me an example of the Present Simple or the Present Continuous. Teachers can ask simple questions so that the students can correctly and easily answer. For example, Where do you work? What are your parents? Have you done this work? How long have you been working here? At this time, as Asep Kosware from Indonesia noted, we also give an opportunity for students to describe their activities that they do every day, did in the past and will do in the future. Interesting activities are making sentences using professional terminology in different tenses, using the written sentences to talk about different aspects of professional activities and translating the sentences from English into their native language and vice versa. Such kinds of

exercises are better to start with simple exercises, for example, teachers can give students exercises connected with writing sentences with the verb to be; have, has; have got, has got; there is, there are, verbs of motion etc. Afterwards, translation exercises can be added. For example: Choose words from the list to make sentences. Each correct sentence gets one point. The student with the most points is the winner. Then combine your sentences to talk about artificial and natural fibres.

Cotton, natural fibre, yield, artificial fibres, extrude, polymer, harden, spinning, nylons, polyesters, natural fibre, sheep, goat, rabbit, silk-worm, asbestos, cotton, flax, sisal, vegetable fibres, flax, Hemp, Jute, staple, silk.

Translate the sentences from English into Russian. Pay attention to the translation of the verb to be.

1) Textile manufacturing is a major industry.

2) Natural fibres are either from animals (sheep, goat, rabbit, silk-worm) mineral (asbestos) or from plants (cotton, flax, sisal).

3) The textile industry was at the centre of Britain's industrial expansion in the Victorian period. Translate the sentences with the verbs of motion from English into Russian. 1) The use of flax fibre in the manufacturing of cloth in Northern Europe dates back to Neolithic times. 2) Cotton remains the most important natural fibre, so is treated in depth. 3) The woven fabric portion of the textile industry grew out of the industrial revolution in the 18th century as mass production of yarn and cloth became a mainstream industry. In studying tenses teachers can also include description of different pictures or writing stories using the given pictures including useful words and expressions. For example, Writing (a leaflet that offers advice) Talk about your attitudes towards the textile industry and discuss your ideas with your partner. Have you ever visited a textile factory, where was it and did you enjoy being there? Which was the best textile factory you have visited and why? Look at the pictures and write a leaflet giving advice to a future specialist in the textile industry who is going to work in a textile factory (Fig. 1).





Fig. 1

Useful words and phrases: textile factory, textile industry, loom, occupation, thread, examining, in a row, machinery, manufacturing, manufacturing equipment, quality control, skill, abundance, accuracy, adult, color image, concentration, connection, focus on background, front view, image focus technique, indoors, intricacy, large group of objects, looking down, working. Oral projects are also useful for developing tenses knowledge. For example, To know the Manufacturing process and Layout make a project on the textile industry. Give some important information of textile industry brands, different products, new business, new technologies, and new partnership. The report should be made with clear objectives of studying the textile industry as it works.

Also, in order to show how different tenses are formed and how students should choose the right tenses in their speech, it is very useful to ask students to read a variety of texts and dialogues with different kind of exercises. For example: The Cotton Plant.

The cotton plant belongs to the genus *Gossypium* of the family Malvaceae (mallow family). It is generally a shrubby plant having broad three-lobed leaves and seeds in cap-

sules, or bolls; each seed is surrounded with downy fiber, white or creamy in color and easily spun. The fibers flatten and twist naturally as they dry.

Cotton is of tropical origin but is most successfully cultivated in temperate climates with well-distributed rainfall. All western U.S. cotton and as much as one-third of Southern cotton, however, is grown under irrigation. In the United States nearly all commercial production comes from varieties of upland cotton (*G. hirsutum*), but small quantities are obtained from sea-island and American-Egyptian cotton (both belonging to the species *G. barbadense*). *G. arboreum* and *G. herbaceum* are the chief cultivated species in Asia.

Cotton is classified in the division Magnoliophyta, class Magnoliopsida, order Malvales, family Malvaceae.

Answer the following questions.

- 1) What family does cotton belong to?
- 2) What kind of plant is cotton?
- 3) When do fibers flatten and twist naturally?
- 4) How are western U.S. cotton and Southern cotton grown?
- 5) How cotton is classified?

Decide whether the following sentences are true or false.

- 1) Cotton does not belong to mallow family.
- 2) The fibers flatten and twist naturally as they wet.
- 3) Cotton is of subtropical origin.
- 4) All western U.S. cotton and as much as one-third of Southern cotton, however, is grown without any irrigation.
- 5) *G. arboreum* and *G. herbaceum* are the main cultivated species in Asia.

Further development of tenses is possible using additional questions as: What is your attitude to textile industry? Are you interested in it? Would you like to participate in some processes of textile industry? Why or why not?

This process of organization of learning English tenses and training Professional English allows students to quickly master spoken Professional English, thus addressing the requirements of many people who wish to learn Professional English quickly. It creates favorable conditions for the effective training of any specialists.

1. *Safonov V.* Communicative competence: modern approaches to multi-level description for methodological purposes / Series: What are arguing in language pedagogy. – M.: EUROSCHOOLS, 2004. P.9...12 [in Russian]

2. Learn English Today. <http://www.learn-english-today.com/lessons/exercise-list.html>. Access date 03.08.2017.

3. English Grammar Exercises Online. <http://www.grammarbank.com/english-grammar-exercises.html>. Access date 03.08.2017.

4. Free-english-grammar-exercises-and-tests-online&catid. [http://englishteststore.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11387:free-english-grammar-exercises-and-tests-online&catid=1:latest&Itemid=427](http://englishteststore.net/index.php?option=com_content&view=article&id=11387:free-english-grammar-exercises-and-tests-online&catid=1:latest&Itemid=427). Access date 03.08.2017.

5. Learning of the English language. [http://abc-english-grammar.com/1/sochinenia\\_po\\_angliiskomu\\_yaziku400.htm](http://abc-english-grammar.com/1/sochinenia_po_angliiskomu_yaziku400.htm). Access date 03.08.2017.

6. London Fashion Week. <http://learnenglishteens.britishcouncil.org/magazine/fashion/london-fashion-week>. Access date 03.08.2017.

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 29.05.17.

УДК 677.693:662.995:536.8

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МАЛОЭТАЖНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ СТРОЕНИЯХ

## THE THERMODYNAMIC EFFICIENCY OF THE AIR HEAT PUMPS USED IN LOW-RISE TEXTILE STRUCTURES

*Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, Н.В. ВИНОГРАДОВА, В.М. ТКАЧЕВ, В.А. ЕМЕЛИН*  
*R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, N.V. VINOGRADOVA, V.M. TKACHEV, V.A. EMELIN*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: 4932421318@mail.ru

*В статье рассмотрена работа тепловых насосов малой мощности для определения взаимосвязи термодинамических параметров новых исследуемых хладагентов, которые являются близкими по физико-химическим и эксплуатационным свойствам к характеристикам озоноразрушающих ве-*

*ществ. Принцип работы такого воздушного теплового насоса (ВТН) заключается в использовании низкопотенциальной тепловой энергии, что определенным образом ограничивает эксплуатацию устройства внешними факторами. Производительность ВТН напрямую связана с температурой окружающей среды, что является главной особенностью применения таких насосов в любом регионе России. Работоспособная температура обычного воздушного теплового насоса типа "воздух - вода" не ниже -10°C, но когда значение падает ниже этой нормы, работоспособность оборудования резко снижается. Чтобы справиться с этой проблемой, предлагается рассмотреть принцип работы ВТН типа "воздух - вода" совместно с дополнительными источниками тепла.*

*In this article researches of work of heat pumps of low power are carried out. To determine the relationship of thermodynamic parameters, new studied refrigerants are selected, which are similar in physical, chemical and operational properties to the characteristics of ozone-depleting substances. The principle of operation of an air heat pump is to use low-grade thermal energy, which in some way restricts the operation of the device by external factors. Its productivity is directly related to the ambient temperature - this is the main feature of their application in any region of Russia. The working temperature of a conventional air heat pump type "air-water" is not lower than -10°C. When the value falls below this norm, the performance of the equipment is sharply reduced. To cope with this problem, it is proposed to consider the principle of operation of VTN type "air - water" in conjunction with additional sources of heat.*

**Ключевые слова:** воздушный тепловой насос, электрический насос, коэффициент эффективности, источник низкопотенциального тепла, хладагент, степень термодинамического совершенства, озоноразрушающие вещества.

**Keywords:** air heat pump, electric pump, efficiency factor, low-grade heat source, refrigerant, the degree of thermodynamic perfection, ozone-depleting substances.

На современном уровне развития науки и общества проблема использования в тепловых насосах хладагентов, не влияющих на озоновый слой и на глобальное потепление (Потенциал глобального потепления – Global warming potential, GWP), является актуальной.

В начале 90-х гг. XX в. в России был выполнен большой объем работ по переводу промышленности на новый класс химических соединений взамен озоноразрушающих веществ (ОРВ).

Была предложена номенклатура новых хладагентов: R-152, R-125, R-32 и др. Главным показателем выбора заменителей ОРВ является близость физико-хими-

ческих и эксплуатационных свойств к характеристикам ОРВ.

Для определения взаимосвязи термодинамических параметров исследуемых хладагентов:  $T$  – температура, К;  $v$  – молярный объем, м<sup>3</sup>/кмоль;  $C_p$  – теплоемкость;  $H$  – энтальпия;  $S$  – энтропия, обычно применяют уравнение Пенга-Робинсона:

$$P = \frac{RT}{v - b} - \frac{a(T)}{v(v + b) + b(v - b)}, \quad (1)$$

где  $P$  – давление, МПа;  $R = 0,0083144$  МПа·м<sup>3</sup>/кмоль·К – универсальная газовая постоянная.

Это уравнение позволяет получить наиболее точное решение, а также сопутствующие характеристики, что дает возможность рассуждать в развитии о применении двухступенчатого теплового насоса большой мощности.

Наши исследования ограничиваются тепловыми насосами малой мощности – до 50...100 кВт. Они получили широкое применение в высокотехнологичных странах мира, так как они компактны, надежны и экологичны. Если говорить о производительности воздушных тепловых насосов (ВТН), то следует отметить, что производительность ВТН напрямую связана с температурой окружающей среды – это главная особенность их применения: в южной, средней и умеренно морозной полосе России.

Принцип работы ВТН заключается в использовании низкопотенциальной тепловой энергии, что определенным образом ограничивает эксплуатацию устройства внешними факторами. Работоспособная температура обычного ВТН типа "воздух - вода" не ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . Когда значение падает ниже этой нормы, работоспособность оборудования резко снижается. Чтобы справиться с этой проблемой, предлагается рассматривать принцип работы ВТН типа "воздух - вода" совместно с дополнительными источниками тепла. На практике при падении температуры окружающей среды насос начинает работать с постоянно увеличивающейся перегрузкой. Поэтому включается резервный источник тепла – электрический котел (ЭК). Как только температура окружающей среды в соотношении с внутренней температурой помещения достаточна для полной производительности ВТН, электродкотел отключается. Контроль над включением - отключением отопительного оборудования осуществляется при помощи автоматики (или

вручную). Опыт эксплуатации показывает, что подключение в качестве резерва электротена всегда эффективно.

Эффективность использования тепловых насосов отопления типа "воздух - вода" становится особенно очевидной после анализа коэффициента эффективности (COP). Под этим термином понимаем коэффициент, сравнивающий необходимые затраты на электроэнергию и другие издержки при отоплении тепловым насосом типа "воздух-вода".

На практике для ВТН требуется электрическая мощность для компрессора. Напряжение промышленной частоты необходимо для питания электрического двигателя компрессора, создающего давление в системе. Коэффициент эффективности (COP) указывает, какое количество тепла было получено вследствие потребления электроэнергии в сутки. Например, если  $\text{COP} = 3$ , то это значит, что насос вырабатывает 3 кВт тепловой мощности на каждый киловатт затраченной электрической мощности.

Однако следует учитывать, что существующая температурная зависимость данного теплового насоса заставляет обеспечивать особый режим работы. При снижении температуры теплоотдача существенно падает, и эффективность работы зимой снижается. Поэтому спрос на эти насосы, без знания сути режима работы ВТН, падает по причине непонимания эффекта присутствия "рассеянного" тепла в воздухе.

Рассматривая "средние" значения степени термодинамического совершенства  $h$  для некоторых типов компрессоров небольшой мощности, используемых в современных теплоносных системах теплоснабжения и исходя из табл. 1, определим диапазон этих значений.

Т а б л и ц а 1

Мощность, кВт	Тип компрессора	Эффективность (степень термодинамического совершенства) $h$ , доли ед.
20...50	Полугерметичный	0,45...0,55
2...25	Герметичный, с R-22	0,35...0,5
0,5...3,0	Герметичный, с R-12	0,2...0,35
< 0,5	Герметичный	< 0,25

Условный коэффициент полезного действия (КПД) теплового насоса при выполнении расчета принципиально больше 1, однако работа теплового насоса полностью подчиняется закону сохранения энергии. Подобный расчет просто не учитывает "источник энергии" кроме потребляемого электричества. Таким источником в нашем случае является присутствие "рассеянного" тепла в воздухе, который нагрет солнцем. В связи с этим расчет теоретического коэффициента преобразования (COP) идеального теплового насоса принято вычислять либо по формуле Карно, либо с помощью построения термодинамических диаграмм  $i-lgP$  (удельная энтальпия – давление) хладагентов, как наиболее близкой к идеальному значению при последующих тепловых расчетах. Электроэнергия в устройстве не тратится непосредственно на нагрев, а тратится на "концентрацию – уплотнение" энергии источника низкопотенциального тепла, обеспечивая энергией работу компрессора. В этом случае тепловой насос имеет два источника энергии – электричество и источник низкопотенциального тепла. К сказанному следует добавить, что расчеты (условно принятые) не учитывают второй источник "рассеянного" тепла и поэтому значения получаются больше единицы. В этом идеальном случае теоретически правильный расчет КПД теплового насоса, как потребителя, будет:

$$\text{КПД} = \frac{P_{\text{потреб}}}{P_{\text{эл.сети}} + P_{\text{ист.н-пот.тепла}}}. \quad (2)$$

Если тепловой насос потребляет из электрической сети 1кВт, а отдает потребителю 4 кВт и забирает из низкопотенциального источника, например 5кВт, то:

$$\frac{P_{\text{потреб}}}{P_{\text{эл.сети}} + P_{\text{ист.н-пот.тепла}}} = \frac{4}{1+5} = 0,67.$$

Оценить, сколько тепловой насос переносит тепла из источника низкопотенциального тепла (из воздуха), хотя бы приблизительно, достаточно трудоемко в силу

специфики состояния воздуха, что и приводит при расчетах к ошибке.

Во избежание путаницы (и ошибок) был введен коэффициент эффективности (COP), и степень термодинамического совершенства  $h$ . COP показывает, во сколько раз тепловая энергия, переданная потребителю, превышает количество и качество работы, необходимой для переноса тепла от низкопотенциального источника, а степень термодинамического совершенства показывает, насколько реальный тепловой цикл теплового насоса приближен к идеальному циклу. Итак, реальный коэффициент трансформации отличается от идеального на величину коэффициента  $h$ , учитывающего степень термодинамического совершенства и необратимые потери при реализации цикла.

В общем случае степень термодинамического совершенства  $h$  теплоносных систем теплоснабжения зависит от многих параметров, таких как: мощность компрессора, качество производства комплектующих теплового насоса и необратимых энергетических потерь, которые в свою очередь включают:

- потери тепловой энергии в соединительных трубопроводах;
- потери на преодоление трения в компрессоре;
- потери, связанные с неидеальностью тепловых процессов, протекающих в испарителе и конденсаторе, а также с неидеальностью теплофизических характеристик хладагентов.

Все недостатки эксплуатации тепловых насосов типа "воздух - вода" в основном сводятся именно к зависимости от внешних факторов. Это можно учесть при выборе модели, обращая внимание на параметр, указывающий нижний предел температуры для сохранения работоспособности ВТН.

## ВЫВОДЫ

Термодинамические характеристики рабочих веществ влияют главным образом на температурный режим работы и условия, в которых работает ВТН. В конечном

итоге все это сказывается на общей энергетической эффективности ВТН.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Зайцева И.А., Иродова М.Р. Рациональное использование соотношений электротарифов для автономных текстильных строений в режиме теплоснабжения электрокотлом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С.235...242.

2. Федосеев В.Н., Петрухин А.Б., Емелин В.А., Воронов В.А., Зайцева И.А. Энергоэффективность рабочего тела (хладона) воздушного теплового насоса в режиме обогрева автономного текстильного цеха (производства) // Сб. научн. тр.: Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений. – Иваново, 2016. С. 186...194.

3. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Федосеев В.Н., Зайцева И.А., Воронов В.А., Емелин В.А. Анализ энергоэффективности воздушного теплового насоса и электрокотла в условиях текстильного и швейного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 4. С. 5...12.

4. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Федосеев В.Н. Возможность внедрения экологической и энерго-сберегающей технологии в текстильной энергетике // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 188...192.

5. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Воронов В.А. Сравнительная эффективность теплоотдачи современных видов отопления в малоэтажных текстильных строениях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №3. С.237...240.

6. Peng D.Y., Robinson D.B. A new two - constant equation of state // Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals. – Vol. 15, 1976. P.59...64.

#### REFERENCES

1. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Zajceva I.A., Irodova M.R. Racional'noe ispol'zovanie sootnoshenij jelektrotarifov dlja avtonomnyh tekstil'nyh stroenij v rezhime teplosnabzhenija jelektrokotlom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, № 4. S.235...242.

2. Fedoseev V.N., Petruhin A.B., Emelin V.A., Voronov V.A., Zajceva I.A. Jenergojeffektivnost' rabocheho tela (hladona) vozdušnogo teplovogo nasosa v rezhime obogreva avtonomnogo tekstil'nogo ceha (proizvodstva) // Sb. nauchn. tr.: Teorija i praktika tehničkih, organizacionno-tehnologičeskikh i jekonomičeskikh reshenij. – Ivanovo, 2016. S.186...194.

3. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Fedoseev V.N., Zajceva I.A., Voronov V.A., Emelin V.A. Analiz jenergojeffektivnosti vozdušnogo teplovogo nasosa i jelektrokotla v uslovijah tekstil'nogo i shvejnogo proizvodstva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 4. S. 5...12.

4. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Fedoseev V.N. Vozmožnost' vnedrenija jekologičeskoj i jenergosberegajushhej tehnologij v tekstil'noj jenergetike // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 2. S. 188...192.

5. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Voronov V.A. Sravnitel'naja jeffektivnost' teplootdachi sovremennyh vidov otopenija v malojetaznyh tekstil'nyh stroenijah // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, №3. S.237...240.

6. Peng D.Y., Robinson D.B. A new two - constant equation of state // Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals. – Vol. 15, 1976. P.59...64.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 12.10.17.

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ КОНФИГУРАЦИИ  
КОЭФФИЦИЕНТА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ  
ВОЗДУШНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСА  
ПРИ ОТОПЛЕНИИ МАЛОЭТАЖНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ СТРОЕНИЙ**

**QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE CONFIGURATION OF COEFFICIENT  
OF EFFICIENCY AND HEAT CAPACITY  
OF AIR HEAT PUMP IN HEATING LOW-RISE BUILDINGS TEXTILE**

*Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, И.А. ЗАЙЦЕВА, Н.В. ВИНОГРАДОВА*  
*R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, I.A. ZAYTSEVA, N.V. VINOGRADOVA*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: 4932421318@mail.@mail.ru

*В статье предложен способ расчета коэффициента эффективности, учитывающий мощность не только потребляемой воздушным тепловым насосом электроэнергии, но и величину мощности низкопотенциального источника энергии в виде рассеянного тепла окружающего воздуха. Бестопливные энергетические установки – концентраторы рассеянной тепловой энергии окружающей среды при правильном с ними обращении и размещении по поверхности Земли будут более экологичными, чем аналогичные установки, черпающие энергию из земли, воды. Возможно, установки, извлекающие энергию из воздуха, получатся более громоздкими, чем аналогичные для морской, речной воды или земли, но зато использование воздуха в качестве рабочего тела возможно практически в любой точке земного шара. Воздух после охлаждения в рабочем цикле будет сразу же возвращаться в атмосферу, компенсируя отобранное у него тепло за счет энергии солнечного излучения. Авторский подход к обоснованию расчета реального коэффициента эффективности, отличного от идеального, доказывает, что разница, получаемая между выходной тепловой мощностью воздушного теплового насоса и его потребляемой электрической мощностью, есть не что иное, как количество рассеянной тепловой энергии окружающего воздуха.*

*The article suggests a method of calculating the efficiency factor, taking into account the power not only consumed by the air heat pump electricity, but also the power of a low-grade energy source in the form of heat dissipated ambient air. Non-fuel power plants-concentrators of ambient scattered thermal energy with proper handling and placement on the surface of the Earth will be more environmentally friendly than similar plants, drawing energy from the earth, water. Perhaps the installation that extracts energy from the air, are more cumbersome than the equivalent for sea, river water or land, but the use of air as the working fluid it is possible practically in any point of the globe. The air, after cooling in the working cycle, will immediately return to the atmosphere, compensating the selected heat due to the energy of solar radiation. The author's approach to the substantiation of the calculation of the real coefficient of efficiency different from the ideal proves that the difference between the output thermal power of the air heat pump and its consumed electric power is something other than the amount of scattered thermal energy of the ambient air.*

**Ключевые слова:** воздушный тепловой насос, коэффициент эффективности, источник низкопотенциального тепла, энергия рассеянного тепла, вентилятор, испаритель, конденсатор, компрессор, производительность.

**Keywords:** air heat pump, efficiency coefficient, low-grade heat source, dissipated heat energy, fan, evaporator, condenser, compressor, production.

Воздушные тепловые насосы (ВТН) – как технология, позволяющая частично вытеснить органическое топливо и обеспечить теплоснабжение с минимальными затратами первичной энергии, находятся сегодня в центре внимания отечественных исследований [1].

В нашем случае ВТН – как экологически чистая система – позволяет получать тепло для отопления и горячего водоснабжения автономных малоэтажных текстильных строений за счет использования низкопотенциальных источников и переноса его тепла к теплоносителю с более высокой температурой, то есть за счет атмосферного воздуха, внутри которого хаотически присутствует "рассеянное" тепло. Вопрос только в том, сколько этого "полезного" тепла в воздухе и как его собрать?

Воздушный тепловой насос типа "воздух - вода" состоит из контура (испаритель, конденсатор и компрессор), по которому циркулирует фреон.

В испарителе создаются условия для преобразования фреона в газообразное со-

стояние, а именно мощный вентилятор обдувает вытягивающим воздухом испаритель, поглощая при этом тепло из окружающей среды.

При определенной температуре конфигурация источника отбора тепла через вентилятор, концентрируя и уплотняя высвободившуюся долю "рассеянного" тепла, получает режим, соответствующий рабочей температуре кипения фреона.

Как вариант будем считать: имеем площадь строения  $S_{пл}=100 \text{ м}^2$ , типовой ВТН марки Meeting, тепловая мощность 7 кВт (A20/W35), потребляемая мощность 1,84 кВт, COP (КПД) – 3,8. Техническая характеристика представлена на рис. 1 (зависимость показателя эффективности

$$COP = f \left[ 20 / \left( \frac{35}{55} \right) \right]$$

и тепловой мощности ВТН от температуры воздуха и температуры теплоносителя (воды); точки на графике: [1,0 (1,84)] обозначают величину COP и (P,кВт); линии: а – температура теплоносителя 35°C; б – температура теплоносителя 55°C) и в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Температура наружного воздуха, $t_{н.в}$	COP	Тепловая мощность $Q_{тепл.}$ мощность, кВт·ч	Температура наружного воздуха, $t_{н.в}$	COP	Тепловая мощность $Q_{тепл.}$ мощность, кВт·ч
При температуре теплоносителя (воды) 55°C			При температуре теплоносителя (воды) 35°C			
1	-25	1,0	1,84	-25	1,28	2,35
2	-20	1,14	2,10	-20	1,56	2,86
3	-15	1,28	2,35	-15	1,84	3,37
4	-10	1,40	2,60	-10	1,98	3,63
5	-5	1,56	2,86	-5	2,12	3,88
6	0	1,84	3,37	0	2,40	4,39
7	5	1,98	3,63	5	2,96	5,41
8	10	2,12	3,88	10	3,24	5,92
9	15	2,40	4,39	15	3,52	6,43
10	20	2,54	4,65	20	3,80	6,94
11	25	2,68	4,90	25	4,08	7,45



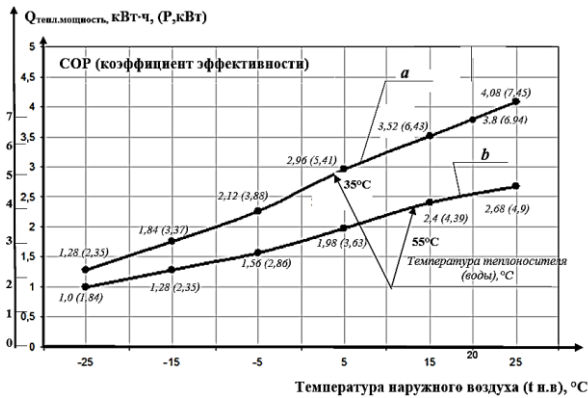


Рис. 1

Далее вентилятор с площадью воздухозабора  $S = 0,5 \text{ м}^2$  пропускает через себя примерно 500; 700; 800 м<sup>3</sup> воздуха в час, генерирует и уплотняет высвобождающуюся долю тепловой энергии с учетом сопутствующих характеристик воздуха при конкретной температуре подачи его на испаритель до температуры кипения фреона и выше.

Известно [2], что с понижением температуры воздушного потока техническая характеристика ВТН, а следовательно,  $P_{\text{тепл. мощн}}$  и COP, понижаются достаточно быстро. В идеальном случае, исходя из данных воздушного теплового насоса с тепловой мощностью 7 кВт и потребляемой мощности 1,8 кВт, становится очевидным, что COP приближается к 4, то есть  $\text{COP} = P_{\text{вых. мощн.}} / P_{\text{потр.}} = 7/1,8 = 4$ . Тогда требует пояснения появившаяся разница, или то, за счет какого источника энергии она появляется:  $7 - 1,8 = 5,2 \text{ кВт}$ . Попробуем рассчитать, какое количество тепловой энергии содержится в окружающем нас воздухе при конкретных температурах 5; 10; 15; 20°C по формуле:

$$E = V \rho c \Delta t, \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Масса воздуха, умноженная на его теплоемкость и умноженная на разницу начальной и конечной температуры  $\Delta t$ , где  $V$  – объем пропущенного вентилятором воздуха, м<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>,  $\rho = 1,28 \text{ кг/м}^3$ ;  $c$  – теплоемкость воздуха, кДж/кг·°C,  $c = 1,0 \text{ кДж/кг}\cdot\text{°C}$ ;  $m = \rho \cdot V$  – масса воздуха, кг;  $\Delta t$  – разность начальной

и конечной температуры воздуха, поступающего на вентилятор, °C.

Принимаем условия, что:

- расчет приблизительный;
- изменение теплоемкости воздуха при изменении температуры не учитываем.

Учитываем, что  $1 \text{ кДж} = 0,278 \text{ Вт}\cdot\text{ч}$ .

Вытяжной вентилятор с объемом:  $V = 500 \text{ м}^3$ ;  $V = 700 \text{ м}^3$ ;  $V = 800 \text{ м}^3$ .

Тогда:

1)  $V = 500 \text{ м}^3$

Тогда  $E_1 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t$ , при  $\Delta t_1 = 1^\circ\text{C}$ ;

$$E_1 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_1 = 500 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 1 = 640 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 0,18 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \rightarrow P_1 = 0,18 \text{ кВт};$$

$E_2 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_2$ , при  $\Delta t_2 = 5^\circ\text{C}$ ,

$$E_2 = 500 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 5 = 3200 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 0,9 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \rightarrow P_1 = 0,9 \text{ кВт};$$

$E_3 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_3$ , при  $\Delta t_3 = 10^\circ\text{C}$ ;

$$E_3 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 500 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 10 = 6400 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 1,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \rightarrow P_1 = 1,8 \text{ кВт};$$

$E_4 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_4$ , при  $\Delta t_4 = 15^\circ\text{C}$ ;

$$E_4 = 500 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 15 = 9600 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 2,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \rightarrow P_1 = 2,6 \text{ кВт};$$

$E_5 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_5$ , при  $\Delta t_5 = 20^\circ\text{C}$ ;

$$E_5 = 500 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 20 = 12800 \text{ кДж} \cdot 0,278 = 3,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \rightarrow P_1 = 3,6 \text{ кВт}.$$

Таким же образом рассчитаем количество и мощность тепловой энергии в окружающем нас воздухе при вытяжном вентиляторе в 700 м<sup>3</sup> и 800 м<sup>3</sup> воздуха при данном диапазоне температур.

2)  $V = 700 \text{ м}^3$

$E_1 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_1$ , при  $\Delta t_1 = 1^\circ\text{C}$ ;

$$E_1 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_1 = 700 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 1 = 896 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 0,25 \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \rightarrow P_1 = 0,25 \text{ кВт};$$

$E_2 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_2$ , при  $\Delta t_2 = 5^\circ\text{C}$ ;

$$E_2 = 700 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 5 = 4480 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 1,25 \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \rightarrow P_2 = 1,25 \text{ кВт};$$

$E_3 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_3$ , при  $\Delta t_3 = 10^\circ\text{C}$ ;

$$E_3 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 700 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 10 = 8960 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 2,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \rightarrow P_2 = 2,5 \text{ кВт};$$

$E_4 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_4$ , при  $\Delta t_4 = 15^\circ\text{C}$ ;

$$E_4 = 700 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 15 = 13440 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 3,74 \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \rightarrow P_2 = 3,74 \text{ кВт};$$

$E_5 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_5$ , при  $\Delta t_5 = 20^\circ\text{C}$ ;

$$E_5 = 700 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 20 = 17920 \text{ кДж} \cdot 0,278 = 5,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \rightarrow P_2 = 5,0 \text{ кВт};$$

3)  $V = 800 \text{ м}^3$

$E_1 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_1$ , при  $\Delta t_1 = 1^\circ\text{C}$ ;

$$E_1 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_1 = 800 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 1 = 1024 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 0,285 \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \rightarrow P_1 = 0,285;$$

$$E_2 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_2, \text{ при } \Delta t_2 = 5^\circ\text{C};$$

$$E_2 = 800 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 5 = 5120 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 1,425 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \rightarrow P_2 = 1,425 \text{ кВт};$$

$$E_3 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_3, \text{ при } \Delta t_3 = 10^\circ;$$

$$E_3 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 800 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 10 = 10240 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 2,85 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \rightarrow P_2 = 2,85 \text{ кВт};$$

$$E_4 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_4, \text{ при } \Delta t_4 = 15^\circ\text{C};$$

$$E_4 = 800 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 15 = 15360 \text{ кДж} \cdot 0,278 \approx 4,27 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \rightarrow P_2 = 4,27 \text{ кВт};$$

$$E_5 = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_5, \text{ при } \Delta t_5 = 20^\circ\text{C};$$

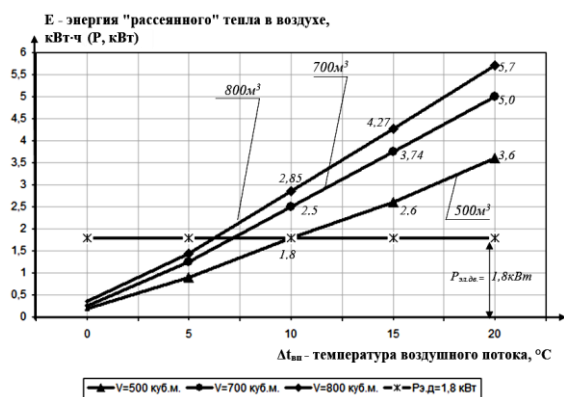
$$E_5 = 800 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 20 = 20480 \text{ кДж} \cdot 0,278 = 5,695 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \rightarrow P_2 = 5,695 \text{ кВт};$$

Сведем расчеты при данном диапазоне температур в табл. 2.

По результатам табл. 2 строим кривые (рис. 2) изменения энергии (мощности) рассеянного тепла в зависимости от температуры воздушного потока при наличии вытяжного вентилятора производительностью 500; 700; 800 м<sup>3</sup>.

Таблица 2

№ п/п	Δt, °C	Е, кДж	Е, кВт·ч	Р, кВт
V = 500 м <sup>3</sup> , ρ = 1,28 кг/м <sup>3</sup> , c = 1,0 кДж/кг·°C, 1 кДж = 0,278 Вт·ч				
1	0	640	0,18	0,18
2	5	3200	0,9	0,9
3	10	6400	1,8	1,8
4	15	9600	2,6	2,6
5	20	12800	3,6	3,6
V = 700 м <sup>3</sup> , ρ = 1,28 кг/м <sup>3</sup> , c = 1,0 кДж/кг·°C, 1 кДж = 0,278 Вт·ч				
6	0	896	0,25	0,25
7	5	4480	1,25	1,25
8	10	8960	2,5	2,5
9	15	13440	3,74	3,74
10	20	17920	5,0	5,0
V = 800 м <sup>3</sup> , ρ = 1,28 кг/м <sup>3</sup> , c = 1,0 кДж/кг·°C, 1 кДж = 0,278 Вт·ч				
11	0	1024	0,285	0,285
12	5	5120	1,425	1,425
13	10	10240	2,85	2,85
14	15	15360	4,27	4,27
15	20	20480	5,695	5,695



Отразим на рис. 2 с помощью графиков потребляемую мощность Р<sub>эл.дв.</sub>, которая питает компрессор ВТН и является постоянной величиной в течение времени изменения воздушного потока.

Просуммируем графически ординаты этих двух графиков Р<sub>т.м.ф(t)</sub> и Р<sub>эл.дв.f(t)</sub> и фиксируем результирующие точки (табл. 3, рис. 3 – график зависимости (Р<sub>тепл.мощн</sub>+Р<sub>эл.дв.</sub>) f(t) от температуры воздушного потока).

Таблица 3

Δt <sub>возд. потока</sub> , °C	1	5	10	15	20
Р <sub>эл.дв.</sub> = 1,8 кВт – const					
Е <sub>1</sub> + Р <sub>эл.дв.</sub> , кВт·ч, при V = 500 м <sup>3</sup>	1,98	2,7	3,6	4,4	5,4
Е <sub>2</sub> + Р <sub>эл.дв.</sub> , кВт·ч, при V = 700 м <sup>3</sup>	2,05	3,05	4,3	5,54	6,8
Е <sub>3</sub> + Р <sub>эл.дв.</sub> , кВт·ч, при V = 800 м <sup>3</sup>	2,085	3,225	4,65	6,07	7,5

Примечание. Е, кВт·ч – энергия рассеянного тепла, или Р<sub>рас.мощн.</sub>, кВт; Δt<sub>возд. потока</sub> °C – температура подачи воздуха на испаритель ВТН.

В координатах ( $P_{\text{рас.мощн}} + P_{\text{эл.дв}}$ ) от температуры воздушного потока  $t_{\text{в.п}}$ , то есть  $(P_{\text{тепл.мощн}} + P_{\text{эл.дв}}) f(t)$ , строим получаемые по этим точкам кривые. Сравним кривую "а" и кривую "в" на рис. 1 с графиками рис. 3. Наблюдаем почти полное соответствие этих технических характеристик в том и другом случае.

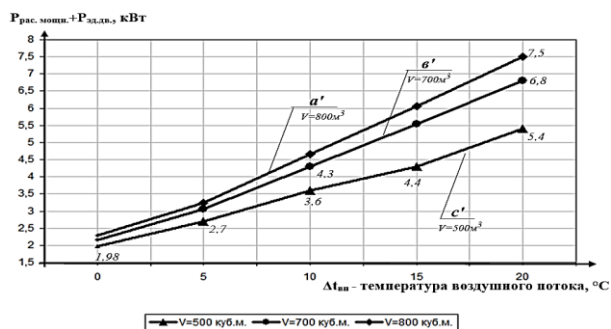


Рис. 3

Напрашивается вывод, что подбирая вентилятор по объему вытяжки (в данном случае  $V=700 \text{ м}^3$ ), мы тем самым учитываем величину второго низкопотенциального источника энергии (кроме электрического) в виде теплого рассеянного воздуха.

Становится очевидным, что ВТН потребляет энергии (электроэнергии) меньше, чем производит тепла на величину энергии "рассеянного" тепла окружающего воздуха. В реальных условиях изменяющегося климата и температуры внутри помещения "оперативно" учитывать и вычислять величину этой энергии весьма затруднительно и некорректно. Поэтому при сложившейся практике применяемые расчеты по COP (коэффициенту эффективности) не учитывают именно этот второй источник низкопотенциального тепла в виде "рассеянного" тепла в воздухе. Но по существующей информации в литературе используют три вида COP – идеальный, расчетный, реальный.

1. Идеальный COP – вычисляется с помощью построения термодинамических диаграмм  $i - \lg P$  (удельная энтальпия – давление).

2. Расчетный  $\text{COP} = P_{\text{тепл.мощн}}/P_{\text{эл.дв}}$ .

3. Реальный  $\text{COP} = P_{\text{потребителя}}/(P_{\text{эл.сеть}} + P_{\text{источник рас. тепла}})$ .

Поэтому во избежание путаницы на практике остановились на коэффициенте эффективности (COP – расчетный), кото-

рый показывает, во сколько раз в среднем тепловая энергия, переданная потребителю больше количества работы, необходимой для переноса тепла от низкопотенциального источника, в среднем имея в виду мощность электроэнергии, необходимой для работы компрессора.

В целом совершенство теплонасосных систем и коэффициента эффективности COP также дополнительно зависит от многих сопутствующих параметров, таких как мощность компрессора, качества производства комплектующих теплового насоса и необратимых энергетических потерь.

## ВЫВОДЫ

Окружающий нас воздух обдувает контур испарителя с фреоном. Фреон, при взаимодействии с воздухом превращаясь в газ, сжимается компрессором и нагревается до  $35...55^\circ\text{C}$ . Таким образом, это теплонасосное устройство черпает энергию из воздуха, земли, воды. В реальных условиях получаемый коэффициент преобразования (эффективности) может быть меньше, так как идеальных воздушных тепловых насосов не бывает. Степень отклонения расчетного коэффициента эффективности от идеального и реального коэффициента всегда будет зависеть от внешних (сторонних) ситуаций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Алоян С.М., Зайцева И.А., Виноградова Н.В. Возможный диапазон работы воздушного теплового насоса в отопительный период // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №4. С.272...275.

2. Технический паспорт воздушного теплового насоса марки Meeting - 7кВт.

## REFERENCES

1. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Alojjan S.M., Zajceva I.A., Vinogradova N.V. Vozmozhnyj diapazon raboty vozdušnogo teplovogo nasosa v otopitel'nyj period // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, №4. S.272...275.

2. Tehnicheskij pasport vozdušnogo teplovogo nasosa marki Meeting - 7kVt.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 25.10.17.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ  
КОМБИНИРОВАННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВТН  
ДЛЯ МАЛОЭТАЖНЫХ СТРОЕНИЙ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

**COMPARATIVE ANALYSIS  
OF COMBINED MODES AIR-HEAT PUMP  
FOR LOW-RISE BUILDINGS IN THE TEXTILE INDUSTRY**

*Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, И.А. ЗАЙЦЕВА, Н.В. ВИНОГРАДОВА, В.А. ЕМЕЛИН, В.А. ВОРОНОВ*  
*R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, I.A. ZAYTSEVA, N.V. VINOGRADOVA, V.A. EMELIN, V.A. VORONOV*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: 4932421318@mail.ru

*В статье проведен анализ эффективного применения различных моделей воздушно-тепловых насосов в условиях низких температур наружного воздуха в течение отопительного периода. Выявлено, что при низких температурах (-20°C и ниже) рассматриваемые модели классического воздушного теплового насоса, рециркуляционного воздушного теплового насоса (РВТН) и рециркуляционного воздушного теплового насоса с рекуперацией (РВТНР) необходимо применять в комбинированном режиме подключения. В систему теплоснабжения на короткий срок включается дополнительный генератор тепла, обеспечивающий достаточной мощностью ВТН для создания оптимальной отопительной нагрузки, увеличения COP и сокращения времени работы теплового насоса.*

*The article analyzes the effective application of different models of air-heat pumps at low ambient temperatures during the heating period. It is revealed that at low temperatures (-20°C and below) are considered model of the classic air heat pump, recirculating air heat pump and the recirculating air heat pump with heat recovery it is necessary to apply a combined heating regime. The heat supply system for a short period of time includes an additional heat generator that provides sufficient power to create an optimal heating load, increase the COP and reduce the operating time of the heat pump.*

**Ключевые слова:** рециркуляционный воздушный тепловой насос, рециркуляционный воздушный тепловой насос с рекуперацией, комбинированный режим подключения, коэффициент преобразования, дополнительный источник тепла.

**Keywords:** recirculating air heat pump, recirculating air heat pump with heat recovery, combined mode of connection, the conversion factor, additional heat source.

Применение тепловых насосов в любой отрасли, в том числе и текстильной, является принципиально новым решением проблемы теплоснабжения малоэтажных зданий и позволяет в зависимости от климатических условий и режима работы достигать максимальной эффективности, так

как ВТН могут быть встроены в существующие системы отопления, горячего водоснабжения, системы кондиционирования [1...5].

В статье проведен анализ эффективного применения различных моделей воздушно-тепловых насосов (ВТН) в клима-

тических условиях большей части РФ в диапазоне температур от +10 до – 30°C. Так как продолжительность стояния умеренно холодных, низких и наиболее низких температур наружного воздуха в течение отопительного периода невелика, то экономически нецелесообразно поднимать (генерировать) дорогостоящую тепловую мощность воздушного теплового насоса на покрытие всей расчетной тепловой нагрузки. Поэтому необходимо рассматривать работу ВТН в экстремальных условиях с подключением дополнительного "пикового" аккумулятора, подключаемого только в период стояния низких и сверхнизких температур. Именно в таких случаях целесо-

образно применять такие модели ВТН, как рециркуляционный воздушный тепловой насос (РВТН); рециркуляционный воздушный тепловой насос с рекуперацией (РВТНР); геотермальный воздушный тепловой насос (ГВТН). Это модели воздушного теплового насоса, использующие приемлемую конфигурацию воздухообмена (рециркуляцию, рекуперацию), коэффициент преобразования (эффективности) которых принимает значение, близкое к 4 (как у ГВТН), при температурном диапазоне от -30 до +10°C, с теплотерями здания до 10,4 кВт·ч (табл. 1 – коэффициент преобразования (COP) для различных моделей ВТН) [1].

Т а б л и ц а 1

$t_{\text{наруж. возд.}}$ °C	$t_{\text{внутр. возд.}}$ °C	$N_{\text{компрессор}}$ кВт	COP ВТН	COP РВТН	COP РВТНР
-30	22	3	1,00	2,54	3,11
-25	22	3	1,00	2,97	3,29
-20	22	3	1,00	3,26	3,46
-15	22	3	1,00	3,48	3,60
-10	22	3	1,73	3,67	3,73
-5	22	3	2,30	3,80	3,82
0	22	3	2,88	3,90	3,89
+5	22	3	3,45	3,96	3,95
+10	22	3	4,00	4,00	4,00

Характер эффективности предлагаемых воздушных насосов будет зависеть от состояния влияния конфигурации воздухообмена воздушных тепловых насосов, а именно от приточно-вытяжной вентиляционной системы с рециркуляцией или с рекуперацией тепла вытяжного воздуха, обеспечивающего требуемый воздухообмен с минимальными теплотерями.

Рассмотрим возможный диапазон работы классического ВТН с установкой снаружи (вне строения) (ВТН), рециркуляционного воздушного теплового насоса (РВТН), рециркуляционного воздушного теплового насоса с рекуперацией (РВТНР), взяв за основу при их сравнении COP – коэффициент преобразования (эффективности), равный отношению  $\frac{Q_{\text{полезн. (ном. тепл)}}}{P_{\text{эл. двигателя}}}$ , при этом COP=1 электрического котла (ЭК) является нижним пределом, а COP=4 геотермального теплового насоса (ГТН)

будет служить его верхним пределом, к которому следует стремиться, чтобы добиться эффективной работы ВТН различных конфигураций.

Все модели ВТН, в нашем случае применимые для строений с диапазоном теплотерей здания от 2,4 до 6,4 кВт, имеют тепловую мощность  $P=12$  кВт (A10/W30) согласно паспортным данным  $P_{\text{эл. двиг}} = 3,0$  кВт, а следовательно, COP – коэффициент эффективности (преобразования)  $=12\text{кВт}/3\text{кВт} = 4$  при 10°C наружного воздуха.

Граничные условия по коэффициенту эффективности (преобразования) относительно различных моделей ВТН и ЭК и ГТН представлены на рис. 1 (график зависимости COP от температуры наружного воздуха рассматриваемых моделей ВТН).

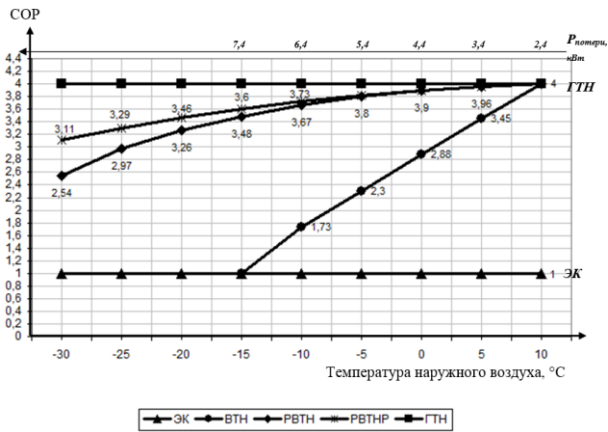


Рис. 1

На графике наглядно представлены зависимости COP  $[COP = f(T_{нар}, °C)]$  от температуры наружного воздуха рассматриваемых конфигураций ВТН, РВТН и РВТНР, которые находятся в пределах от 1 (электрический котел) до 4 (тепловой насос) – ось Y [3]. Однако из диаграммы видно, что при низких температурах  $-20^{\circ}C$  и ниже рассматриваемые модели ВТН,

РВТН и РВТНР нуждаются в необходимости включения на короткий срок в систему теплоснабжения маломощных электротеплов (ТЭН) для целей увеличения COP.

Значение коэффициента преобразования свидетельствует о возможности ВТН справляться с отоплением заданного объекта. Но в данном случае вырабатываемой мощности ВТН становится недостаточно для обеспечения отопительной нагрузки, поэтому требуется подключение дополнительного источника тепла, например, электрического ТЭНа. Таким образом, чтобы воздушный тепловой насос работал и при низких температурах, применяется комбинированная система отопления, то есть в схему отопления включается дополнительный генератор тепла [1].

В табл. 2 представлен расчет дополнительной тепловой мощности при использовании ТЭНа в системе теплоснабжения ВТН, РВТН и РВТНР.

Таблица 2

$t_{нар.}$ возд., °C	Тепловые потери, кВт·ч	Работа ВТН, ч	Общие теплотеплопотери, кВт	COP			Тепловая мощность, кВт, ( $P_{эл. движ} 3,0 \text{ кВт} \times COP$ )			Дополнительная тепловая мощность, кВт		
				ВТН	РВТН	РВТНР	ВТН	РВТН	РВТНР	ВТН	РВТН	РВТНР
1	2	3	4=2×3	5	6	7	8	9	10	11=2-8	12=2-9	13=2-10
-30	10,4	67	696,8	1,00	2,54	3,11	3,0	7,62	9,33	7,4	2,78	1,07
-25	9,4	104	977,6	1,00	2,97	3,29	3,0	8,91	9,87	6,4	0,49	-
-20	8,4	286	2402,4	1,00	3,26	3,46	3,0	9,78	10,38	5,4	-	-
-15	7,4	579	4284,6	1,00	3,48	3,60	3,0	10,44	10,8	4,4	-	-
-10	6,4	1197	7660,8	1,73	3,67	3,73	5,19	11,01	11,19	1,21	-	-
-5	5,4	1235	6669	2,30	3,80	3,82	6,9	11,4	11,46	-	-	-
0	4,4	683	3005,2	2,88	3,90	3,89	8,64	11,7	11,67	-	-	-
+5	3,4	509	1730,6	3,45	3,96	3,95	10,35	11,88	11,85	-	-	-
+10	2,4	110	264	4,00	4,00	4,00	12,0	12,0	12,0	-	-	-

Сравним эффективность работы различных моделей ВТН исходя из условий покрытия максимальной отопительной нагрузки объекта в наиболее низкие температуры наружного воздуха.

Расчеты временного режима работы моделей ВТН, нагревающих теплоноситель (воду) в буферной емкости  $V=200 \text{ л}$  ( $\text{м}^3$ ) от  $30$  до  $60^{\circ}C$ ,  $P_{тепл. мощность} = 12 \text{ кВт}$ , представлены в табл. 3.

Таблица 3

$t_{\text{наруж. возд.}} \text{ } ^\circ\text{C}$	COP теоретический			Тепловые потери здания $P_{\text{потерь}}$ , кВт·ч	Тепловая мощность, $Q_{\text{полезн}} = \text{COP} \cdot P_{\text{эл.двиг.}}$ , кВт при $P_{\text{эл.двиг.}} = 3 \text{ кВт}$			COP расчетный			Время работы $P_{\text{раб.}}$ , мин		
	ВТН	РВТН	РВТНР		ВТН	РВТН	РВТНР	ВТН	РВТН	РВТНР	ВТН	РВТН	РВТНР
-30	1	2,54	3,11	10,4	3	7,62	9,33	0,29	0,73	0,90	208	82	67
-25	1	2,97	3,29	9,4	3	8,91	9,87	0,32	0,95	1,05	188	63	57
-20	1	3,26	3,46	8,4	3	9,78	10,38	0,36	1,16	1,24	168	52	49
-15	1	3,48	3,6	7,4	3	10,44	10,8	0,41	1,41	1,46	148	43	41
-10	1,73	3,67	3,73	6,4	5,19	11,01	11,19	0,81	1,72	1,75	74	35	34
-5	2,3	3,8	3,82	5,4	6,9	11,4	11,46	1,28	2,11	2,12	47	28	28
0	2,88	3,9	3,89	4,4	8,64	11,7	11,67	1,96	2,66	2,65	31	23	23
5	3,45	3,96	3,95	3,4	10,35	11,88	11,85	3,04	3,49	3,49	20	17	17
10	4	4	4	2,4	12	12	12	5,00	5,00	5,00	12	12	12

Из расчетов в табл. 3 видно, что при температуре  $t = -10^\circ\text{C}$  время работы классического ВТН составит более часа, так как в точке  $P_{\text{потерь}} = 5,19 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$  при  $\text{COP} = 1,73$  ВТН не справляется с обогревом ввиду нехватки мощности, то есть  $P_{\text{потерь}} = 6,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч} > P_{\text{потерь}} = 5,19 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ . В этом случае требуется дополнительная тепловая мощность, что составляет  $6,4 - 5,19 = 1,21 \text{ кВт}$ . А при температуре  $t = -30^\circ\text{C}$  время работы классического ВТН увеличится до 3,5 ч (=208 мин: 60 мин), тогда как для работы РВТНР при той же температуре потребуется всего лишь чуть более часа (67 мин).

В данном примере с классическим ВТН температура  $-10^\circ\text{C}$  называется температурой (точкой) бивалентности. При температурах ниже точки бивалентности тепловой насос может отключаться или работать в паре с дополнительным источником тепла, но при этом не покрывать всю потребность в тепле. В связи с этим необходимо прибегать к выбору комбинированного режима работы теплового насоса.

Тепловой насос в комбинированном режиме обеспечивает полную тепловую нагрузку здания, пока не достигнет точки бивалентного режима. После этого он отключается, а всю нагрузку берет на себя вспомогательный дополнительный генератор тепла, который обеспечивает необходимый температурный график. Также можно при достижении точки бивалентного режима тепловой насос не отключать, а обеспечить совместную его работу в паре с дополнительным генератором тепла. В та-

ком случае мощность дополнительного источника нагрева может выбираться исходя из недостающей мощности пиковой нагрузки. А мощность теплового насоса подбирается для точки бивалентного режима.

Следовательно, конфигурация ВТН должна подбираться таким образом, чтобы обеспечивать и основную – базовую отопительную нагрузку, и максимальную, что будет соответствовать оптимальной надежности системы теплоснабжения.

При использовании резервного источника тепла только в наиболее холодные периоды электроэнергии для подключения и эксплуатации различной конфигурации ВТН потребуется в 3 раза меньше, чем необходимо, например, классическому ВТН или электродотопителю. При этом рассмотренные конфигурации ВТН будут выдавать максимальный COP, который является основным критерием оценки эффективности теплового насоса согласно современным европейским стандартам EN14511 и EN255.

Однако согласно европейским стандартам более точно потребление электроэнергии в отопительный сезон рекомендуется определять с помощью коэффициента SCOP, который учитывает изменения температуры теплоносителя на протяжении всего периода отопления и представляет собой среднее значение всех единовременных COPов в отопительном сезоне для определенной климатической зоны.

## ВЫВОДЫ

1. Выбор режима работы и номинальной мощности теплового насоса зависит как от источника низкопотенциальной энергии, так и от типа отопительной системы в здании. Энергосберегающее комбинированное отопление подразумевает работу теплового насоса в сочетании с другим нагревательным прибором: газовым, электрическим, твердотопливным котлом и др. Выбор данного режима может быть обусловлен также необходимостью подачи более высокой температуры в систему отопления при низких наружных температурах воздуха.

2. Тепловой насос, как основной источник теплоснабжения, работая в комбинированном режиме, может обеспечивать до 90...95% необходимого тепла. На практике наиболее распространенными являются вспомогательный и комбинированный моноэнергетический режим работы теплового насоса. Точка моноэнергетического режима может быть разной, в зависимости от типа отопительной системы и типа теплового насоса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Петрухин А.Б., Зайцева И.А., Виноградова Н.В., Острякова Ю.Е. Эффективность отопления тепловым насосом автономных текстильных производств в зависимости от уровня термодинамической активности фреонов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С. 179...184.

2. Федосеев В.Н., Петрухин А.Б., Зайцева И.А. Алгоритм расчета энергоемкости воздухообмена воздушного теплового насоса с рециркуляцией для малоэтажного строения // Информационная среда вуза. – Иваново: ИВГПУ, 2016. С. 287...294.

3. Воронов В.А., Емелин В.А., Федосеев В.Н., Зайцева И.А. Климатические условия и факторы, влияющие на производительность воздушного теплового насоса // Сб. науч. тр.: Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений. – Иваново: ИВГПУ, 2015. С. 185...189.

4. Федосеев В.Н., Петрухин А.Б., Емелин В.А., Воронов В.А., Зайцева И.А. Энергоэффективность рабочего тела (хладона) воздушного теплового насоса в режиме обогрева автономного текстильного цеха (производства) // Сб. науч. тр.: Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений. – Иваново: ИВГПУ, 2016. Вып. 2. С. 186...193.

5. Федосеев В.Н., Зайцева И.А., Емелин В.А., Воронов В.А. Энергоэффективный расчет отопления автономного строения на основе воздушного теплового насоса // Сб. науч. тр.: Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений. – Иваново: ИВГПУ, 2016. Вып. 2. С. 181...185.

## REFERENCES

1. Alojan R.M., Fedoseev V.N., Petruhin A.B., Zajceva I.A., Vinogradova N.V., Ostrjakova Ju.E. Jеffektivnost' otoplenija teplovym nasosom avtonomnyh tekstil'nyh proizvodstv v zavisimosti ot urovnja termodinamicheskoj aktivnosti freonov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, № 1. S. 179...184.

2. Fedoseev V.N., Petruhin A.B., Zajceva I.A. Algoritm rascheta jenergoemkosti vozduhoobmena vozdushnogo teplovogo nasosa s recirkulaciej dlja malojetazhnogo stroenija // Informacionnaja sreda vuza. – Ivanovo: IVGPU, 2016. S. 287...294.

3. Voronov V.A., Emelin V.A., Fedoseev V.N., Zajceva I.A. Klimaticheskie uslovija i faktory, vlijajushhie na proizvoditel'nost' vozdushnogo teplovogo nasosa // Sb. nauch. tr.: Teorija i praktika tehnikeskikh, organizacionno-tehnologicheskikh i jekonomicheskikh reshenij. – Ivanovo: IVGPU, 2015. S. 185...189.

4. Fedoseev V.N., Petruhin A.B., Emelin V.A., Voronov V.A., Zajceva I.A. Jenergojеffektivnost' rabocheho tela (hladona) vozdushnogo teplovogo nasosa v rezhime obogreva avtonomnogo tekstil'nogo ceha (proizvodstva) // Sb. nauch. tr.: Teorija i praktika tehnikeskikh, organizacionno-tehnologicheskikh i jekonomicheskikh reshenij. – Ivanovo: IVGPU, 2016. Vyp.2. S. 186...193.

5. Fedoseev V.N., Zajceva I.A., Emelin V.A., Voronov V.A. Jenergojеffektivnyj raschet otoplenija avtonomnogo stroenija na osnove vozdushnogo teplovogo nasosa // Sb. nauch. tr.: Teorija i praktika tehnikeskikh, organizacionno-tehnologicheskikh i jekonomicheskikh reshenij. – Ivanovo: IVGPU, 2016. Vyp. 2. S. 181...185.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 20.10.17.



**НОВЫЕ МОНОГРАФИИ УЧЕНЫХ  
РОССИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМ. А.Н. КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)**

**NEW MONOGRAPHS OF SCIENTISTS OF RUSSIAN STATE UNIVERSITY  
named after A.N. KOSYGIN (TECHNOLOGIES. DESIGN. ART)**



**Сафонов В.В. Защитные полимерные покрытия и материалы. Часть 3. Защита полимеров и красителей от фотоизлучения. – М.: МГУДТ, 2015. – 217с.**

В книге рассмотрены свойства окрашенных полимерных материалов и современные способы их защиты от действия света, а также основные современные фототехнологии: полимерные полупроводники, полимерные преобразователи энергии света, солнечные батареи, сенсоры, жидкокристаллические экраны, фотолитография, ксерокопирование, фотокатализ красителей. Во второй части представлены нанотехнологии фотополимеризующих цветных покрытий текстильных материалов.

Книга предназначена для научных, инженерно-технических работников химических, текстильных, полиграфических, электронных отраслей, а также для преподавателей, аспирантов, студентов соответствующих вузов и факультетов.

В последние десятилетия интенсивно развивается производство изделий из технических текстильных материалов, которые используются практически во всех отраслях техники. Это потребовало подготовки инженерно-технических работников, знакомых с физико-химическими основами процессов, протекающих при фото-, гидро-, огне-, электромагнитной защите, био и других обработках с различными волокна-

ми и материалами. В свою очередь подготовка квалифицированных кадров порождает необходимость в специализированной литературе. Предлагаемая книга призвана помочь в работе технологам, занимающимся созданием и эксплуатацией новых материалов. Она может служить и учебным пособием для подготовки кадров по этим профилям.

Особенность подхода заключается в том, что он охватывает различные аспекты защиты человека от агрессивных внешних факторов на одной физико-химической платформе, что делает понимание сущности процессов более глубоким, позволяет моделировать и миниатюризировать их.

Автор стремился осветить наиболее важные аспекты, не претендуя на исчерпывающий анализ проблемы, сочетая теоретический материал с примерами его практического понимания. Все это, по мнению автора, способствует более глубокому усвоению материала.



**Сафонов В.В. Защитные полимерные покрытия и материалы. Часть 4. Фотоактивные и**

**композиционные материалы и их защитные свойства: Монография.** – М.: МГУДТ, 2015. - 239 с.

В книге рассмотрены вопросы получения и свойства современных люминесцирующих, фото- и электрохромных, камуфляжных материалов, оптических отбеливателей, а также представлены строение и свойства основных волокон для технического текстиля, композиционных материалов на их основе и их защитные свойства.

Книга предназначена для научных, инженерно-технических работников соответствующих отраслей и ведомств, а также для преподавателей, аспирантов, студентов химико-технологических, технологических и технических университетов.

Защитные покрытия и материалы включают в себя различные операции и технологии, поскольку человеку приходится защищаться не только от различных внешних факторов (света, радиации, микроорганизмов и др.), но и опосредованно, например, от температур, давления, ускорений в авиации и в космосе, для защиты военнослужащих, необходимости защиты квартиры и определения, был ли субъект в том или ином месте, и многих других аспектов. Поэтому название монографии носит несколько условный характер, но роднит все эти подходы к защите одно: химическая обработка материалов, в качестве которых в подавляющем большинстве выступают текстильные субстраты или другие поверхности. Эта логика вызвана многовековым отбором в пользу текстиля: гибкость, двумерность, легкость, возможность их модификации различными способами, придающими им разнообразные требуемые свойства, начиная с наночастиц, аппретирование, получение препрегов, ламинирование, печатание, напыление, облучение, прессование микрокапсулированием и др. Вследствие этого текстиль имеет преимущество перед пленками, кожей, металлическими и другими поверхностями не только в бытовом, но и в техническом отношении. Поэтому защитные покрытия и материалы с каждым годом находят все более широкое применение в различных отраслях техники. Методы получения таких материалов различны и в связи с этим важно обобщить фундаментальные основы таких подходов для получения максимальных эффектов. Это представляется особенно важным в связи с тем, что подобных

обобщающих монографий, где бы с единых позиций рассматривались способы придания совершенно различных свойств материалам, в мировой литературе не встречается.



**Химическая технология в искусстве текстиля: учебник / В.В. Сафонов, А.Е. Третьякова, М.В. Пыркова [и др.]; под общ. ред. В.В. Сафонова.** – М.: ИНФРА-М, 2016. -351 с.

В учебнике представлены современные достижения в отделке текстильных материалов: подготовка к колорированию, крашение и печать различными классами красителей, заключительная отделка общего и специального назначения. Описаны волокна природного и химического происхождения. В связи с активным развитием цифровой печати, помимо традиционных приемов нанесения рисунка, особое внимание уделено достижениям в области колориметрии и печати.

Предназначен для бакалавров, магистров, аспирантов и преподавателей художественных вузов и факультетов (институтов), также будет полезен студентам технологических специальностей и всем интересующимся отделкой текстильных материалов.

Автор при этом старался не отрываться от конкретных технических задач, поскольку в противном случае объем книги необходимо увеличить как минимум в несколько раз. При этом необходимо было

изложить основные положения доступно для технических работников, но без ущерба для строгости изложения, чтобы она могла служить пособием как для студента, так и практическим работникам и научным исследователям. В то же время она может быть полезной и специалистам в разных

областях, которые найдут в ней подробное рассмотрение методических вопросов и современные данные о процессах.

Поступила 06.06.16.

---

СОДЕРЖАНИЕ

**Экономика и организация производства**

<i>Синявец Т.Д.</i> Оценка уровня развития швейной промышленности Сибирского федерального округа	5
<i>Абрамова Е.А., Беляева Т.Н., Рычихина Н.С.</i> Внешнеторговый потенциал текстильного края: оценка, новые возможности развития	10
<i>Бакулина А.А., Петрухин А.Б., Селезнев П.С., Чаленко Н.Н., Савельев И.И.</i> Аксиоматика взаимосвязи качественной оценки и анализа финансово-хозяйственной деятельности в принятии решений на предприятиях текстильной отрасли	14
<i>Абдулкадыров А.С., Рыжов И.В., Строков А.И., Камзолов Ю.В.</i> Актуальные аспекты совершенствования организации производства высокотехнологичной продукции	18
<i>Емельянов Д.И., Понявина Н.А., Чеснокова Е.А.</i> Решение задачи планирования сложных производственных процессов на предприятии на основе методов сетевого планирования	28
<i>Круглякова В.М., Чеснокова Е.А.</i> Оспаривание кадастровой стоимости недвижимости как инструмент повышения экономической эффективности промышленных отраслевых объектов	32
<i>Мещерякова О.К., Мещерякова М.А., Кочетов Р.Л.</i> Современные подходы контроля стоимости строительства промышленных объектов	36
<i>Хачатурян А.А., Абдулкадыров А.С., Жигулина Е.П., Сироткина Н.В.</i> Вопросы совершенствования инвестиционного климата и инвестиционной привлекательности отраслей промышленности России в среднесрочной перспективе	40
<i>Джолдасбаева Г.К., Есильбаева Ж.Е.</i> Повышение эффективности деятельности предприятий АПК Казахстана на основе формирования интегрированных структур	44

**Материаловедение**

<i>Титунин А.А., Вахнина Т.Н., Сусоева И.В.</i> Анализ прочности и водостойкости теплоизоляционных композиционных плит из отходов льняного волокна	49
<i>Кобраков К.И., Кузнецов Д.Н., Родионов В.И., Соколовский Р.И., Федосеев А.И.</i> Влияние включений наночастиц серебра в текстильные материалы на их теплофизические свойства	52
<i>Каприелов С.С., Гольденберг А.Л., Тамразян А.Г.</i> О самозалечивании высокопрочного бетона, подвергнутого деструкции при циклическом замораживании	56
<i>Сергеева А.Ю., Сергеев Ю.Д., Мищенко В.Я., Мясницев Ю.В., Мясницев Р.Ю., Шеринев А.В.</i> Исследование ошибок, допускаемых экспертами, при производстве судебных строительно-технических экспертиз на примере объекта текстильной промышленности	62
<i>Молдагажиева З.Д., Жилисбаева Р.О., Кучарбаева К.Ж., Токтарбаева А.Т., Ташпулатов С.Ш.</i> Разработка новых огнестойких пакетов для спецодежды сварщиков	65
<i>Арчинова Е.В., Мокеева Н.С., Бунькова Т.О., Жилисбаева Р.О.</i> Оценка эксплуатационной надежности бронжилета для собак служебно-розыскных пород	69
<i>Кучарбаева К.Ж., Абдимананова П.Б., Камалбаева К.К., Жорабекова Г.Ж.</i> Исследование качественных показателей комплектующих материалов для трансформируемого женского платья	72
<i>Такей Е., Таусарова Б.Р.</i> Применение тетразтоксисилана и тиомочевины для придания огнезащитных свойств целлюлозным текстильным материалам	75

**Первичная обработка. Сырье**

<i>Авазов К.Р.</i> Исследование усовершенствованной технологии первичной обработки коконов тутового шелкопряда	80
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## Прядение

<i>Полякова Е.В., Лутов В.А., Романов В.Е., Чельшев А.М., Крайнов Е.М.</i> Исследование напряженно-деформированного состояния ленты, намотанной на прямой круговой цилиндр с соблюдением винтовой симметрии .....	84
<i>Мовшович П.М., Павлюченко Е.В., Разумеев К.Э., Голубчикова А.В.</i> Математическая модель относительной деформации нити при переходных процессах получения пряжи способом РКН .....	91

## Ткачество

<i>Сафонов П.Е., Юхин С.С.</i> Определение натяжения утка на бесчелночных станках различной конструкции .....	95
<i>Кожевникова Л.В., Карева Т.Ю., Кожевников С.О., Кулида Н.А.</i> Прогнозирование разрывных нагрузок тканей ортогонального и неортогонального строения .....	100
<i>Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И., Коробов Н.А., Никифорова Е.Н.</i> Новые комбинированные переплетения, имитирующие выпуклые и вогнутые диагонально симметричные поверхности на однослойной ткани .....	104
<i>Татаева А.Е.</i> Ткачество – как совокупность средств эстетизации быта и сакральной коммуникации человека .....	108

## Отделка

<i>Куник А.Н., Семешко О.Я., Асаулюк Т.С., Мясников С.А., Сарибекова Ю.Г.</i> Применение высокоэнергетической дискретной обработки при кислотном способе добычи шерстного жира .....	114
<i>Соколова Ю.А., Алоян Р.М., Акулова М.В., Соколова А.Г., Готлиб Е.М.</i> Антимиграционные добавки для пластифицированных поливинилхлоридных материалов .....	118
<i>Рахимова С.М., Таусарова Б.Р.</i> Моделирование состава для антимикробной отделки целлюлозных текстильных материалов .....	122

## Технология нетканых материалов

<i>Таласпаева А.А., Жилисбаева Р.О., Таипулатов С.Ш.</i> Исследование прочностных характеристик нетканых образцов .....	126
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Трикотажное производство

<i>Скорняков В.Е., Заваруев В.А., Фомина О.П., Пивкина С.И., Тихонова М.И.</i> Двойной кулирный трикотаж футерованных переплетений с плюшевым ворсом .....	129
<i>Сарыбаева Э.Е., Курамысова М.У., Шкунова Л.В.</i> Способы получения футерованного трикотажа с имитацией плюшевого эффекта на базе глади .....	132
<i>Орманова М.А., Рашидова Б.Р., Курамысова М.У.</i> Особенности переработки фасонной пряжи на вязальном оборудовании .....	136

## Швейное производство и дизайн

<i>Петросова И.А., Шанцева О.А., Андреева Е.Г.</i> Оценка соответствия готовой одежды фигуре потребителя в трехмерной среде .....	139
<i>Казакова Н.А., Иванова О.В.</i> Прогнозирование развития модных форм в дизайне оконных драпировок .....	143
<i>Рыскулова Б.Р., Сейдехан А.Е.</i> Усовершенствование методов обработки деталей спецодежды с использованием швейного оборудования с программным обеспечением .....	148
<i>Талгатбекова А.Ж., Адамбекова Ж.К.</i> Система "капсулы" в детском гардеробе для девочек .....	151
<i>Нуржасарова М.А., Данадилова Ж.Е., Онгарбаева З.Б., Болысбекова Р.Т., Калымбетова А.Ж.</i> Разработка классификации элементов традиционного казахского костюма .....	153
<i>Нуржасарова М.А., Смайлова У.У.</i> Разработка современной одежды на основе казахской национальной одежды .....	157
<i>Сарттарова Л.Т., Мустафина Ж.Т., Юнусова Д.А.</i> Проектирование моделей поясной одежды с использованием элементов дискретной математики .....	161
<i>Мокеева Н.С., Жилисбаева Р.О., Бугасова Н.С.</i> Метод исследования деформации материалов с эластанами при настиле .....	164

<i>Рустемова А.О., Нуржасарова М.А., Лопандина С.К., Болысбекова Р.Т.</i> Принципы модульного проектирования в традиционной национальной одежде .....	166
<i>Рыскулова Б.Р., Жуматаева К.А., Сарттарова Л.Т., Ералиева М.Ж.</i> Выбор и анализ факторов, воздействующих на спецодежду штукатуров на основе метода экспертной оценки .....	170
<i>Таипулатов С.Ш., Черунова И.В., Мансурова М.А., Ганиева Г.А.</i> Разработка новых типов однониточных цепных стежков с улучшенными характеристиками .....	174

### Текстильные машины и агрегаты

<i>Сергеева А.Н., Королев П.А., Терентьев В.И.</i> Определение натяжения основы в процессе приобода утка на ткацкой машине .....	178
<i>Крылов А.В., Туцкая Т.П., Фомин Ю.Г., Хосровян Г.А.</i> Фрикционное взаимодействие валов модулей в зоне контакта .....	181
<i>Отынишиев М.Б., Битус Е.И., Ниязбеков Б.Ж.</i> Разработка малой механизации для валяльно-войлочного производства .....	185
<i>Нухрахметов Б.К., Сартаев К.З., Мырзагельдиева Ж.М., Жумашева Ж.Т.</i> Кинематика, устойчивость и динамика пространственного упругодеформируемого механизма .....	189

### Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

<i>Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Зайцева И.А.</i> Возможности и проблемы энергоэффективных и энергосберегающих технологий в строительстве и текстильной промышленности .....	196
<i>Лустгартен Т.Ю.</i> Исследование условий труда ткача .....	199
<i>Федосов С.В., Малбиев С.А.</i> Применение коррозионно стойких строительных материалов в несущих конструкциях покрытий зданий текстильных предприятий .....	204
<i>Овчинников И.И., Тао Чэнь, Овчинников И.Г.</i> Вероятностное моделирование несущих железобетонных конструкций предприятий текстильной промышленности при совместном действии нагрузки и хлоридсодержащей среды .....	209
<i>Власов В.Б., Умывакин В.М., Добросоцких М.Г.</i> Методические вопросы измерения экологической опасности продукции текстильной промышленности .....	215
<i>Гриднев С.Ю., Овчинников И.Г.</i> Оптимальное проектирование балки-стенки из дисперсно-армированного материала .....	219
<i>Абишова А.С.</i> Исследование процессов зарядки текстильных волокон в поле коронного разряда ...	225
<i>Ганиева Г.А., Кандидат М., Баймаханова М.Б., Усенбеков Ж.</i> Исследование интенсивности фильтрации нефти через тканевый материал .....	228

### Информационные технологии

<i>Алоян Р.М., Шутенко В.В., Никитина О.И., Мизгирев Л.С.</i> Криптографическая защита, как основа стабильности цифровой экономики .....	232
<i>Кусенкова А.А., Коробов Н.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н., Лысова М.А.</i> Оценка качества тканых геосеток в процессе их формирования .....	236
<i>Алоян Р.М., Шутенко В.В., Ахмадулина Ю.С., Мизгирев Л.С.</i> Цифровая экономика: нарушение целостности и защиты информации взломом простейшего шифрования RSA квантовым компьютером на платформе IBMQ .....	240

### Механика нити и полотен

<i>Рудовский П.Н., Нехорошкина М.С., Палочкин С.В.</i> Теоретический анализ рассеяния энергии при сжатии ткани .....	245
<i>Аверин А.Н., Ефрюшин С.В.</i> Расчет гибкой нити постоянного тяжения .....	251

### Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Федосов С.В., Петрухин А.Б., Виноградова Н.В.</i> Отопление текстильных малоэтажных строений и цехов комплексной теплонасосной системой "воздух – вода" .....	255
<i>Копаница Д.Г., Моисеенко Р.П., Пляскин А.С.</i> Собственные колебания сжатой сталебетонной колонны .....	259
<i>Ефимова С.А., Дмитриев Ю.А., Петрухин А.Б.</i> Текстильная промышленность Владимирской области: история и современность .....	262
<i>Гунина И.А., Логунова И.В., Пестов В.Ю.</i> Развитие человеческих ресурсов как фактор повышения эффективности промышленного производства .....	265

<i>Мальцева А.А., Веселов И.Н.</i> Современное состояние и перспективы развития научных организаций в сфере текстильной промышленности .....	271
<i>Матренинский С.И., Мищенко В.Я., Чертов В.А., Козак О.С.</i> Методологический подход и алгоритм выбора действий к обновлению городских территорий .....	276
<i>Черников М.В., Перевозчикова Л.С., Романова Е.В.</i> Информационное общество и постмодерн .....	281
<i>Сабитова А.М., Абилкалова К.К.</i> Внедрение системы дуального образования для специальности "Дизайн" .....	286
<i>Парфенова Е.Ю., Шайзаданова Г.С., Абилкалова К.К.</i> Современные тенденции в педагогике по внедрению информационных технологий в процессе обучения студентов .....	289
<i>Алданаева А.М., Бахретдинова Г.К.</i> Применение мотивационных занятий – как инновационный метод организации учебной деятельности студентов .....	292
<i>Григорьева О.В., Скарьдова В.Б.</i> Опыт подготовки специалистов для легкой промышленности Казахстана в Алматинском технологическом университете .....	295
<i>Аухадиева З.Ж., Низамова М.Н., Джакипова Л.С., Раева К.М., Кушербаева А.Ж.</i> Обучение переводу пассивных конструкций с английского языка на казахский язык студентов специальностей текстильной промышленности .....	298
<i>Аухадиева З.Ж., Егембердиева Г.М., Базарова Д.А., Тлеулинова М.Б., Таубеева А.Т.</i> Особенности перевода названий одежды в национальном стиле с казахского на английский язык .....	302
<i>Сеитова Ф.З., Низамова М.Н., Тлеулинова М.Б., Смагулова Ш.К., Алматова Н.А.</i> Повышение эффективности обучения студентов специальностей легкой промышленности и дизайна средствами наглядности на примере изучения терминологии штриха .....	305
<i>Сеитова Ф.З., Сеитова А.З., Джакипова Л.С., Черепанова А.С., Еженова А.А.</i> Инновационные технологии при изучении времен глагола в профессиональном английском языке для специалистов легкой промышленности .....	310
<i>Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Ткачев В.М., Емелин В.А.</i> Термодинамическая эффективность воздушных тепловых насосов, используемых в малоэтажных текстильных строениях .....	314
<i>Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Зайцева И.А., Виноградова Н.В.</i> Количественный анализ конфигурации коэффициента эффективности и тепловой мощности воздушного теплового насоса при отоплении малоэтажных текстильных строений .....	319
<i>Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Зайцева И.А., Виноградова Н.В., Емелин В.А., Воронов В.А.</i> Сравнительный анализ комбинированных режимов работы ВТН для малоэтажных строений в текстильной отрасли .....	324
Новые монографии ученых Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) .....	329

## CONTENTS

### Economics and Production Planning

<i>Sinyavets T.D.</i> Assessment of the Level of Development of Clothing Industry Siberian Federal District ...	5
<i>Abramova E.A., Belyaeva T.N., Rychikhina N.S.</i> Foreign Trade Capacity of the Textile Region: Assessment, New Opportunities of Development .....	10
<i>Bakulina A.A., Petrukhin A.B., Seleznev P.S., Chalenko N.N., Savelyev I.I.</i> Axiomatics of Interaction of Quality Evaluation and Analysis of Financial Activity in Decision Making on Enterprises of the Textile Industry .....	14
<i>Abdulkadyrov A.S., Ryzhov I.V., Strokov A.I., Kamzolov Yu.V.</i> Current Aspects of Improving the Organization of Production of High-Tech Products .....	18
<i>Emelyanov D.I., Ponyavina N.A., Chesnokova E.A.</i> The Solution of the Problem of Planning of Difficult Productions at the Enterprise on the Basis of Methods of Network Planning .....	28
<i>Kruglyakova V.M., Chesnokova E.A.</i> Feasibility of the Cadastre Value of the Real Estate as the Intrusion of Increasing the Economic Efficiency of Industrial Branched Objects .....	32
<i>Meshcheryakova O.K., Meshcheryakova M.A., Kochetov R.L.</i> Modern Approaches to Control the Cost of Construction of Industrial Facilities .....	36
<i>Khachatryan A.A., Abdulkadyrov A.S., Zhigulina E.P., Sirotkina N.V.</i> The Issues of Improving the Investment Climate and Investment Attractiveness of Russian Industries in the Medium-Term Perspective .....	40
<i>Dzholdasbaeva G.K., Esilbayva Zh.E.</i> Increase in Efficiency of Activity of the Aic Enterprises of Kazakhstan on the Basis of Formation of the Integrated Structures .....	44

### Materials

<i>Titunin A.A., Vakhnina T.N., Susoeva I.V.</i> Analysis the Durability and Water Resistance of Heat Insulating Composite Plates From Waste of Flax Fiber .....	49
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<i>Kobrakov K.I., Kuznetsov D.N., Rodionov V.I., Sokolovsky R.I., Fedoseev A.I.</i> Influence of Silver Nanoparticles Inclusions in Textile Materials on their Thermophysical Properties .....	52
<i>Kaprielov S.S., Goldenberg A.L., Tamrazyan A.G.</i> About Self-Healing High-Strength Concrete, Underloaded Destruction in Cyclic Freezing .....	56
<i>Sergeeva A.Yu., Sergeev Yu.D., Mischenko V.Ya., Myasyshchev Yu.V., Myasyshchev R.Yu., Shershnev A.V.</i> Research of Errors, Allowed by Experts, in the Production of Judicial Building-Technical Expertise, on the Example of the Object of the Textile Industry .....	62
<i>Moldagazhieva Z.D., Zhilisbayeva R.O., Kucharbaeva K.Zh., Toktarbayeva A.T., Tashpulatov S.Sh.</i> Development of New Fire-Resistant Packages for Welfare Overalls .....	65
<i>Archinova E.V., Mokeeva N.S., Bunkova T.O., Zhilisbayeva R.O.</i> Evaluation of Operational Reliability of the Bullet-Proof Vest for Dogs of Office and Search Breeds .....	69
<i>Kucharbaeva K.Z., Abdimanapova P.B., Kamalbaeva K.K., Zhorabekova G.Z.</i> The Researching of Quality Indicators of the Components for the Transforming Women's Dresses .....	72
<i>Takey Ye., Taussarova B.R.</i> Application Tetroetoksisilan and Thiourea for Flame-Retardant Properties of Cellulos Textile Materials .....	75

### **Preliminary Treatment. Raw Materials**

<i>Avazov K.R.</i> Research of Advanced Technology of the Preprocessing of Cocoons of the Silkworm .....	80
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### **Spinning**

<i>Polyakova E.V., Lutov V.A., Romanov V.E., Chelyshev A.M., Krainov E.M.</i> Analysis of the Strain-Stress State of the Screw-Symmetric Tape Wound on a Circular Cylinder .....	84
<i>Movshovich P.M., Pavlyuchenko E.V., Razumeev K.E., Golubchikova A.V.</i> Mathematical Model of Relative Deformation of Thread at Transition Processes of Receiving Yarn by RKN Method .....	91

### **Weaving**

<i>Safonov P.E., Yukhin S.S.</i> Determination of the Tension of Weft in Shuttleless Looms of Various Constructions .....	95
<i>Kozhevnikova L.V., Kareva T.Yu., Kozhevnikov S.O., Kulida N.A.</i> Repture Load Prediction of the Fabric Ortogonal and Non-Ortogonal Structure .....	100
<i>Miroshnichenko D.A., Tolubeeva G.I., Korobov N.A., Nikiforova E.N.</i> New Combined Weaves Simulating Convex and Concave Diagonally Symmetric Surfaces for Single-Layer Fabric .....	104
<i>Tataeva A.E.</i> Textile Products as Summation of Means of Aesthetization and Sacral Communication of Peoples Culture .....	108

### **Finishing**

<i>Kunik A.N., Semeshko O.Ya., Asaulyuk T.S., Myasnikov S.A., Sarybekova Yu.G.</i> The Use of High-Energy Discrete Processing in Acid Method for the Production of Wool Grease .....	114
<i>Sokolova Yu.A., Aloyan R.M., Akulova M.V., Sokolova A.G., Gotlib E.M.</i> Anti-Migration Additives for Plasticized Polyvinylchloride Materials .....	118
<i>Rakhimova S.M., Taussarova B.R.</i> Modeling of the Composition for the Antimicrobial Finishing of Cellulosic Textile Materials .....	122

### **Technology of Non-Wovens**

<i>Talaspayeva A.A., Zhilisbayeva R.O., Tashpulatov S.Sh.</i> Study of Strength Characteristics of Nonwoven Samples .....	126
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### **Knitting**

<i>Skornyakov V.E., Zavaruyev V.A., Fomina O.P., Pivkina S.I., Tikhonova M.I.</i> Double Filling-Knit Lined Weaves with A Plush Pile .....	129
<i>Sarybaeva E.E., Kuramyssova M.U., Shkunova L.V.</i> Methods of Obtaining Futured Knitted Fabric with Imitation of the Plush Effect on the Base of Culmination .....	132
<i>Ormanova M.A., Rashidova B.R., Kuramysova M.U.</i> Peculiarities of Processing of the Shaped Yarn on the Knitting Equipment .....	136



## Sewing and Design

<i>Petrosova I.A., Shantseva O.A., Andreeva E.G.</i> Assessment of a Right Size Ready-to-Wear Clothes to the Consumer's Figure in the Three-Dimensional System .....	139
<i>Kazakova N.A., Ivanova O.V.</i> Forecasting the Development of Fashionable Forms in the Design of Window Draperies .....	143
<i>Ryskulova B.R., Seidekhan A.E.</i> Improvement of Methods for Treatment of Items of Overalls with Using Sewing Equipment with Software .....	148
<i>Talgatbekova A.Zh., Adambekova Zh.K.</i> "Capsule" System in Children's Wardrobe for Girls .....	151
<i>Nurzhasarova M.A., Danadilova Zh.E., Ongarbayeva Z.B., Bolysbekova R.T., Kalymbetova A.Zh.</i> Development of Classification of Elements of the Traditional Kazakh Suit .....	153
<i>Nurzhasarova M.A., Smailova U.U.</i> Development of Information Database of National Lothes .....	157
<i>Sarttarova L.T., Mustafina Zh.T., Yunusova D.A.</i> Design of Models of Zone Clothes with Use of Elements of Discrete Mathematics .....	161
<i>Mokeyeva N.S., Zhilisbayeva R.O., Bugasova N.S.</i> Method of the Research the Deformation of Materials with Elastanes at the Flooring .....	164
<i>Rustemova A.O., Nurzhasarova M.A., Lopandina S.K., Bolysbekova R.T.</i> Principles of Modular Designing in Traditional National Clothes .....	166
<i>Ryskulova B.R., Zhumatayeva K.A., Sarttarova L.T., Yeraliyeva M.Zh.</i> Selection and Analysis of Factors Influencing Working Clothes of Plasters Based on Expert Evaluation Method .....	170
<i>Tashpulatov S.Sh., Cherunova I.V., Mansurova M.A., Ganieva G.A.</i> The Development of New Types of Single Chain Stitches with Improved Characteristics .....	174

## Textile Machines and Aggregates

<i>Sergeeva A.N., Korolev P.A., Terentev V.I.</i> The Research of Warp Tension in Beating-Up Process .....	178
<i>Krylov A.V., Tutskaya T.P., Fomin Yu.G., Khosrovyan G.A.</i> Shaft Module Frictional Interaction in the Contact Zone .....	181
<i>Otyynshiyev M.B., Bitus E.I., Niyazbekov B.Zh.</i> Development of Small-Scale Mechanization for Felting and Felt Production .....	185
<i>Nurakhmetov B.K., Sartayev K.Z., Myrzageldieva Zh.M., Zhumasheva Zh.T.</i> Kinematics, Stability and Dynamics of Elastic-Deformable Spatial Mechanisms .....	189

## Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Zaytseva I.A.</i> Opportunities and Challenges of Energy Efficient and Energy Saving Technologies in the Construction and Textile Industry .....	196
<i>Lustgarten T.Yu.</i> Study of Working Conditions of a Weaver .....	199
<i>Fedosov S.V., Malbijevev S.A.</i> Application of Corrosive-Stability Building Materials at the Carry Building Constructions of Roofing of Textile Enterprises Buildings .....	204
<i>Ovchinnikov I.I., Tao Chen, Ovchinnikov I.G.</i> Probabilistic Modeling of Reinforced Concrete Structures of Textile Industry Enterprises Under the Load and the Chloride Attack .....	209
<i>Vlasov V.B., Umyvakin V.M., Dobrosotskikh M.G.</i> Methodical Issues of Measurement of Environmental Hazards of Textile Industry Products .....	215
<i>Gridnev S.Yu., Ovchinnikov I.G.</i> Optimum Design of the Beams-Walls from Dispersanized Reinforced Material .....	219
<i>Abishova A.S.</i> The Study of Processes of Charging of Textile Fibers in the Field of Corona Discharge .....	225
<i>Ganieva G.A., Kandidat M., Baimakhanova M., Usenbekov Zh.</i> Investigation of Oil Filtration Intensity Through Oil Clothing Materials .....	228

## Information Technologies

<i>Aloyan R.M., Shutenko V.V., Nikitina O.N., Mizgirev L.S.</i> Cryptographic Protection as a Basis of Stability Digital Economy .....	232
<i>Kusenkova A.A., Korobov N.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N., Lisova M.A.</i> Assessment of Quality of Woven Geogrids in the Course of their Formation .....	236
<i>Aloyan R.M., Shutenko V.V., Nikitina O.N., Mizgirev L.S.</i> Digital Economy: Violation of Integrity and Protection of Information by Broken Simple RSA Weaking by a Quantum Computer on the IBMQ Platform .....	240

## Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Rudovsky P.N., Nekhoroshkina M.S., Palochkin S.V.</i> Theoretical Analysis of Energy Dissipation During Tissue Compression .....	245
<i>Averin A.N., Efrushin S.V.</i> Constant Stress Flexible Cable Calculation .....	251

### Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Fedosov S.V., Petrukhin A.B., Vinogradova N.V.</i> Heating Textile of Low - Rise Buildings and Shops of the Integrated Heat Pump System Type "Air-Water" .....	255
<i>Kopanitsa D.G., Moiseenko R.P., Plyaskin A.S.</i> Own Vibrations Condensed Reinforced Concrete Columns .....	259
<i>Efimova S.A., Dmitriev Yu.A., Petrukhin A.B.</i> Textile Industry of the Vladimir Region: History and Present .....	262
<i>Gunina I.A., Logunova I.V., Pestov V.Yu.</i> Development of Human Resources as A Factor of Increasing the Efficiency of Industrial Production .....	265
<i>Maltseva A.A., Veselov I.N.</i> The Current State and Prospects of Development of Scientific Organizations in the Sphere of Textile Industry .....	271
<i>Matreninskiy S.I., Mishchenko V.Ya., Chertov V.A., Kozak O.S.</i> Methodological Approach and Algorithm of the Choice of Actions for Renovation of the Urban Areas .....	276
<i>Chernikov M.V., Perevozchikova L.S., Romanova E.V.</i> Information Society and the Postmodern .....	281
<i>Sabitova A.M., Abilkalamova K.K.</i> Implementation of the Dual Education System for "Design" Specialty ...	286
<i>Parfyonova E.Yu., Shaizadanova G.S., Abilkalamova K.K.</i> Logics in the Student Training Process .....	289
<i>Aldanayeva A.M., Bahretdinova G.K.</i> Using of Motivation Lessons as an Innovative Method of Organization of Students' Academic Activity .....	292
<i>Grigoreva O.V., Skardova V.B.</i> Experience of Preparation of Specialists for Light Industry of Kazakhstan in Almaty Technological University .....	295
<i>Aukhadiyeva Z.Zh., Nizamova M.N., Jakipova L.S., Raeva K.M., Kusherbaeva A.Zh.</i> Training in the Translation of Passive Constructions from English Language into Kazakh Language for Students of Specialties of the Textile Industry .....	298
<i>Aukhadiyeva Z.Zh., Egemberdiyeva G.M., Bazarova D.A., Tleulinova M.B., Taubeeva A.T.</i> The Translation Features of the National Clothes Names From Kazakh into English .....	302
<i>Seitova F.Z., Nizamova M.N., Tleulinova M.B., Smagulova Sh.K., Almatova N.A.</i> Improving the Effectiveness of Teaching Students of Light Industry and Design by Means Clarity on the Example of Studying the Terminology of Stroke .....	305
<i>Seitova F.Z., Seitova A.Z., Djakipova L.S., Cherepanova A.S., Yezhenova A.A.</i> Innovative Technologies in Teaching English Tenses in Professional English Language for Specialists of Light Industry .....	310
<i>Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Tkachev V.M., Emelin V.A.</i> The Thermodynamic Efficiency of the Air Heat Pumps Used in Low-Rise Textile Structures .....	314
<i>Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Zaytseva I.A., Vinogradova N.V.</i> Quantitative Analysis of the Configuration of Coefficient of Efficiency and Heat Capacity of Air Heat Pump in Heating Low-Rise Buildings Textile .....	319
<i>Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Zaytseva I.A., Vinogradova N.V., Emelin V.A., Voronov V.A.</i> Comparative Analysis of Combined Modes Air-Heat Pump for Low-Rise Buildings in the Textile Industry .....	324
<i>New Monographs of Scientists of Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art) .....</i>	329

**Вниманию авторов!**

*Редакция принимает статьи и сопроводительные документы к ним, направленные только обычными письмами в адрес редакции журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности": 153000, г. Иваново, Шереметевский просп., 21, к. ГШ.352. Редакция журнала, ответственному секретарю.*

*Статьи и документы к ним должны быть оформлены согласно Правилам для авторов, которые публикуются в конце номера журнала.*

**Корреспонденция, направленная заказными письмами, не рассматривается.**

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**

Редакция просит авторов, направляющих статьи в журнал "Технология текстильной промышленности" серии "Известия вузов", руководствоваться следующими правилами.

1. Редакция принимает только статьи, содержащие оригинальный материал, соответствующий профилю журнала, нигде не опубликованные и не переданные в редакции других изданий. В статье должно быть представлено четкое изложение полученных автором результатов без повторения данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

2. Статьи, написанные от руки, оформленные небрежно и не имеющие необходимых сопроводительных документов (см. п. 7), не рассматриваются.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным.

3. В редакцию представляются два экземпляра статьи. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц текста, который располагается на одной стороне листа писчей бумаги белого цвета формата А4 (210×297 мм). Размер шрифта основного текста 12. Поля могут быть произвольными, но не менее 15 мм. Текст необходимо печатать через два интервала. К бумажному варианту статьи должен быть приложен идентичный вариант на электронном носителе. Текстовый редактор Word (формат \*.doc, \*.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат \*.psd, \*.bmp, \*.jpg).

4. Получить информацию по оформлению статей и списка литературы к ним можно на сайте журнала.

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13×18 см с учетом последующего полиграфического уменьшения в 2...2,5 раза), надписи и обозначения должны быть четкими и понятными. На обороте рисунка указывать его номер и название; "верх" и "низ" рисунка. Название рисунка и все обозначения должны вноситься в текст статьи. Фотографии (тоновые рисунки) принимаются только на глянцевой бумаге (без глянцевого) формата не менее 9×12 см (с учетом последующего уменьшения). Не принимаются рисунки, выполненные от руки, небрежно, карандашом или шариковой ручкой.

Все рисунки помещать в конце статьи на отдельных листах (не вставляя их в текст) и сопровождать описанием с указанием их номеров и названий. Количество рисунков в статье не должно превышать четырех.

6. В начале статьи (над ее названием) проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). Под заголовком указать инициалы, фамилии авторов и полное название института (организации), в котором работают авторы, адрес электронной почты (E-mail). Далее следует расположить аннотацию на русском языке, отражающую основное содержание статьи, не более 10 строк, а после нее – основной текст статьи. Если в статье есть таблицы, то их заголовки следует вносить в текст. Статья должна заканчиваться конкретными выводами.

7. К статье прилагать следующие документы:

а) сопроводительное письмо с перечнем всех документов, направляемых в редакцию, с указанием организации, где проведена описываемая работа, а также места работы, должности, ученой степени и ученого звания, фамилии, имени и отчества автора (авторов), точного домашнего адреса и адреса для переписки, номеров служебного и домашнего телефонов, E-mail;

б) заверенную выписку из протокола заседания кафедры, рассмотревшего направляемую статью. В выписке должны содержаться рекомендации кафедры к публикации в журнале, а также полное (без сокращений) наименование кафедры. К статье должны быть приложены документы, подтверждающие возможность ее открытого опубликования;

- в) аннотации статей на русском и английском языках; ключевые слова к статье;
  - г) пристатейный библиографический список литературы, который должен быть оформлен: 1) на русском языке, 2) русскоязычный список в романском алфавите (латинице), 3) на английском языке;
  - д) название статьи, фамилию и инициалы автора (авторов), место работы и должность на английском языке.
8. Плата с аспирантов дневной формы обучения, выступающих единым автором работы, за публикацию статьи не взимается.
9. С целью ускорения публикаций статей переписку, связанную с исправлениями материалов, желательно осуществлять по электронной почте: E-mail: [ttp@ivgpi.com](mailto:ttp@ivgpi.com).

\* \* \*

Редакция обращает внимание авторов на необходимость соблюдения изложенных правил, что ускоряет прохождение статьи в производстве, сокращает время ее напечатания и способствует уменьшению ошибок и опечаток.

Статьи, отклоненные от публикации, не возвращаются.

Авторский гонорар не выплачивается.

РЕДАКЦИЯ