

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

№ 1 (367)
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.ivgpu.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.пс.н., проф.), А.М. 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.),
Ю.В. ПАВЛОВ (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@ivgpi.com
<http://ttp.ivgpi.com>*

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 02.02.2017.
Подписано в печать 28.02.2017. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 41,39;
Усл. кр.-отт. 41,64. Заказ 1196.

Тираж 400 экз.

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

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"
153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, оф. 307
Тел. (4932) 26-26-50, 26-26-30
E-mail: pressto@mail.ru

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

**№ 1 (367)
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.),
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.),
YU.V. PAVLOV (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 02.02.2017.
Signed for printing on 28.02.2017. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 41.39 conventional sheets.
41.64 conventional. Order 1196.

Circulation of 400.

"Proceedings of institutions of higher education. 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, of. 307
Tel. (4932) 26-26-50, 26-26-30
E-mail: pressto@mail.ru

УДК 65.014.1

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ КЛАСТЕРОВ
В УСЛОВИЯХ СОХРАНЕНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА
КУЛЬТУРНОГО ПОТЕНЦИАЛА МОНОПРОФИЛЬНЫХ РЕГИОНОВ**

**CONCEPTUAL BASES OF DEVELOPMENT OF TEXTILE CLUSTERS
IN THE CONDITIONS OF PRESERVATION AND CULTURAL POTENTIAL
REPRODUCTION SINGLE INDUSTRY REGIONS**

О.К. ЛУХОВСКАЯ, Л.И. ШАРОВА, М.А. АНАНЬЕВ, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА
O.K. LUKHOVSKAYA, L.I. SHAROVA, M.A. ANANYEV, N.A. GRUZINTSEVA

(Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Ивановский филиал),
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,
Ивановский государственный политехнический университет)
(Plekhanov Russian University of Economics (Ivanovo branch),
Plekhanov Russian University of Economics,
Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: Ollga 37@yandex.ru

В статье поднимается проблема сохранения и воспроизводства культурного потенциала текстильных регионов в качестве основного социально-экономического ресурса текстильных кластеров. Особая роль отводится традиционной народной культуре Ивановской области как важной составляющей сырьевой стратегии развития текстильной промышленности и потребительского рынка России.

The article shows the problem of preservation and reproduction of cultural potential of textile regions as the main social and economic resource of textile clusters. The special part is assigned to traditional national culture of the Ivanovo region as an important component of raw strategy of development of the textile industry and the consumer market of Russia.

Ключевые слова: текстильный кластер, культурный потенциал текстильных регионов, традиционная народная культура как сырьевой ресурс, экономические отношения, дестинации текстильного края, участники кластера, сохранение и воспроизводство ресурсов регионов.

Keywords: textile cluster, cultural potential of textile regions, traditional national culture as raw resource, economic relations, destination of textile region, participants of a cluster, preservation and reproduction of resources of regions.

Сформированные в Ивановской области элементы культурного потенциала выступают одними из ведущих ресурсов отечественной текстильной промышленности и ее развития в современной экономике. Отсутствие концепции сохранения культурного потенциала текстильных регионов и технологий его воспроизводства породило проблему разрушения традиционной народной культуры в качестве одного из уникальных социально-экономических ресурсов текстильных кластеров России.

Изучение проблемы развития текстильного кластера приобретает в современной научной среде особую актуальность. Вопросы кластерного развития текстильной и легкой промышленности поднимаются многими учеными. Особое внимание при этом уделяется модернизации текстильной отрасли [1] и управлению ее региональным развитием [2], повышению эффективности создания территориальных текстильных кластеров [3] и финансовой мотивации их участников [4] и т.п. Анализ литературы показал на отсутствие в предлагаемых концепциях такой важной научной составляющей как сохранение культурного потенциала текстильных регионов в качестве социально-экономического ресурса текстильного кластера. Лишь некоторые аспекты эффективности воспроизводства культурного наследия поднимаются в научных трудах, посвященных управлению социально-культурными комплексами текстильных предприятий [5] и регионов [6].

Речь идет о развитии теории культурного потенциала как социально-экономического ресурса национальной экономики [7]. Под культурным потенциалом следует понимать – "... совокупность накапливаемых ресурсов культуры, которыми располагает общество в каждый данный момент; всех тех возможностей, запасов, средств и источников, которые: а) находятся в природе или накапливаются обществом в качестве материальных и духовных результатов человеческого труда в сфере художественной деятельности, б) сохраняются в качестве культурных ценностей и объектов культурного наследия; накопленные и вновь созданные ресурсы

культуры, способные неоднократно удовлетворять всеобщие культурные потребности в сфере художественной деятельности; ресурсный источник удовлетворения культурных потребностей общества" [8].

Культурный потенциал выступает мощным экономическим ресурсом сохранения текстильных регионов. Составляя сырьевую основу развития текстильных кластеров в современной экономике, культурный потенциал обеспечивает соответствие региональных кластеров выдвигаемым в науке к ним требованиям, а именно "... привязке к определенной территории, на которой сконцентрирована необходимая критическая масса производственных предприятий, образовательных, научных организаций, объектов промышленной и рыночной инфраструктуры, имеющих отраслевую специализацию" [2]. Культурный потенциал региона, выполняя созидательную функцию в системе развития экономических отношений в текстильном кластере, обеспечивает ресурсный источник сохранения и развития основных видов экономической деятельности, например, в Ивановской области – текстильной и легкой промышленности. Особая роль в развитии текстильных регионов отводится традиционной народной культуре (ТНК) – основному ресурсному источнику культурного потенциала. ТНК выступает в качестве экономического блага, использование которого способно приводить к значительному ускорению социально-экономического развития региона [7, с.10].

Благодаря синергетическому эффекту культурного потенциала происходит взаимосвязь всех составляющих текстильного кластера в направлении создания новых ресурсов. Новации, образуемые в условиях воспроизводства ресурсов культуры в текстильной промышленности, способны оказывать воздействие на ускорение темпов ее развития в современной экономике [7]. Проявляя свою системную синергетическую природу, культурный потенциал позволяет создать интеллектуальные базы инновационных идей и проектов развития текстильных кластеров (рис. 1 – процесс включения элементов культурного потенциала в экономику текстильного региона).

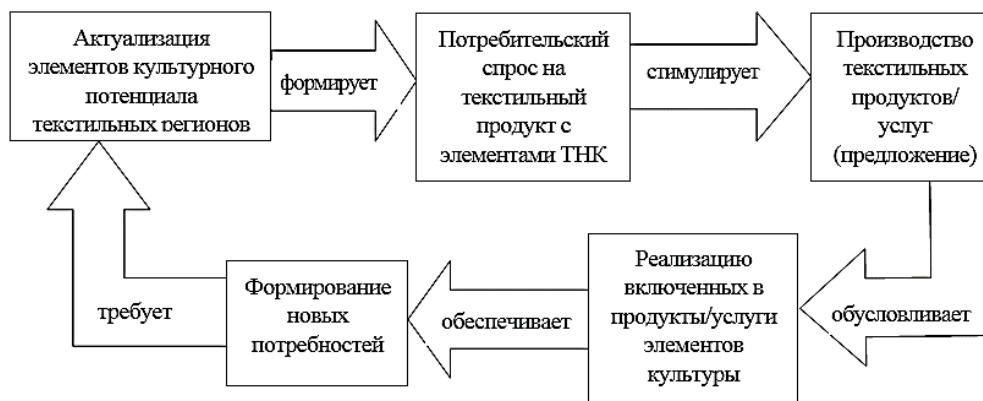


Рис. 1

Синергия культурного потенциала определяет его роль в формировании конечного результата и позволяет оценить мультипликационный социально-экономический эффект его инновационного воспроизводства, многократно превышающий по своей силе исходные факторы. Например, актуализация домохозяйствами (как экономическими субъектами) традиционной народной культуры Палеха, Южи, Холуя, Мстеры в развитии текстильных ремесел приводит к следующим результатам: сохранению социально-экономического уклада этих населенных пунктов и развитию в рамках сложившегося уклада отраслевых объектов промышленной, социально-культурной и рыночной инфраструктуры; преемственности и развитию способов художественного производства; формированию династий мастеров-носителей народных традиций и использованию их знаний и опыта в качестве ресурсов воспроизводства трудового потенциала текстильных регионов. Как следствие, вовлечение ресурсов культуры в новые технологии текстильного производства, использование ресурсов традиционной народной культуры текстильных регионов в качестве факторов производства обеспечивают производителям и потребителям многократные дополнительные выгоды.

Традиционная народная культура формирует уникальность региона, его бренд. Нарушение принципов ее сохранения как естественной системы и формирования в качестве самостоятельной сферы современ-

ной экономики, сырьевой базы расширенного воспроизводства культурного потенциала в текстильной промышленности приводит к ряду негативных последствий. С одной стороны, к нарушению основной функции легкой промышленности – ее развития в качестве ведущей отрасли текстильных регионов, призванной вносить наибольший вклад в создание добавленной стоимости или приносить преобладающую долю валового выпуска продукции (товаров или услуг). С другой стороны (как следствие) – к деструктуризации всей экономической системы и экономических отношений [9] в текстильной отрасли.

Современные ученые объясняют специфику формирования экономических отношений в традиционной народной культуре через обоснование негативных последствий модернизации современного производства, ведущей к потере ценности продуктов традиционной народной культуры, потере устойчивого круга потребителей на российском и международном уровнях [10]. Изменения, складывающиеся на современном этапе в системе экономических отношений развития текстильных регионов в условиях ограниченности ресурсов ТНК, обусловили новые вопросы и научные подходы к их решению.

Речь идет об обострении проблемы разрушения механизмов преемственности в воспроизводстве традиционной народной культуры в текстильной промышленности, которая ставит под угрозу сохранение традиционных знаний, умений и навыков про-

изводства товаров и услуг, полного исчезновения форм самобытной культуры из социальной памяти местных сообществ текстильных регионов. Вследствие нарушения экономических отношений в системе воспроизводства культурного потенциала регионов усугубится проблема миграции населения, оттока квалифицированных кадров, что в конечном итоге ведет к опустошению и разрушению известных в России центров текстильного производства, народных промыслов и ремесел. Утрата культурных традиций в текстиле повлечет за собой усиление деструктивных процессов, связанных с существенными сторонами разрушения текстильных регионов как административно-территориальных образований, и потерю в перспективе конкурентных преимуществ отечественной текстильной промышленности на мировой арене.

Ресурсосберегающей системой ТНК следует признать деятельность, направленную на сохранение культурного наследия, в которой ведущая роль отводится текстильному кластеру. Текстильный кластер – система инновационного промышленного воспроизводства элементов культурного потенциала. Основным инструментом его развития является совершенствование текстильных технологий и способов производства.

К наиболее распространенным в России способам традиционного народного творчества относятся художественные промыслы и ремесла Ивановской области. Они исторически выступают аттракторами тех или иных дестинаций текстильного края – мест (территории) традиционного их бытования. Под дестинацией, в данном случае, следует понимать исторически сформировавшуюся, в соответствии с запросами и уровнем социальных интересов населения, территорию региона, района, города, села, деревни (не следует идентифицировать как административно-территориальное образование), сохраняемую организованными местными сообществами как наиболее привлекательную зону развития художественной деятельности в текстильном и швейном производстве. В качестве примера дестина-

ций можно привести сложившиеся микрорайоны городов, поселений, сел текстильных регионов. Например, микрорайон "Красная ветка" в Кинешме, микрорайон "Меланжевого комбината" в Иванове и т.п. Примером дестинаций или наиболее привлекательных зон развития местных промыслов и ремесел является Красное село, Заречье Ивановской области и др.

В основе развития дестинаций лежит синергетический эффект народной культуры. Речь идет об уникальных художественных промыслах, кустарных ремеслах и промышленном производстве Ивановского региона. Из старинных традиционных промышленных производств можно выделить два основных направления в сохранении и развитии культурного потенциала региона. Во-первых, развиваемое более чем в 20 городах Ивановской области текстильное производство хлопчатобумажных и льняных тканей с уникальным художественным оформлением и суконную промышленность. Во-вторых, традиционно сложившееся в Иванове, Кохме, Кинешме, Шуе, Приволжске, Юрьевце, Юже швейное производство конкурентоспособной на российском и международном рынке модной одежды из ивановских хлопчатобумажных и яковлевских льняных тканей с традиционной ивановской вышивкой, которыми славится вся Россия.

Исходя из вышеизложенного, к характерным признакам текстильного кластера следует отнести наличие культурного потенциала и (или) традиционной народной культуры как сырьевой базы и исторически сложившегося социально-экономического ресурса текстильного кластера.

В Ы В О Д Ы

1. Сохранение и развитие традиционной народной культуры, воспроизводство культурного наследия в качестве уникальных ресурсов текстильной промышленности, обеспечивающих социальный и экономический эффект, является одним из принципов формирования сырьевой стратегии текстильных регионов страны. Игнорирование

данного принципа приводит к деформации экономических отношений в сфере производства текстильных товаров и угрожает экономической безопасности развития страны в современных условиях.

2. В основе оптимизации экономических отношений лежит принцип рационального воспроизводства ресурсов культуры в текстильной и легкой промышленности и согласования интересов всех экономических субъектов текстильного кластера по сохранению культурного наследия текстильных регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Темнова Н.К. Модернизация текстильной отрасли. Кластерный подход // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С.6...11.

2. Темнова Н.К., Пирогов К.М. Новая управленческая технология регионального развития текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С.54...11.

3. Дмитриев Ю.А., Омаров М.М. Повышение эффективности предприятия легкой и текстильной промышленности на основе создания производственных территориальных кластеров // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 4.

4. Бушуева М.А., Коровин Д.И., Масюк Н.Н. Финансовые мотивации участников кластера и способы принятия решений на основе локальных компромиссов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2. С. 15...22.

5. Луховская О.К. Некоторые аспекты государственного протекционизма в системе управления социально-культурными комплексами текстильных предприятий Ивановской области // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 1. С. 131...136.

6. Социальные аспекты инновационного развития региона. / Научн. ред. Хасбулатова О.А., Берендеева А.Б. – Иваново: ИвГУ, 2013.

7. Луховская О.К. Культурный потенциал как социально-экономический ресурс национального хозяйства: Дис. докт. экон. наук. – Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 2009.

8. Луховская О.К. Культурный потенциал как социально-экономический ресурс национального хозяйства // Социально-экономические явления и процессы. – 2010, № 1 (17). С. 78...97.

9. Коробова О.О., Луховская О.К. Деформация экономических отношений в сфере производства продуктов традиционной народной культуры как

угроза экономической безопасности страны // Социально-экономические явления и процессы. – 2010, № 5 (21). С. 65...69.

10. Коробова О.О. Совершенствование экономических отношений в сфере производства продуктов традиционной народной культуры: Дис.... канд. эк. наук. – Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 2010.

REFERENCES

1. Temnova N.K. Modernizacija tekstil'noj otrasli. Klasternyj podhod // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 1. S.6...11.

2. Temnova N.K., Pirogov K.M. Novaja upravlencheskaja tehnologija regional'nogo razvitija tekstil'noj promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 3. S.54...11.

3. Dmitriev Ju.A., Omarov M.M. Povyshenie jefektivnosti predpriyatija legkoj i tekstil'noj promyshlennosti na osnove sozdaniya proizvodstvennyh territorial'nyh klasterov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 4.

4. Bushueva M.A., Korovin D.I., Masjuk N.N. Finansovye motivacii uchastnikov klastera i sposoby pri-njatija reshenij na osnove lokal'nyh kompromissov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 2. S. 15...22.

5. Luhovskaja O.K. Nekotorye aspekty gosudarstvennogo protekcionizma v sisteme upravlenija social'no-kul'turnymi kompleksami tekstil'nyh predpriyatij Ivanovskoj oblasti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2007, № 1. S. 131...136.

6. Social'nye aspekty innovacionnogo razvitija regiona. / Nauchn. red. Hasbulatova O.A., Berendeeva A.B. – Ivanovo: IvGU, 2013.

7. Luhovskaja O.K. Kul'turnyj potencial kak social'no-jekonomicheskij resurs nacional'nogo hozjajstva: Dis. dokt. jekon. nauk. – Tambovskij gosudarstvennyj universitet im. G.R. Derzhavina, 2009.

8. Luhovskaja O.K. Kul'turnyj potencial kak social'no-jekonomicheskij resurs nacional'nogo hozjajstva // Social'no-jekonomicheskie javlenija i processy. – 2010, № 1 (17). S. 78...97.

9. Korobova O.O., Luhovskaja O.K. Deformacija jekonomicheskikh otnoshenij v sfere proizvodstva produktov tradicionnoj narodnoj kul'tury kak ugroza jekonomicheskoy bezopasnosti strany // Social'no-jekonomicheskie javlenija i processy. – 2010, № 5 (21). S. 65...69.

10. Korobova O.O. Sovershenstvovanie jekonomicheskikh otnoshenij v sfere proizvodstva produktov tradicionnoj narodnoj kul'tury: Dis.... kand. jek. nauk. – Tambovskij gosudarstvennyj universitet im. G.R. Derzhavina, 2010.

Рекомендована кафедрой экономики РЭУ им. Г.В. Плеханова (Ивановский филиал). Поступила 01.04.16.

**ПРЕДСТАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ ТЕКСТИЛЬНОГО КЛАСТЕРА
КАК ИННОВАЦИОННОЙ СЕТЕВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

**REPRESENTATION OF THE BUSINESS MODEL OF TEXTILE CLUSTER
AS AN INNOVATING NETWORK ECOSYSTEM**

М.А. БУШУЕВА, Н.Н. МАСЮК, З.В. БРАГИНА, А.Б. ПЕТРУХИН, О.А. ГРИШАНОВА
M.A. BUSHUEVA, N.N. MASYUK, Z.V. BRAGINA, A.B. PETRUKHIN, O.A. GRISHANOVA

(Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Ивановский филиал),
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,
Международный университет бизнеса и новых технологий, г. Ярославль,
Ивановский государственный политехнический университет)
(Plekhanov Russian University of Economics (Ivanovo branch),
Vladivostok State University of Economics and Service,
Yaroslavl International University of Business and New Technologies,
Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: bushuev@dsn.ru, masyukn@gmail.com, bragzv@yandex.ru

Сетевизация и кластеризация являются ответом на глобальные вызовы внешней среды. В статье описана конфигурация бизнес-модели кластера в интерпретации его как инновационной сетевой экосистемы. Теоретические представления о кластере расширены в направлении конфигурации его бизнес-модели и определения ее основных структурных элементов. Проанализировано современное состояние и перспективы развития Ивановского текстильно-промышленного кластера в контексте его идентификации как инновационной сетевой экосистемы. Сделана попытка оценить Ивановский текстильный кластер на соответствие требованиям описанной бизнес-модели и посмотреть, какие элементы бизнес-модели развиты хорошо, какие – слабо, а какие – вообще отсутствуют. И правомочно ли с теоретической точки зрения называть Ивановский кластер – "кластером".

Setevization and clustering are the answer to the global challenges of the environment. This article defines the configuration of the cluster business model in the interpretation it as an innovative network ecosystem. Theoretical aspects of the cluster were added in the expanded configuration, the direction of its business model and the definition of its basic structural elements. The current state and prospects of development of the Ivanovo textile industrial cluster was analyzed in the context of its identification as an innovative network ecosystem. An attempt was made to evaluate the Ivanovo textile cluster to meet the requirements described in the business model and see which elements of the business model are well developed, which – weak, and which – in general absent, and legitimately whether from a theoretical point of view, called Ivanovo cluster – as "a cluster".

Ключевые слова: текстильная промышленность, Ивановский текстильно-промышленный кластер, экосистема, инновационная сетевая экосистема, сетевизация, экономика знаний, региональная экономика, бизнес-ядро, кластерообразующие виды продукции.

Keywords: textile industry, Ivanovo textile - industrial cluster, an ecosystem, innovative networking ecosystem, setevization, knowledge economy, regional economy, business core, cluster-forming products.

До недавнего времени кластеры рассматривали автономно как некий самостоятельный экономический феномен. Однако исследования экономистов последнего десятилетия вносят некоторые коррективы в подобную точку зрения. Многие исследователи приходят к мнению о сетевом характере региональных кластеров [1]. Адаптируясь к новой парадигме, региональные инновационные экономические системы переходят к кластерному строению [2] с преобладанием сетевых межфирменных и межорганизационных взаимодействий [3]. Можно констатировать, что большинство регионов, тяготеющих к кластеризации, вступают в эпоху кластерно-сетевого взаимодействия [4].

Одним из проявлений сетевизации является возникновение ассоциативных холдингов, основанных на виртуальном взаимодействии акторов [5]. На первый план выходят такие экономические категории, как взаимное доверие партнеров, баланс взаимных интересов и т.д. Еще в конце XX века Райсс М. предсказывал сетевым организациям большое будущее [6]. Некоторые исследователи особо выделяют среди многообразия сетевых структур предпринимательские сети и кластеры, отмечая сходство с точки зрения управления ими [7].

Прежде чем переходить к рассмотрению бизнес-модели кластера, определимся с понятием "экосистема", которое заимствовано из биологии. В экономическом контексте этот термин обычно применяется и рассматривается как концепция, которая описывает эволюцию характера взаимодействий экономических агентов, моделей их инновационной активности и их взаимоотношений со средой функционирования [8].

По мнению Смородинской Н.В. [9], на мезоуровне типовой экосистемой сетевых связей, определяющей модель организации современной экономики с точки зрения набора ее производственных секторов, являются *трансоцраслевые кластеры*, имеющие свою специализацию и территориальную локализацию.

Перейдем к рассмотрению конфигурации бизнес-модели кластера. Попытки изобразить кластер графически в разное

время предпринимались разными учеными. Долгое время ни одно из графических изображений не согласовывалось с предлагаемой философией кластеров. Обращаясь к "живым" биосистемам, можно заметить, что все они имеют законченный цикл, проходя все стадии роста и развития от корней до цветков. По мнению авторов, кластер как социально-экономическая система, также должен быть представлен как живой организм, который для обеспечения гарантированного конечного эффекта должен пройти все стадии роста и развития.

По нашему мнению, трактовка кластера как экосистемы заслуживает особого внимания и позволяет прибегнуть к нетрадиционной форме представления бизнес-модели кластера в виде, к примеру, цветка. Изображение кластера в виде цветка с листьями и корнями не только отображает его структуру, но и отражает логику взаимосвязей входящих с него структурных элементов, а также принципы взаимодействия всех субъектов внутри кластера. Основной из этих принципов – *взаимозависимость*. "Все члены экологического сообщества взаимосвязаны через обширную и сложную сеть взаимоотношений, паутину жизни. Они обретают свои жизненно важные свойства и, фактически, само свое существование через взаимоотношения с другими объектами. Взаимозависимость – взаимная зависимость всех жизненных процессов друг от друга – заложена в природе любых экологических взаимоотношений. Поведение каждого живого члена экосистемы зависит от поведения многих других. Успех всего сообщества зависит от успеха его индивидуальных членов, как и успех каждого члена зависит от успеха общества в целом" [10]. Понимать экологическую взаимозависимость – значит понимать взаимоотношения. Поэтому именно эта конфигурация бизнес-модели кластера была принята нами за основу в настоящих исследованиях.

Анализируя предложенную конфигурацию бизнес-модели кластера как инновационной экосистемы (рис. 1), следует отметить, что особо важную роль для инновационного развития кластера играет партнерское взаимодействие четырех ведущих

групп экономических агентов – институциональных секторов кластера: ключевых бизнес-структур, ключевых образовательных организаций, ключевых научно-исследовательских центров и государства, помещенных в лепестках цветка, по аналогии с

"тройной спиралью" Ицковица-Лейдесдорфа. Сердцевину цветка – бизнес-ядро – составляют инновационные кластерообразующие виды продукции и услуг.

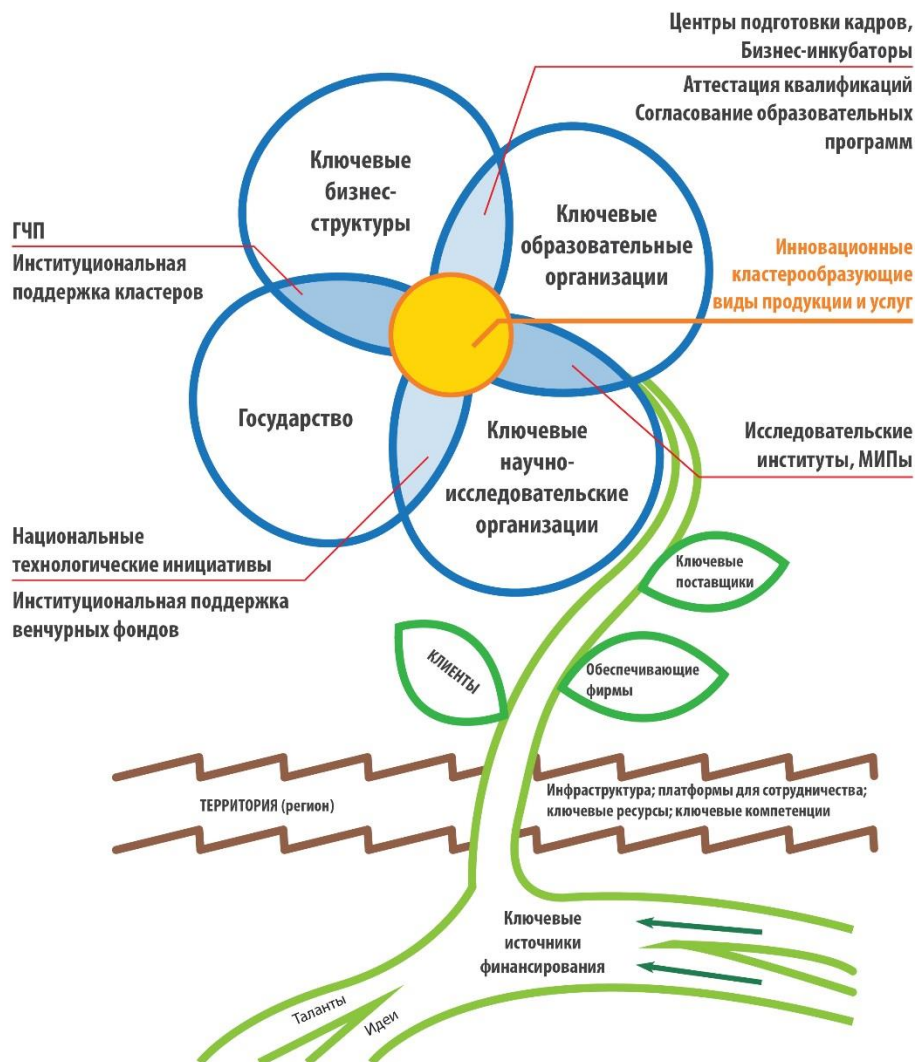


Рис. 1

Территориальной основой кластера как экосистемы является привязка к своей территории (следуя классическому определению М. Портера) с ее индустриальной направленностью, инфраструктурой, географическим положением, кампусами, платформами для сотрудничества и др.

В основании корневой системы, от которой зависит рост и развитие, помещены идеи и таланты людей, человеческий капитал. Сюда же отнесены все возможные источники финансирования: венчурные

фонды, бизнес-ангелы, фонды прямого инвестирования, посевные инвесторы и др.

К важнейшим активам кластера отнесены "Клиенты", которые могут быть привлечены на ранних стадиях инновационных решений, а также специализированные поставщики сырья и материалов.

Рассматривая кластер как экосистему, нельзя не заметить, что все элементы, входящие в его структуру, взаимодействуют не только друг с другом, но и вовлечены в горизонтальные (сетевые) взаимодействия.

Причем, к примеру, любой университет может стать участником образовательного альянса, основанного на сетевых отношениях; бизнес-структуры объединяются в предпринимательские сети; научно-исследовательские организации образуют свои сетевые научные сообщества; банки, страховые компании и различного рода кредитные организации также являются участниками различных сетей. Однако это не мешает им исполнять свою прямую роль в кластере. Сетевая природа кластера получает свое наиболее законченное воплощение, он начинает наиболее полно функционировать в этой среде. Находясь в кластере, экономические агенты в отдельных случаях могут идти на взаимные уступки (локальные компромиссы) и финансовые потери для сохранения своих позиций в долгосрочной перспективе [11]. Но для этого бизнес-партнеры должны абсолютно доверять друг другу.

Все вышесказанное позволяет констатировать правомочность представления кластера в виде сетевой инновационной экосистемы [12]. При этом, по нашему мнению, инновационность кластера должны обеспечивать не предприятия, входящие в него, а *кластерообразующие виды продукции и услуг*, составляющие бизнес-ядро кластера.

Применим описанную выше логику бизнес-модели кластера как инновационной сетевой экосистемы для анализа Ивановского текстильного кластера, сама идея создания которого восходит к 2005-2007 гг. Попытаемся идентифицировать то, что сегодня называют текстильным кластером, и ответить на вопрос, все ли необходимые компоненты содержит его сегодняшняя бизнес-модель и правомерно ли вообще называть Ивановский текстильный кластер – "кластером".

В открытом доступе размещены довольно противоречивые информационные материалы, описывающие его сегодняшнее состояние и перспективы развития: от завышенно-оптимистических до пессимистических. Поначалу считалось, что агломерация текстильных предприятий в Ивановском регионе в совокупности с принятием соответствующих документов на уровне

региональных властей сами по себе приведут к тому, что с новым названием кластер заработает, и положительный эффект будет получен. Однако на этом пути встретилось множество подводных камней. По мнению авторов, наряду с прочими причинами, одной из главных явилось то, что задуманный поначалу текстильный кластер не являлся инновационным. Точнее, кластерообразующие виды продукции, к которым в текстильном кластере можно отнести ткани и бытовой текстиль, не содержали в себе достаточной доли инновационности. Хотя, с другой стороны, в Ивановской области существует достаточно большое количество инфраструктурных объектов, способствующих становлению и развитию кластера [13].

В настоящее время продекларировано создание Ивановского инновационного текстильно-промышленного кластера, а, выражаясь более точно, его "апгрейд" путем строительства крупного комбината по производству синтетического волокна – полиэтилентерефталата (ПЭТ). По мнению региональных властей, "...развитие инновационного текстильно-промышленного кластера Ивановской области позволит не просто диверсифицировать текстильную отрасль по сырью, но и обеспечить реализацию политики импортозамещения" [14]. Программа развития инновационного-текстильно-промышленного кластера (далее – Программа) [15] содержит основные направления предполагаемых действий. Но, забегая вперед, можно сказать, что в ней есть ряд неоднозначных, с теоретической точки зрения, моментов, а именно, на стр.66 написано, что "...сетевая модель взаимодействия компаний внутри технопарка предполагает взаимный обмен идеями, информацией, кадрами, технологиями, опытом, подрядами". На наш взгляд, ситуация в действительности выглядит гораздо шире, все экономические агенты-участники кластера являются сетевыми отношениями с партнерами не только внутри кластера, но и вне его.

Рассмотрим детально основные элементы бизнес-модели Ивановского текстильного кластера в контексте описанной выше конфигурации бизнес-модели.

Блок "Ключевые бизнес-структуры" представлен большим количеством малых и средних текстильных предприятий, а также такими крупными игроками на рынке ивановского текстиля, как ОАО ХБК "Шуйские ситцы", ООО "ХБК "Навтекс", АО "Кинешемская прядильно-ткацкая фабрика", ООО "Родники-Текстиль", ОП ООО "Камышинлегпром" (ранее – "Тейковское текстильное предприятие", ООО "Приволжская коммуна", ООО "Орион" и ряд других. Сюда же можно отнести и ведущие швейные предприятия: АО "Полет" – Ивановский парашютный завод, ЗАО "Одежда и мода", ООО "Исток-пром", АО Швейная фирма "Айвенго", ООО "Ланселот", ООО "Бисер", ООО "Фабрика трикотажа "Заречье" и др.

Блок "Ключевые научно-исследовательские центры" выражен слабо, как таковых текстильных научно-исследовательских центров в области практически не осталось. К сожалению, приходится констатировать, что текстильный кластер до сих пор не использует такой инновационный резерв, как "малые инновационные предприятия", Федеральный закон (№217-ФЗ) о создании которых был принят 2 августа 2009 г. Государственной думой РФ [16]. Сегодня не только этот закон, но и ряд других нормативных документов позволяют вузам, как научным учреждениям, образовывать сообщества для практического применения результатов интеллектуальной деятельности.

Блок "Ключевые образовательные организации" – университеты и колледжи – можно считать хорошо развитым, так как в него можно, в первую очередь, включить университеты (ИВГПУ, ИГХТУ), а также 24 профессиональных образовательных организации, заявленные в Программе.

Блок "Ключевые поставщики" сформирован из традиционных поставщиков сырья для текстиля, хотя возможна его закупка на сырьевых биржах.

Блок "Клиенты" пока не совсем ясен, так как такие потенциальные потребители инновационной продукции, как Газпром, РЖД, МЧС и др., находясь в ситуации госзакупок, могут не просматриваться

сквозь призму аукционов и конкурсов и работать через посредников.

Взаимодействие "Ключевых бизнес-структур" и "Государства" (двойная спираль "государство-бизнес") приведет к созданию государственно-частных партнерств (ГЧП) и обеспечит институциональную поддержку кластеров.

Основным результатом взаимодействия "Государства" и "Ключевых научно-исследовательских организаций" должны быть Национальные технологические инициативы и институциональная поддержка венчурных фондов.

При взаимодействии элементов "Ключевые бизнес-структуры" и "Ключевые образовательные организации" (двойная спираль "бизнес-образование") должны появиться бизнес-инкубаторы, Центры аттестации квалификаций, согласования образовательных программ, подготовки и переподготовки кадров для нужд кластера. Такой центр как таковой отсутствует в Ивановской области, хотя разрозненная подготовка отдельных специалистов все-таки ведется. По нашему мнению, такой Центр мог бы появиться в ИВГПУ, в структуре которого есть текстильный и экономический факультеты.

При взаимодействии элементов "Ключевые образовательные организации" и "Ключевые научно-исследовательские центры" (двойная спираль "образование-наука") должны быть созданы МИПы, заточенные на кластерные потребности, и исследовательские институты, чего в Ивановской области пока нет. Здесь опять же можно обратиться к ИВГПУ, в структуре которого мог бы быть образован Институт кластерных исследований, который обеспечит научное сопровождение производственного процесса, в том числе организационное, экономическое, технико-технологическое и институциональное сопровождение функционирования кластера. Этот Институт может разрабатывать, апробировать и организовывать инновационное обновление всех направлений деятельности кластера, включая маркетинговый блок, изучение рынка текстильных технологий и их адаптацию к условиям кластера.

Что касается элемента бизнес-модели "Территория", то здесь мы наблюдаем сильные позиции Ивановской области в части развитой инфраструктуры для текстильного кластера и ее инновационное усиление с вводом в эксплуатацию завода по производству синтетического волокна. Высоки профессиональные компетенции персонала в текстильной отрасли, хотя самих рабочих кадров уже не хватает. Здесь же можно отметить наличие инновационных площадок для сотрудничества. К числу инновационных объектов кластера отнесены один государственно-частный индустриальный парк "Родники", два частных индустриальных парка "Кинешма" и "Иваново-Вознесенск". Помимо этого создается индустриальный парк в Вичуге, ведется работа по формированию индустриально-логистического парка "Красная Талка" в областном центре.

По нашему мнению, основным достоинством предполагаемого обновления текстильного кластера Ивановской области является действительно инновационный характер кластерообразующего вида продукции – синтетического волокна, которое и будет бизнес-ядром кластера, и связанных с ним инновационных сфер его применения, а именно: паро- и гидроизоляция, ковровые покрытия, натяжные потолки, геотекстиль для строительства дорог, современная спецодежда с повышенным индексом защиты и т.д. Основной драйвер развития текстиля уходит от домашнего потребления в плоскость применения в промышленности и строительстве. Переработка хлопка тяготеет к месту его произрастания, а синтетическое волокно станет структурообразующей, якорной частью инновационного текстильно-промышленного кластера Ивановской области. Производство синтетического волокна должно существенно усилить промышленный профиль кластера, так как появятся инновационные кластерообразующие виды продукции.

Заключительный блок "Ключевые источники финансирования" представлен в Ивановской области кластерным инвестиционным фондом, однако как таковая схема регионального отраслевого финансирования инвестиционных проектов отсутствует.

В заключение хочется привести несколько цифр из региональных прогнозов. К 2025 г. прогнозируемое число экономических агентов Ивановского кластера равно 645. Объем промышленной продукции, произведенной и реализованной его участниками, предполагается довести более чем до 43 млрд. руб., в том числе 12,2 млрд. руб. – инновационная продукция.

ВЫВОДЫ

1. Логика рассуждений о возможности использования примеров живой природы для характеристики неживых объектов привела нас к тому, что поскольку кластер может рассматриваться как инновационная сетевая экосистема, для его графического изображения можно использовать конфигурацию какого-либо растения, в нашем случае – цветка.

2. Основными элементами (блоками) бизнес-модели кластера являются "ключевые бизнес-структуры", "ключевые образовательные организации", "ключевые научно-исследовательские центры", "клиенты", "ключевые поставщики", "территория" и "ключевые источники финансирования".

3. Анализ наличия основных элементов бизнес-модели Ивановского текстильного кластера показал, что в целом его можно отнести к категории кластеров, хотя существует ряд слабых мест и недостающих элементов, которые желательно восполнить, в первую очередь, создать Институт кластерных исследований а также создать Центр подготовки и переподготовки кадров, ориентированный на формирование профессиональных компетенций персонала для удовлетворения потребностей кластерно-сетевой экономики региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Старцев Ю.А., Даванков А.Ю.* Сети и кластеры – становление современных подходов к региональному развитию // Вестник Челябинского государственного университета. – 2011, № 36 (251). Экономика. Вып. 35. С. 110...116.

2. *Junbo Yu, Randall Jackson.* Regional Innovation Clusters: A Critical Review. Growth and Change. – Vol. 42, № 2 (June 2011). P. 111...124.

3. Бушueva М.А., Масюк Н.Н., Каранцева А.Е. Кластерно-сетевая парадигма в управлении экономикой региона // Вектор Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2015, №4 (23). С.15...18.
4. A Practical Guide to Cluster Development: A Report to the Department of Trade and Industry and the English RDAs by Ecotec Research & Consulting; Clusters in Germany. An Empirical Based Insight View on Emergence, Financing, Management and Competitiveness of the Most Innovative Clusters in Germany / Dr. Gerd Meier zu Kocker / Institute for Innovation and Technology. – Berlin, 2008.
5. Масюк Н.Н., Брагина З.В., Этезов А.Х. Ассоциативный холдинг – предпосылки организации на примере текстильных предприятий. Минобр. и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию. – Иваново, 2005.
6. Райсс М. Границы "безграничных" предприятий: перспективы сетевых организаций // Проблемы теории и практики управления. – 1997, № 1. С. 92...97.
7. Масюк Н.Н., Кулик Д.Г., Бушueva М.А. Проблемы возникновения управленческих дисфункций в предпринимательских сетях и кластерах // Экономика и предпринимательство. – 2014, №12-4 (53-4). С. 937...939.
8. Mercan B. & Gökaş D. Components of Innovation Ecosystems: A Cross-Country Study // International Research Journal of Finance and Economics. – Iss. 76, 2011. P. 102...112.
9. Смородинская Н.В. Смена парадигмы мирового развития и переход экономических систем к сетевому укладу // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2012. Т.ХМ, №5(64). С.186...210.
10. Капра Ф. Паутина жизни. Новое научное понимание живых систем / Пер. с англ. / Под ред. В.Г. Трилиса. – К.: "София", 2003.
11. Бушueva М.А., Коровин Д.И., Масюк Н.Н. Локальный компромисс как основа принятия финансовых решений в кластере (на примере текстильного кластера) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 6. С.35...41.
12. Николаев М.А., Ступаков Б.А. Сетевые организационные структуры: основные понятия, признаки, виды и роль в современной экономике // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Экономика. Право. Управление. – 2014, № 5. С.3...14.
13. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Новикова А.П. Реализация потенциала Ивановской области на рынке текстильной и легкой промышленности за счет формирования инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 4. С.11...17.
14. Коньков: в развитие текстильного кластера вложат более 45 млрд. рублей. URL: <https://ria.ru/economy/20160127/1366019908.html> (дата обращения 30.01.2016).
15. Программа развития инновационного текстильно-промышленного кластера Ивановской области.
16. Федеральный закон №217-ФЗ от 02.08.09 г. "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности".

REFERENCES

1. Starcev Ju.A., Davankov A.Ju. Seti i klasteri – stanovlenie sovremennyh podhodov k regional'nomu razvitiyu // Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2011, № 36 (251). Jekonomika. Vyp. 35. S. 110...116.
2. Junbo Yu, Randall Jackson. Regional Innovation Clusters: A Critical Review. Growth and Change. – Vol. 42, № 2 (June 2011). R. 111...124.
3. Bushueva M.A., Masjuk N.N., Karanceva A.E. Klasterno-setevaja paradigma v upravlenii jekonomikoj regiona // Vektor Tol'jattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika i upravlenie. – 2015, №4 (23). S.15...18.
4. A Practical Guide to Cluster Development: A Report to the Department of Trade and Industry and the English RDAs by Ecotec Research & Consulting; Clusters in Germany. An Empirical Based Insight View on Emergence, Financing, Management and Competitiveness of the Most Innovative Clusters in Germany / Dr. Gerd Meier zu Kocker / Institute for Innovation and Technology. – Berlin, 2008.
5. Masjuk N.N., Bragina Z.V., Jetezov A.H. As-sociativnyj holding – predposylki organizacii na primere tekstil'nyh predpriyatij. Minobr. i nauki Rossijskoj Federacii, Federal'noe agentstvo po obrazovaniju. – Ivanovo, 2005.
6. Rajss M. Granicy "bezgranichnyh" predpriyatij: perspektivy setevyh organizacij // Problemy teorii i praktiki upravlenija. – 1997, № 1. S. 92...97.
7. Masjuk N.N., Kulik D.G., Bushueva M.A. Problemy vznikovenija upravlencheskih disfunkcij v predprinimatel'skikh setjah i klasterah // Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2014, №12-4 (53-4). S. 937...939.
8. Mercan B. & Gökaş D. Components of Innovation Ecosystems: A Cross-Country Study // International Research Journal of Finance and Economics. – Iss. 76, 2011. P. 102...112.
9. Smorodinskaja N.V. Smena paradigmy mirovogo razvitija i perehod jekonomicheskikh sistem k setevomu ukladu // Zhurnal sociologii i social'noj antropologii. – 2012. Т.НМ, №5(64). S.186...210.
10. Kapra F. Pautina zhizni. Noveoe nauchnoe ponimanie zhi vyh sistem / Per. s angl. / Pod red. V.G. Trilisa. – К.: "Sofija", 2003.
11. Bushueva M.A., Korovin D.I., Masjuk N.N. Lokal'nyj kompromiss kak osnova prinjatija finansovyh reshenij v klasterere (na primere tekstil'nogo klastera) // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 6. S.35...41.

12. Nikolaev M.A., Stupakov B.A. Setevye organizacionnye struktury: osnovnye ponjatija, priznaki, vidy i rol' v sovremennoj jekonomike // Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika. Pravo. Upravlenie. – 2014, № 5. S.3...14.

13. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Novikova A.P. Realizacija potenciala Ivanovskoj oblasti na rynke tekstil'noj i legkoj promyshlennosti za schet formirovanija infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 4. S.11...17.

14. Kon'kov: v razvitie tekstil'nogo klastera vlozhat bolee 45 mlrd. rublej. URL: <https://ria.ru/economy/20160127/1366019908.html> (data obrashhenija 30.01.2016).

15. Programma razvitija innovacionnogo tekstil'no-promyshlennogo klastera Ivanovskoj oblasti.

16. Federal'nyj zakon №217-FZ ot 02.08.09 g. "O vnesenii izmenenij v otдел'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii po voprosam sozdaniya bjudzhetnymi nauchnymi i obrazovatel'nymi uchrezhdenijami hozjajstvennyh obshhestv v celjah prakticheskogo primeneniya (vnedrenija) rezul'tatov intellektual'noj dejatel'nosti".

Рекомендована кафедрой экономики РЭУ им. Г.В. Плеханова (Ивановский филиал). Поступила 27.12.16.

УДК 658.5:687

ОРГАНИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ШВЕЙНОЙ ОТРАСЛИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ORGANIZATION OF BUSINESS-PROCESSES AT THE ENTERPRISES OF SEWING BRANCH OF LIGHT INDUSTRY

С.А. ЛЕОНОВ
S.A. LEONOV

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)
(Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)
E-mail: sergey-leonov@mail.ru

В статье представлен системный подход к формализации бизнес-процессов отечественных швейных предприятий в рамках реализации концепции быстрого реагирования на поступающие заказы на основе декомпозиции ряда ключевых составляющих от приема заказа до его выполнения.

The article presents a systematic approach to the formalization of business processes of the domestic apparel enterprises within the framework of the implementation of the concept of rapid response to incoming orders based on decomposition of a number of key components from receiving the order until its execution.

Ключевые слова: заказ, математический анализ, факторы внешней и внутренней среды, блок-схема.

Keywords: ordering, mathematical analysis, factors external and internal environment, block diagram.

Как отмечается в Стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года, в начале перестройки легкая

промышленность, оказавшись вне сферы внимания и поддержки федеральных властей, стала терять объемы производства,

снижать темпы освоения новых прогрессивных технологий и степень обновления продукции, перепродавать имеющееся и завезенное в страну технологическое оборудование в Турцию и Китай, где, в свою очередь, начинался бум развития легкой промышленности. Это послужило началом формирования непрозрачного, неконкурентоспособного и нецивилизованного рынка челноков и карго перевозок. Выживать в таких условиях предприятиям отрасли было очень тяжело, последовали массовые банкротства и ликвидация предприятий [1].

Таким образом, задача по восстановлению значимых позиций отечественных предприятий легкой промышленности на соответствующем рынке является актуальной. Одним из направлений реализации поставленной задачи является упорядочивание, стандартизация и документирование бизнес-процессов отечественных предприятий легкой промышленности, в том числе и швейной ее отрасли. Для успешной борьбы на высококонкурентном рынке руководству предприятия необходимо быстро принимать решение о возможности удовлетворить запросы на производство определенного вида продукции с заданным объемом. В противном случае такие заказы могут получить предприятия-конкуренты, которые быстрее ориентируются как в производственной, так и в рыночной составляющих бизнес-процессов предприятий легкой промышленности.

Принятие решения о приеме и выполнении заказа на швейные изделия для рынка модной одежды подразумевает под собой определенную ответственность лица, принимающего данное решение. Менеджеры сбытовых подразделений предприятия, ответственные непосредственно за получение и обработку заказов, должны проанализировать и оценить все факторы, способные повлиять на процесс выполнения заказа, учесть технические и технологические возможности предприятия. Все это необходимо для того, чтобы менеджер сбытового подразделения мог компетентно и в сжатые сроки дать ответ заказчику о наличии возможности исполнить заказ в конкретные сроки.

Те предприятия, которые могут оперативно и компетентно дать ответ заказчику о технической возможности исполнить заказ и назвать конкретные сроки его исполнения (например, оценить возможность уложиться в указанные заказчиком временные рамки), с одной стороны, могут с положительной стороны себя зарекомендовать перед заказчиком (как надежного поставщика), а с другой стороны, не потерять заказчика и не дать ему разместить свой заказ на производственных мощностях конкурентов.

Выполнение данных условий позволит обеспечить предприятие заказами на основе адекватного плана производства и получить соответствующую прибыль. Процесс получения и обработки заявки заказчика на продукцию предприятия в общем виде показан на рис. 1 [2].

Стоит отметить, что каждый этап обработки заказа сопряжен с риском потерять заказ, а соответственно риск упустить прибыль. Именно поэтому менеджеры сбытовых подразделений предприятия несут персональную ответственность за работу с заказчиками.

Менеджер должен в деталях знать не только всю технологическую последовательность производства швейных изделий, но и особенности данного производства, которые могут влиять на срок исполнения заказа.

Важным этапом по достижению поставленной задачи является разработка технологии принятия решения о выполнении заказа швейным предприятием в условиях единого информационного пространства. При разработке технологии принятия решения должны быть учтены факторы внешней и внутренней среды, которые могут отражать производственную и технологическую, рыночную и логистическую составляющие процесса от приема заявки, ее анализа с использованием определенной последовательности инструментов математического и корреляционно-регрессионного анализа и принятия решения об удовлетворении или отклонении заявки заказчика.

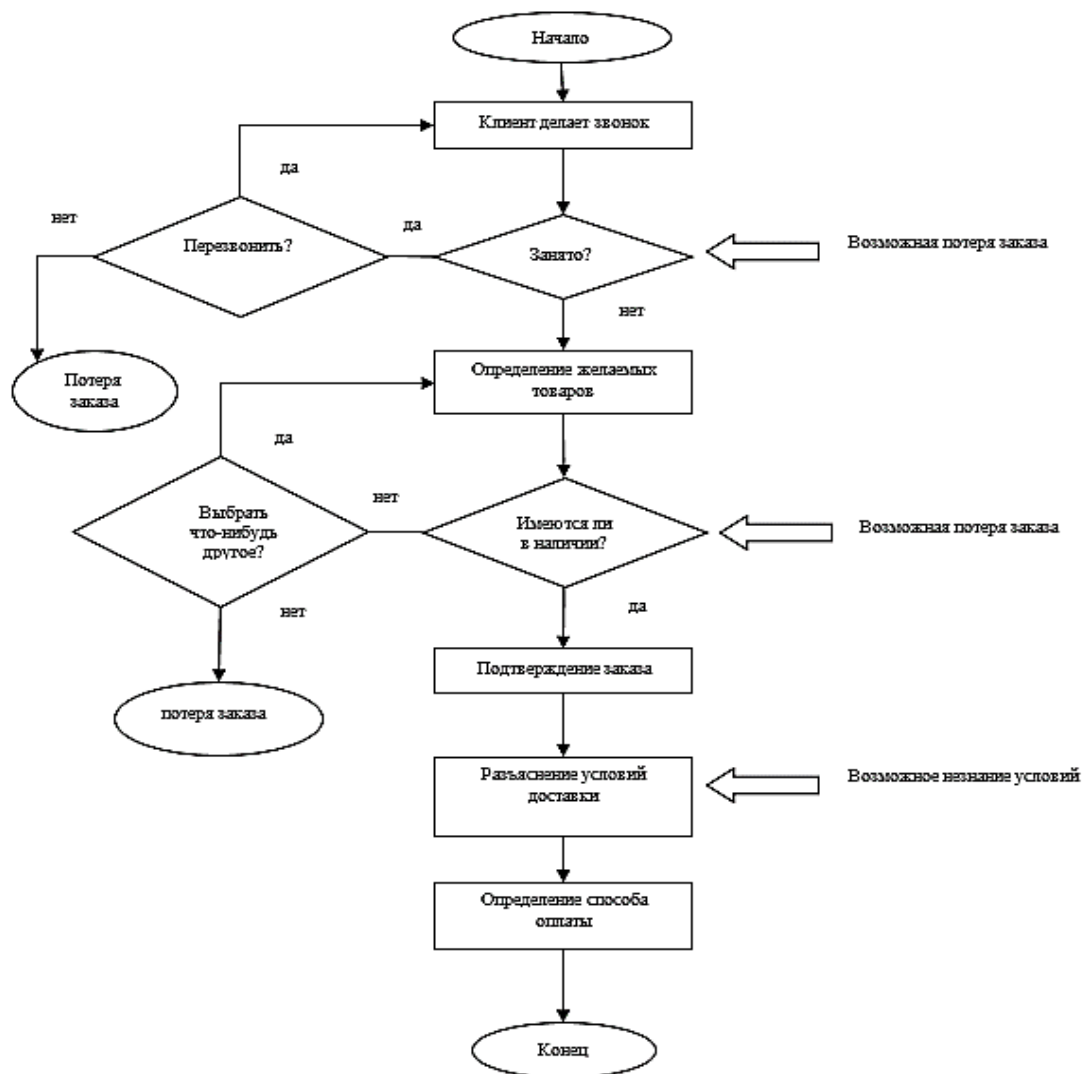


Рис. 1

Информационные потоки интегрируют в единое целое все виды деятельности предприятия, а с точки зрения управления заказами швейного предприятия нас интересует связь логистических и рыночных процессов, производственно-технологических, а также их связь друг с другом при принятии решения о возможности изготовить определенный объем продукции в условиях временных ограничений.

Ниже, на трех рисунках, будут показаны соответствующие межпроцессные связи при принятии управленческого решения о выполнении заказа швейным предприятием. На рис. 2 показана декомпозиция связей производственно-технологического и рыночного характера.

На этапе приема заявки заказчика менеджером сбытового подразделения швей-

ного предприятия определяются ассортиментные позиции заказа, которые выбираются из базы данных предприятия. Отметим, что пополнение соответствующей базы данных является результатом другого параллельного процесса: отслеживание тенденций моды и рыночной ситуации; определение необходимости разработки новой коллекции; разработка задания, оформление конфекционной карты и пошив опытных изделий; утверждение художественным советом предприятия и занесение утвержденных моделей в базу данных. Существует возможность возврата к предыдущему шагу, если полученные результаты определенного этапа последовательности не отвечают заданным условиям.

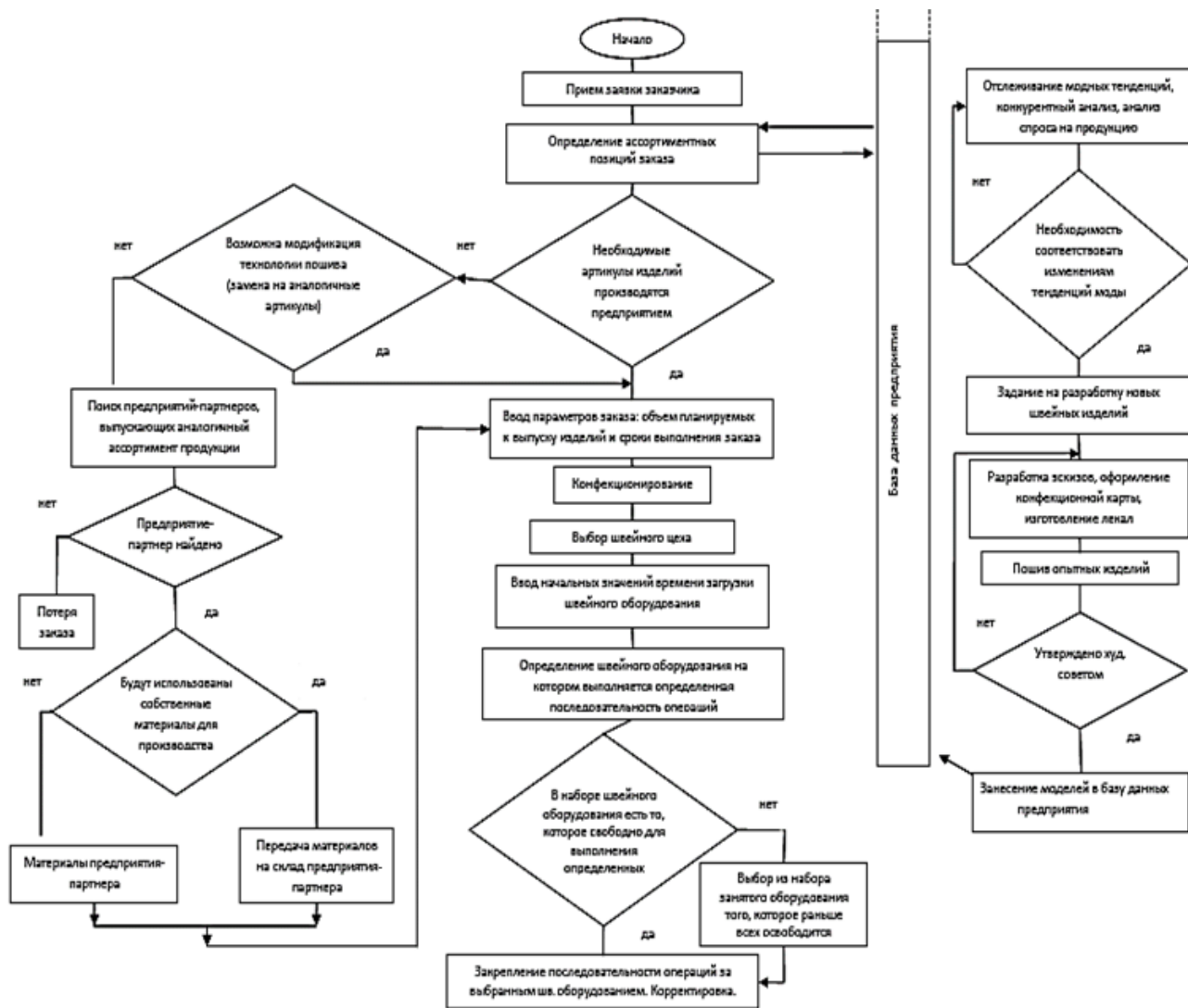


Рис. 2

На следующем этапе менеджер сбытового подразделения определяет артикулы производимых изделий. Если необходимые артикулы изделий производятся предприятием, то определяется планируемый к выпуску объем заказа и срок изготовления; проводится конфекционирование и выбор швейного цеха; определяется набор швейного оборудования, на котором планируется изготовление заказа и закрепление последовательности операций на выбранном оборудовании.

Если артикулы швейных изделий не производятся предприятием, оценивается возможность модификации технологии пошива производимых артикулов или поиск

предприятия-партнера, способного выполнить заказ. Если существует возможность произвести заказ путем модификации технологии пошива, то необходимо перейти к этапу "ввод параметров заказа". В случае если предприятие-партнер найдено, то решается вопрос о том, чьи материалы будут использованы при пошиве. Если это материалы предприятия-заказчика, то они передаются предприятию-партнеру и происходит возврат к этапу "ввод параметров заказа". Если предприятие-партнер не найдено, то это приводит к потере заказа. Далее необходимо определить фактическое время изготовления заказа; методика показана на рис. 3.

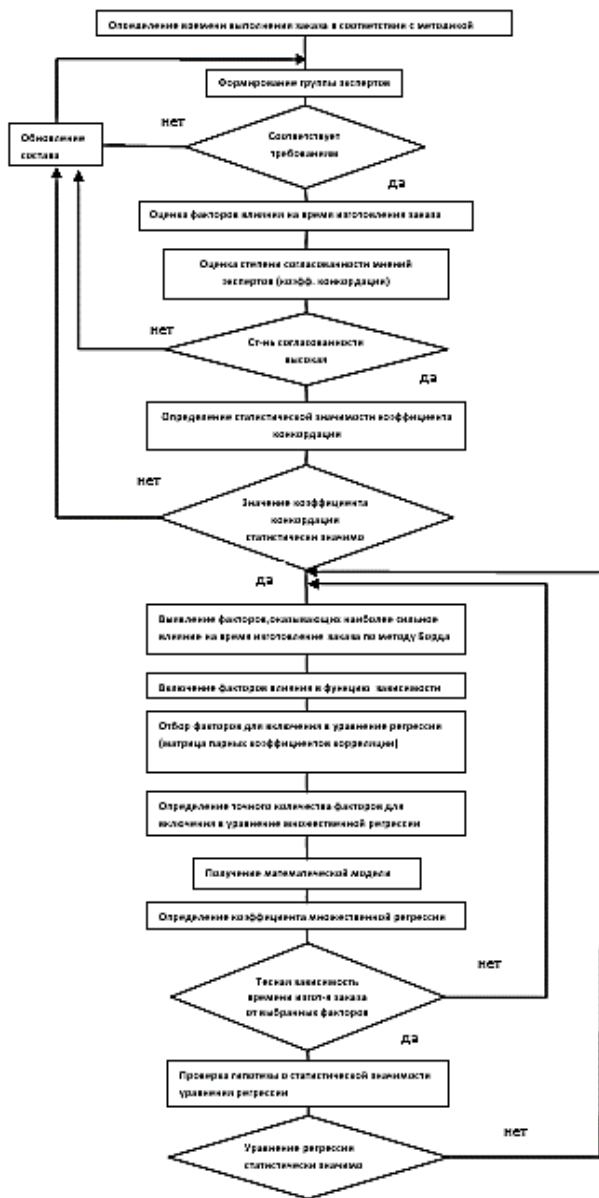


Рис. 3

На первом этапе практической реализации методики определения времени заказа необходимо сформировать устойчивую сеть экспертов (экспертную группу) на основе соответствующих (классических) требований к экспертам. Если сформированная экспертная группа соответствует всем требованиям, то экспертами проводится оценка факторов влияния на время изготовления заказа, а если экспертная группа не соответствует требованиям, то она обновляется, и процесс оценки факторов повторяется. Далее определяется степень согласованности мнений экспертов путем расчета коэффициента конкордации, определяется его статисти-

стическая значимость, и если его значение является удовлетворительным, то осуществляется переход к следующему этапу. Если указанные значения не удовлетворяют требованиям, то происходит возврат к предыдущим этапам (рис. 2).

Очередным этапом соответствующей методики является следующее: определение факторов, оказывающих наиболее сильное влияние на время изготовления заказа по методу Борда; включение факторов влияния в функцию зависимости; отбор факторов для включения в уравнение регрессии (матрица парных коэффициентов корреляции); определение точного количества факторов для включения в уравнение множественной регрессии; получение математической модели; определение коэффициента множественной регрессии.

Если зависимость времени изготовления заказа от выбранных факторов характеризуется как тесная, то проводится проверка гипотезы о статистической значимости уравнения регрессии. Если соответствующая зависимость не может быть охарактеризована как тесная, то происходит возврат к этапу определения факторов, оказывающих наиболее сильное влияние. Получаемое уравнение регрессии должно быть статистически значимым, если нет, то происходит возврат к этапу определения факторов, оказывающих наиболее сильное влияние на исследуемый параметр. Далее определяются: фактическое время изготовления заказа, ТЭП, логистические решения (рис. 4).

Если полученное уравнение регрессии статистически значимо, то оно позволяет определить фактическое время изготовления заказа на следующем этапе. Если время изготовления заказа меньше или равно времени, определенному заказчиком, то реализуется следующая последовательность: расчет ТЭП изготовления заказа; вывод ТЭП на экран/печать ТЭП; выставление счета /оплата заказа; изготовление заказа; отгрузка заказа со склада производителя. Если же время изготовления заказа больше или не равно времени, определенному заказчиком, то выводится сообщение о том,

что на выбранном швейном оборудовании невозможно выполнить заказ в срок. В таком случае необходимо определить величину скидки на заказ при увеличении срока изготовления заказа и провести переговоры

с заказчиком. Если заказчик согласен с предложенной скидкой, то следует переход к этапу расчета ТЭП заказа, если нет, то происходит потеря заказа.

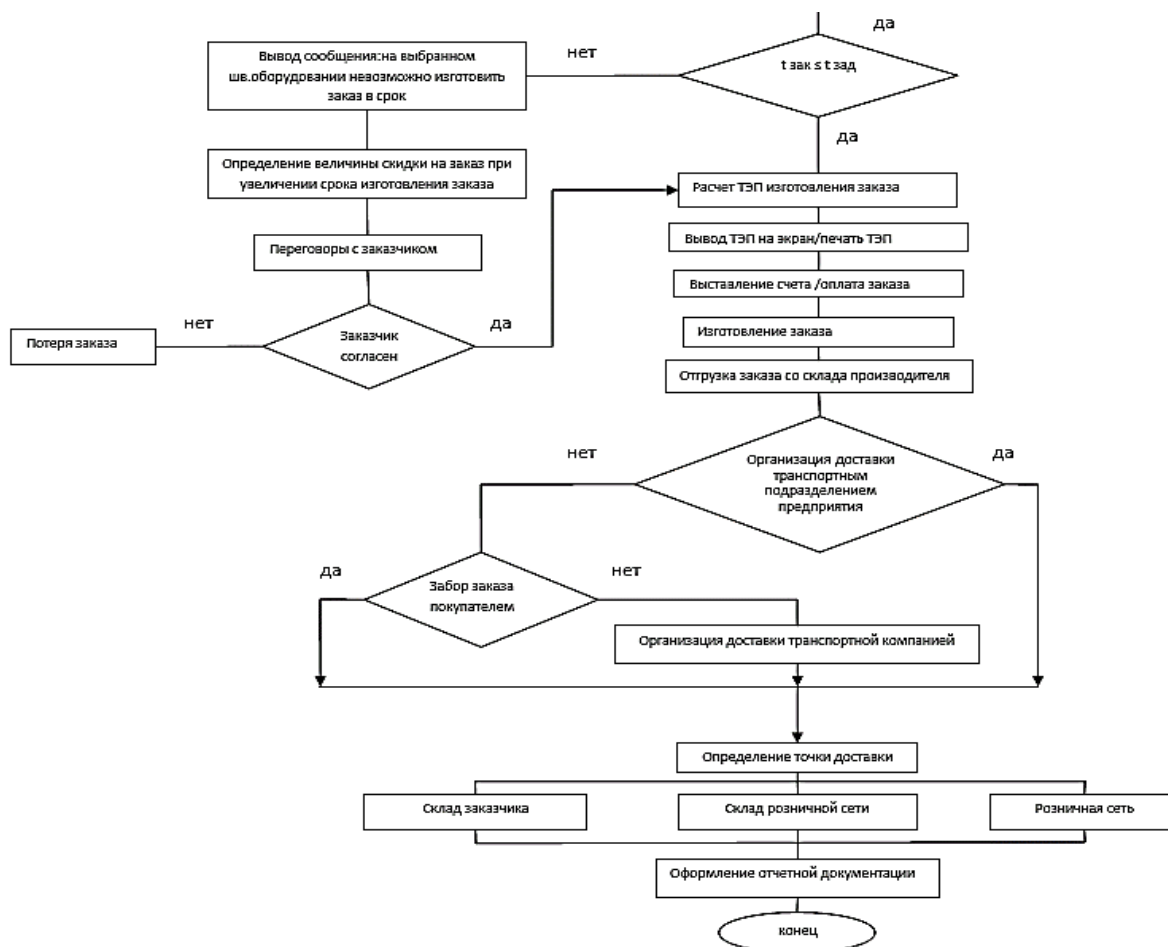


Рис. 4

Этап отгрузки продукции сменяется вопросами логистического порядка, то есть необходимо решить, каким образом будет организована доставка товара. Если доставка осуществляется транспортным подразделением предприятия, то определяется точка доставки, то есть склад заказчика, склад розничной сети или доставка непосредственно в торговые точки розничной сети. Если заказчик решает осуществить доставку собственными силами или при помощи частного транспортного предприятия, то процедура доставки аналогична. По окончании сделки с заказчиком оформляется отчетная документация.

Данный алгоритм может быть реализован на базе программных продуктов с использованием компьютерной техники, что позволяет лицам, ответственным за реализацию продукции, реально оценить возможности производства.

Срок исполнения заказа потребителя может зависеть от количества готовых изделий на складе к определенному моменту времени, а также от потребности предприятия в ткани для производства заказа. Ниже приведены формулы расчета данных показателей.

Общее количество готовых изделий i -го артикула на данный момент времени $ГИ_i$:

$$ГИ_i = ГИ_i^c - ГИ_i^p - ГИ_i^3, \quad (1)$$

где $ГИ_i^c$ – количество готовых изделий i -го артикула на складе; $ГИ_i^p$ – зарезервированное количество готовых изделий i -го артикула; $ГИ_i^z$ – заказанное количество готовых изделий i -го артикула (по текущему заказу).

Потребность в ткани для производства i -го артикула изделия ($ПМ_i$):

$$ПМ_i = \frac{ГИ_i}{\tau_i}, \quad (2)$$

где τ_i – техническая норма расхода ткани на изготовление изделия i -го артикула.

В большинстве случаев желая заказчика и устанавливаемые им сроки выполнения заказа не совпадают с возможностями предприятия. Предприятие-производитель зависит от различных внешних и внутренних факторов, что неизбежно отражается на сроке выполнения заказа. Соответственно задачей предприятия становится определение отклонения максимально допустимого времени выполнения заказа от минимально возможного, то есть фактически разницы между желаемым временем исполнения заказа потребителя и реальными возможностями предприятия.

Выполнение данной задачи возможно с помощью математических моделей, которые подразумевают использование формул, уравнений и логических соотношений.

Использование математических моделей обусловлено возможностью описывать различные внешние и внутренние процессы едиными/универсальными математическими уравнениями в различных сферах, в том числе и в производственно-сбытовой [3]. Следует отметить, что одним из условий для построения реально работающих математических уравнений является наличие полной и проверенной информации, то есть внешние и внутренние факторы влияния на организацию и бизнес-процессы, которые могут быть оценены не только с позиции математических закономерностей, но и подвергнуты квалиметрическому анализу [4].

Отечественные швейные предприятия

до сих пор не располагали специальным инструментарием для определения возможности производства поступившего заказа в установленные сроки, что существенно увеличивает неопределенность при принятии решения о выполнении заказа. Таким образом, предложенная модель оценки отклонения максимально допустимого времени выполнения заказа от минимально возможного для швейных предприятий является актуальным инструментом в управлении заказами швейных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минпромторга РФ от 24.09.2009 № 853 "Об утверждении Стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года и Плана мероприятий по ее реализации".
2. *Стивенсон В. Дж.* Управление производством / Пер. с англ. – М.: Бином, 2009.
3. *Леонов С.А.* Математическая оценка факторов, оказывающих влияние на производственно-сбытовую деятельность швейных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5.
4. *Антохина Ю.А., Леонов С.А., Леонова Т.А.* Управление затратами на качество в университете // Стандарты и качество. – 2015, № 3.
5. *Леонов С.А.* Экономическая модель оптимизации качества деятельности образовательного учреждения на основе квалиметрических методов // Век качества. – 2014, № 4.

REFERENCES

1. Prikaz Minpromtorga RF ot 24.09.2009 № 853 "Ob utverzhdenii Strategii razvitija legkoj promyshlennosti Rossii na period do 2020 goda i Plana meroprijatij po ee realizacii".
2. Stivenson V.Dzh. Upravlenie proizvodstvom / Per. s angl. – M.: Binom, 2009.
3. Leonov S.A. Matematicheskaja ocenka faktorov, okazyvajushhijh vlijanie na proizvodstvenno-sbytovuju dejatel'nost' shvejnyh predpriyatij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 5.
4. Antohina Ju.A., Leonov S.A., Leonova T.A. Upravlenie zatratami na kachestvo v universitete // Standarty i kachestvo. – 2015, № 3.
5. Leonov S.A. Jekonomicheskaja model' optimizacii kachestva dejatel'nosti obrazovatel'nogo uchrezhdenija na osnove kvalimetriceskijh metodov // Vek kachestva. – 2014, № 4.

Рекомендована кафедрой экономической теории. Поступила 16.12.16.

**ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
В СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**NONLINEAR INTERACTION AND THEIR MODELING
IN SOCIO-ECOLOGICAL SYSTEMS**

Н.В. БАКАЕВА, А.В. ШЛЕЕНКО, С.Н. ВОЛКОВА, Е.Е. СИВАК, М.И. ПАШКОВА
N.V. BAKAEVA, A.V. SHLEENKO, S.N. VOLKOVA, E.E. SIVAK, M.I. PASHKOVA

(Юго-Западный государственный университет,
Курская государственная сельскохозяйственная академия)
(Southwest State University,
Kursk State Agricultural Academy)

E-mail: natbak@mail.ru; shleenko77@mail.ru; volkova_47@mail.ru;
elenasivak77@mail.ru; marina010104@yandex.ru

В статье описано поведение сложных социально-экологических систем, характеризующееся нелинейными взаимодействиями их составляющих. Определены условия устойчивого состояния систем с динамикой его развития. Разработана классификация взаимодействий составляющих систем на основе синергетики с использованием аттракторов фазовых переходов. Найденные коэффициенты взаимодействия позволяют изучать исследуемые процессы в социально-экологических системах в естественных условиях и при антропологическом воздействии.

The article describes the behavior of complex social-ecological systems, which is characterized by nonlinear interactions of their components. Conditions a sustainable state with the dynamics of its development are defined. The classification of interactions is developed, based on synergetics with the use of attractors of phase transitions. The resulting coefficients of the interaction allow to explore the investigated processes in socio-ecological systems under natural conditions and under anthropological influence.

Ключевые слова: экологическая безопасность, социально-экологические системы, взаимодействия, моделирование, синергетика, странные аттракторы, вероятность, трансформации, информационно-синергетические потоки.

Keywords: environmental safety, socio-ecological systems, interactions, modeling, synergetics, strange attractors, probability, transformation, information-synergetic flows.

Поведение сложных систем, каковыми являются социально-экологические системы, описывается нелинейными моделями. Нелинейные системы способны эволюционировать по разным траекториям, поэтому стандартные экологические модели следует перефразировать в терминах нелинейностей [1]. Введение нелинейностей приведет к появлению странных аттракторов, и тогда небольшие отклонения в

начальных условиях вызовут существенные изменения траектории ("эффект бабочки"). Внешние и внутренние воздействия недетерминированным образом направляют систему на тот или иной путь развития.

Сегодня человечество переходит от индустриальной эпохи к постиндустриальной или информационной. Это означает, что генерируемая людьми новая информация

мгновенно становится достоянием всего человечества. В случае реализации конвергентных (нано-, инфо-, когно-) технологий, как фактора изменения жизненного мира человека, появляются опасные тенденции развития, поскольку они направлены на изменение самого человека как личности.

Социальные волновые процессы находятся в стадии исследования; понятия, используемые в теории колебаний, применяются для их анализа. Социально-экономический порядок интерпретируется с помощью представлений синергетики, с использованием аттракторов фазовых переходов.

В настоящее время мировоззрение основано на идеях эволюции и единства мира, понятиях самоорганизации и биосферной совместимости [2]. Так, в рамках концепции биосферосовместимого и развивающего человека города в работе [3] предложена математическая модель открытой динамической системы для оценки параметров человеческого потенциала на рассматриваемой территории. Построенные одно-временные уравнения для регрессионного анализа рассматриваемой системы и дифференциальные уравнения изменения динамического состояния системы пригодны для количественной оценки и прогнозирования состояния и динамики изменения отдельных элементов баланса биотехносферы и человеческого потенциала на рассматриваемой территории.

Принято считать, что самоорганизация есть результат внутренне необходимого изменения системы [4], таким образом, появляется необходимость учета плотности времени, времени, приходящегося на единицу информационно-синергетического потока в исследуемой системе. Особое значение имеет начальная плотность времени, приходящаяся на начальные условия, поскольку в дальнейшем все, что будет происходить с системой, определяется именно проявлением времени в ней. Если это биологическая система, то "осознанным" проявлением каждой клеткой рассматриваемого организма; если это разумный объект исследования, то не просто мозговым осознанием, а еще и согласованным с внешним

наблюдателем, находящимся внутри системы.

Полученные нами модели [5] позволяют учесть нелинейность взаимодействия составляющих систем, привносимую плотность времени в существующие модели, а именно:

$$|T| = T_0 \left(1 + t \frac{A-B}{C}\right)^{\frac{B}{|A-B|}}, \quad (1)$$

$$\rho_0 = \frac{T_0}{C},$$

где A – входящий информационно-энергетический поток в единицу времени в систему; B – выходящий информационно-синергетический поток в единицу времени из системы; C – имеющийся в системе информационно-синергетический поток; t – данный момент времени; T_0 – начальное время взаимодействия системы при $t=0$; T – время взаимодействия системы с окружающей средой; ρ_0 – начальная плотность времени при $t=0$; ρ – плотность времени взаимодействия системы; определяется формулой:

$$\rho = \frac{T}{C + (A-B)t}. \quad (2)$$

Изменение времени взаимодействия системы dT описывается уравнением через его плотность с начальными условиями [6]:

$$|dT| = \rho_t B dt, \quad T(0) = T_0; \quad \rho_0 = \frac{T_0}{C}. \quad (3)$$

Модулем в уравнении отмечена динамика взаимодействия: при положительной динамике $dT > 0$, при отрицательной $dT < 0$, при неотрицательной $dT = 0$.

Решая уравнение (3), получаем формулу (1), которую можно записать в виде:

$$T = T_0 K(t), \quad (4)$$

где $K(t)$ – коэффициент взаимодействия системы, который позволит записать условия сохранения существующих моделей для

различных динамик взаимодействия в общем виде [7]:

$$K(t) = \left(1 + t \frac{A-B}{C}\right)^{\frac{|B|}{|A-B|}}. \quad (5)$$

В частности, для $dT > 0$ (положительная динамика):

$$K(t) = \begin{cases} 1, \text{ при } B = 0 \text{ постоянный,} \\ \left(1 + \frac{3A}{4C}t\right)^{\frac{1}{3}}, B < \frac{A}{2} \text{ иррациональный,} \\ 1 + \frac{A}{2C}t, B = \frac{A}{2} \text{ линейный,} \\ \left(1 + \frac{A}{4C}t\right)^3, \frac{A}{2} < B < A \text{ степенной,} \\ e^{\frac{A}{C}t}, B = A \text{ экспоненциальная,} \\ \left(1 - \frac{A}{C}t\right)^{-2}, B > A \text{ обратностепенной.} \end{cases} \quad (6)$$

При $dT < 0$ (отрицательная динамика):

$$K(t) = \begin{cases} \left(1 + \frac{3A}{4C}t\right)^{\frac{1}{3}}, B < \frac{A}{2} \text{ обратнoиppaциональный,} \\ \left(1 + \frac{A}{2C}t\right)^{-1}, B = \frac{A}{2} \text{ обратнoлинейный,} \\ \left(1 + \frac{A}{4C}t\right)^{-3}, \frac{A}{2} < B < A \text{ обратнoстепенной,} \\ e^{-\frac{A}{C}t}, B = A \text{ обратнoэкспоненциальный,} \\ \left(1 - \frac{A}{C}t\right)^2, B > A \text{ парабoлический.} \end{cases} \quad (7)$$

При $dT = 0$ получаем $T = \text{const}$ (постоянная величина).

Из соотношения потоков получаем зависимости (табл. 1 – условия сохранения существующих моделей, характеризующих уровни взаимодействия системы и области странных аттракторов в фазовой плоскости).

Т а б л и ц а 1

Соотношения потоков	Области аттракторов	Модель, характеризующая взаимодействие	Динамика взаимодействия
$B=0$	I	постоянная величина	неотрицательная
$B < \frac{A}{2}$	II	иррациональная	положительная +
$B = \frac{A}{2}$	III	линейная	положительная +
$\frac{A}{2} < B < A$	IV	степенная	положительная +
$B = A$	V	экспоненциальная	положительная +
$B > A$	VI	степенная при $t < \frac{C}{A}$; терпящая разрыв при $t = \frac{C}{A}$; обратная степенной при $t > \frac{C}{A}$	положительная + бифуркация трансформация
$B < \frac{A}{2}$	VII	обратная иррациональной	отрицательная -
$B = \frac{A}{2}$	VIII	обратная линейной	отрицательная -
$\frac{A}{2} < B < A$	IX	обратная степенной	отрицательная -
$B = A$	X	обратная экспоненциальной	отрицательная -
$B > A, B = 2A$	XI	параболическая при $t < \frac{C}{A}$ - убывает; при $t = \frac{C}{A}$ - обращается в ноль; при $t > \frac{C}{A}$ - возрастает	отрицательная - бифуркация трансформация

Динамика процессов взаимодействия в социально-экологических системах (табл. 1) позволила уточнить динамику взаимодействия под номерами VI и XI, характеризующими уровни трансформации, меняющие свойства этих взаимодействий. На одиннадцатом уровне через взаимодействие системы с окружающей средой свойства меняются непрерывно через 0, а на шестом скачкообразно, через бесконечно большой разрыв при $t = \frac{C}{A}$.

Соотношения между потоками позволяют указать на проявление величины взаимодействия по определенному сценарию, описываемого той или иной моделью взаимодействия с помощью коэффициента этого взаимодействия. Модели определяют и границы областей странных аттракторов.

Сила взаимодействия характеризуется степенью в формуле (1), определяемой [8]:

$$S = \frac{B}{A-B}, \quad (8)$$

где S – степень, характеризующая синергизм сложной системы (табл. 2).

Состояния системы подразумеваем статическими, то есть рассмотренными в определенный временной период: секунду, месяц, год и т.д., в которых A, B, C принимаем за постоянные величины в этом периоде, образно выражаясь, фотографируем определенные мгновения.

Взаимодействия носят колебательный, волновой характер с пульсирующим временем взаимодействия, и сами потоки зависят от времени. Поэтому статика, представленная в нашей работе, позволяет аналитическими моделями описать мгновения состояния процесса, характеризующегося единицей времени: секундой, месяцем, годом, и указать вектор дальнейшего развития и его силу действия.

Предположив равновозможность наступления того или иного взаимодействия, видим, что всего одиннадцать областей странных аттракторов. Благоприятных для положительной динамики взаимодействия в эволюционном развитии пять (II, III, IV, V, VI), столько же с отрицательной динамикой (VII, VIII, IX, X, XI) и одна область с неотрицательной (I) (табл.2). Получаем, что вероятности будут соответственно: 0,455; 0,455 и 0,09.

Таким образом, 45,5% приходится на неустойчивые динамики взаимодействия, 45,5% – на устойчивые и 9% – на очень устойчивые. Отрицательные динамики стремятся к нулю и являются более устойчивыми, чем положительные, стремящиеся в фазовом пространстве к бесконечности.

Коэффициент развития асимптотически при отрицательной динамике стремится к нулю, достигая его только в случаях трансформации для перехода в новое состояние (VI, XI области, табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Области странных аттракторов	Соотношение потоков	Синергизм	Классификация	Модели
VI, XI	$B=2A$	-2	$S<0$	Обратная степенной
I	$B=0$	0	$S=0$	Постоянная величина
II, VII	$B = \frac{A}{4}$	$\frac{1}{3}$	$0<S<1$	Иррациональная
III, VIII	$B = \frac{A}{2}$	1	$S=1$	Прямые линии
IV, IX	$B = \frac{3}{4}A$	3	$S>1$	Степенные функции
V, X	$B=A$	∞	$S \rightarrow \infty$	Экспоненциальные Предельные переходы

Скорости развития взаимодействия могут быть как положительны, так и отрицательны по знаку, что характеризует эволюционные и коэволюционные пути.

В естественных условиях взаимодействии, раз появившись, попадает в верхнюю часть плоскости, модели которой описываются формулой (6), что выше оси $K(t)$, а при антропогенном воздействии – нижняя часть плоскости формула (7), что ниже оси $K(t)$ в фазовой плоскости ($K(t), K'(t)$). Этому подтверждение закон Фелпса, открытый им 70 лет назад, о том, что микроорганизмы размножаются по экспоненциальному закону ($s \rightarrow \infty$), да и демографическая составляющая общества в целом по этому же закону развивается, лишь с той разницей, что есть положительная динамика (естественные условия V область странных аттракторов (табл. 1)) и отрицательная (антропогенные воздействия X область странных аттракторов (табл.1)).

ВЫВОДЫ

1. Линейность взаимодействий проявляется только в случае, когда выходной поток равен половине входящего в условиях положительной динамики развития процесса взаимодействия социально-экологической системы с окружающей средой, а в остальных случаях проявляется нелинейность взаимодействий.

2. Разработанные аналитические модели позволяют определить области странных аттракторов сложных систем, а именно пять областей с положительной динамикой, столько же с отрицательной, обусловленной антропогенным воздействием при соотношении потоков $B < \frac{A}{2}$ (II, VII); $B = \frac{A}{2}$ (III, VIII); $\frac{A}{2} < B < A$ (IV, IX); $B = A$ (V, X); $B > A$ (VI, XI) и очень устойчивое состояние нейтральной полосы, когда $B = 0$ (I).

3. Найденные предельные экспоненциальные переходы (V, X) и уровни трансформации сложных систем (VI, XI) позволяют обосновывать нелинейность взаимодействия и указывают на способ отыскания то-

чек бифуркации для естественных условий с антропогенным воздействием при $t > \frac{C}{A}$ (XI) (табл. 2).

4. Силу взаимодействия и скорость развития определяем по формуле (8), которая характеризует синергизм сложной системы (табл. 2).

5. Вектор направления взаимодействия определяется динамикой времени эволюционного развития системы. При антропогенном воздействии – коэволюционным развитием.

Таким образом, разработанная методика позволяет прогнозировать экологически безопасный вариант развития экосистемы в целом, в том числе и социально-экологической, управляя динамикой ее развития и определяя условия устойчивых тенденций этого развития в ней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания // М.: Издательский центр "Академия", 2011.
2. Муха В.Д., Волкова С.Н., Муха Д.В., Волкова Е.Е. Моделирование всеобщего взаимодействия эволюционных процессов в социально-экологических системах // 2-е изд. – Курск: изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2009.
3. Ashby W.R. Principles of the Self-Organizing Dynamic System // Journal of General Psychology. – V. 37. P. 125...128.
4. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Гордон В.А., Бакаева Н.В. Моделирование и количественная оценка составляющих гуманитарного баланса биотехносферы урбанизированных территорий // Тр. Общ. собр. РААСН "Фундаментальные и приоритетные прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли". – 2012. Т2. С.195...205.
5. Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пашкова М.И., Шлеенко А.В. Прогнозирование регионального развития // Вестник Курской гос. с.-х. ак. – 2015, №6. С. 9...11.
6. Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пашкова М.И., Герасимова В.В. Математическое моделирование взаимодействия исследуемой системы с окружающей средой // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития. – Красноярск, 2014. С. 9...11.
7. Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пашкова М.И., Костенко Н.А., Герасимова В.В. Формула времени эволюционного развития // Мат. V Междунар. научн.-

практ. конф.: Наука в современном информационном обществе, 26-27 января 2015 г. – North Charleston, USA. Т.2. С.134...136.

8. Шлеенко А.В., Волкова С.Н., Сивак Е.Е. Способ определения времени взаимодействия объектов исследования с окружающей средой // Изв. Юго-Западного гос. ун-та. Серия: Техника и технология. – 2015, № 2(15). С. 65...70.

REFERENCES

1. Dubnishheva T.Ja. Konceptii sovremennogo estestvoznaniya // M.: Izdatel'skij centr "Akademija", 2011.

2. Muha V.D., Volkova S.N., Muha D.V., Volkova E.E. Modelirovanie vseobshhego vzaimodejstviya jevoljucionnyh processov v social'no-jekologicheskikh sistemah // 2-e izd. – Kursk: izd-vo Kursk. gos. s.-h. ak., 2009.

3. Ashby W. R. Principles of the Self-Organizing Dynamic System // Journal of General Psychology. – V. 37. P. 125...128.

4. Il'ichev V.A., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Ba-kaeva N.V. Modelirovanie i kolichestvennaja ocenka sostavljajushhih gumanitarnogo balansa biotehnosfery urbanizirovannyh territorij // Tr. Obshh. sobr. RAASN "Fundamental'nye i prioritetnye prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniju razvitija

arhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noj otrasli". – 2012. Т2. S.195...205.

5. Volkova S.N., Sivak E.E., Pashkova M.I., Shleenko A.V. Prognozirovanie regional'nogo razvitija // Vestnik Kurskoj gos. s.-h. ak. – 2015, № 6. S. 9...11.

6. Volkova S.N., Sivak E.E., Pashkova M.I., Gerasimova V.V. Matematicheskoe modelirovanie vzaimodejstviya issledueмой системы s okruzhajushhej sredoj // Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Estestvennye i matematicheskie nauki: voprosy i tendencii razvitija. – Krasnojarsk, 2014. S. 9...11.

7. Volkova S.N., Sivak E.E., Pashkova M.I., Kostenko N.A., Gerasimova V.V. Formula vremeni jevoljucionnogo razvitija // Mat. V Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Nauka v sovremennom informacionnom obshhestve, 26-27 janvarja 2015 g. – North Charleston, USA. Т.2. S.134...136.

8. Shleenko A.V., Volkova S.N., Sivak E.E. Sposob opredelenija vremeni vzaimodejstviya ob"ektov issledovaniya s okruzhajushhej sredoj // Izv. Jugo-Zapadnogo gos. un-ta. Serija: Tehnika i tehnologija. – 2015, №2 (15). S. 65...70.

Рекомендована кафедрой экспертизы и управления недвижимостью, горного дела ЮЗГУ. Поступила 22.06.16.

УДК 687.1/4:658.7

ОПТИМИЗАЦИЯ СРЕДЫ ПОСТАВОК ПРЕДПРИЯТИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОСТАВЩИКОВ

THE OPTIMIZATION OF DELIVERY SCHEMES OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISE ON THE BASIS OF SUPPLIERS' ASSESSMENT

О.Е. МАТУШКИНА, О.М. ВИШНЯКОВА, А.В. КАРПУШКИНА
O.E. MATUSHKINA, O.M. VISHNYAKOVA, A.V. KARPUSHKINA

(Филиал Южно-Уральского государственного университета
(Национальный исследовательский университет), г. Златоуст)
(South Ural State University (National Research University) the Branch in Zlatoust)
E-mail: docentmoe@mail.ru

В статье рассмотрены проблемы предприятий легкой промышленности в сфере управления поставками производственных ресурсов. Апробирована модель оптимизации поставок с учетом цены, качества и условий обслуживания поставщиков. Разработан математический аппарат, позволяющий рассчитать экономический эффект от сотрудничества с данным поставщиком.

The article examines the problems of delivery management of production resources of light industry enterprises. The model of optimization of deliveries taking into account the price, quality and service terms of suppliers is tested. Evaluation of economic efficiency of application of this model with the optimizing schemes of delivery for the enterprises of light industry is given.

Ключевые слова: конкурентоспособность продукции, управление сырьем и материалами, сравнительный анализ поставщиков, экономия производственных затрат, качество товара, экономический эффект поставки.

Keywords: product competitiveness, management of raw materials, comparative analysis of suppliers, saving production costs, product quality.

Функционируя в условиях жесткой конкурентной среды, нестабильности экономической ситуации в стране, снижения покупательской способности населения российские предприятия легкой промышленности остро нуждаются в оптимизации затрат на осуществление своей деятельности.

Как показывают статистические исследования, максимальный удельный вес в составе затрат при производстве товаров народного потребления занимает их материальная составляющая, поэтому ее оптимизация приобретает особое значение. Российский потребитель в последние годы привык к стабильным доходам и росту уровня жизни, поэтому много внимания уделяет качеству товара. Эти особенности потребительского поведения необходимо учитывать при производстве изделий легкой промышленности и в управлении сырьем и материалами.

Целый ряд статей российских экономистов посвящен вопросам минимизации рисков и оптимизации затрат именно материальных ресурсов [1]. Продолжая исследования, определим, каким образом можно уменьшить производственные затраты предприятия в части запасов товарно-материальных ценностей.

Учитывая потребности нашей экономики в импортозамещении, необходимо изыскать внутренние механизмы, позволяющие добиться поставленной цели без снижения конкурентоспособности продукции российских предприятий легкой промышленности. Основное ограничение в оптимизации затрат – это обеспечение

качества производимых изделий.

Анализ практики работы предприятий позволяет выявить несколько направлений оптимизации затрат без снижения потребительских характеристик: работа на более технологичном оборудовании (требует больших капитальных вложений, которыми в условиях экономического кризиса предприятия не обладают); внедрение программ экономии; оптимизация поставок сырья и материалов. Остановимся на последнем, так как оно не требует значительных капиталовложений и может обеспечить экономический эффект в краткосрочный период времени, что важно в условиях внешней нестабильности.

Для достижения поставленной цели используем модель оценки конкурентной среды поставщиков экономиста В.И. Плещенко [3]. В качестве объекта исследования выберем реальное предприятие легкой промышленности, определим, какой экономический эффект обеспечит использование данной модели.

Проведя сравнительный анализ основных поставщиков по выбранной модели, оптимизируем цепи поставок с точки зрения достижения актуальных для предприятия целей.

На выбор поставщика влияют не только цена, но и качество товара, надежность поставки, условия платежа и качество обслуживания.

По этим критериям дадим экспертную оценку и рассчитаем рейтинг поставщиков, что даст возможность распределить их по значимости (табл. 1).

Поставщики сырья и материалов	Итоговый вес критериев					Сумма рейтинга
	надежность поставки	цена товара	качество товара	условия платежа	качество обслуживания	
Кожтовары:						
- ЗАО "Белрус"	2,40	2,25	1,75	0,90	0,45	7,75
- ЗАО "Русская кожа"	2,40	1,75	2,00	1,20	0,50	7,85
- ООО ПФ "Раском"	2,70	2,00	2,00	1,05	0,45	8,20
Детали низа:						
- ОАО "Кировский комбинат "Искож"	3,00	2,00	2,00	1,05	0,35	8,40
- ООО СП "Скортек"	2,40	2,25	2,00	1,05	0,40	8,10
Текстильные материалы:						
- ООО ТД "Егорьевский текстиль"	2,40	1,50	1,75	1,20	0,35	7,20
- ООО "Клетекс"	2,70	1,75	2,00	1,20	0,40	8,05
Фурнитура:						
- ЗАО "Моснитки"	2,70	2,25	2,00	1,20	0,35	8,50
- ООО "Искож-снабсбыт"	2,40	1,75	1,50	1,05	0,35	7,05
- ЗАО "Московский фурнитурный завод"	2,40	2,00	2,00	1,35	0,40	8,15
Химматериалы:						
- ООО "Сантика Синтез"	2,70	2,50	2,50	1,20	0,40	9,30
- ООО "Рустрейдинг"	2,10	2,00	2,50	1,20	0,40	8,20
- ООО "Химпласт"	2,40	2,00	2,25	1,35	0,45	8,45
Упаковка:						
- ООО "Южуралпак"	3,00	2,25	2,25	1,20	0,45	9,15
- ООО "Бик Крой"	2,70	2,00	2,00	1,20	0,45	8,35
- ООО "Картон Пак"	2,70	2,25	2,25	1,35	0,40	8,95

На основе данных, представленных в табл. 1, ЗАО "Юничел-Злато" может оптимизировать свою работу с поставщиками. Например, необходимо отказаться от услуг ООО "Искож-снабсбыт", которое имеет наименьший рейтинг (7,05) из-за низкого качества кожи и тканей и высокой цены. Для компенсации объема поставок надо расширить контакты с ЗАО "Моснитки" (8,50). Предприятие обладает самой надежной и быстрой доставкой, строго соблюдает график поставок при условии средней цены и хорошего качества сырья и материалов, а также использует удобный для ЗАО "Юничел-Злато" способ оплаты – в рассрочку. В результате получим увеличение среднего значения рейтинга поставок с 8,23 до 8,44.

С учетом перечисленных критериев выбора наилучшего поставщика можно предложить следующую методику расчета экономического эффекта поставок.

Эффект от выбора лучшей цены закупок можно рассчитать по формуле:

$$\mathcal{E}_c = \sum_{i=1}^n N_i (\Pi_{\text{при}} - \Pi_{\text{опт}}),$$

где N_i – объем закупаемого i -го ресурса; $\Pi_{\text{при}}$ – цена, предлагаемая поставщиком; $\Pi_{\text{опт}}$ – оптимальная цена; n – количество видов ресурсов, заказываемых у данного поставщика.

Расчет эффекта от своевременности поставок, а значит от отсутствия простоев и своевременного выпуска продукции, представлен в [1].

Эффект от предоставления возможности пользования отсрочкой платежа можно представить следующим образом:

$$\mathcal{E}_{\text{отср}} = \Pi_{\text{л}} \frac{T_p C_T}{365 \cdot 100\%},$$

где $\Pi_{\text{л}}$ – общая сумма платежа; T_p – период отсрочки платежа; C_T – ставка банковского процента по краткосрочному коммерческому кредиту в процентах.

Суммируя три вышеперечисленных позиции, можно рассчитать экономический эффект от работы с каждым поставщиком.

Экономический эффект закупок (-♦-) для ЗАО "Юничел-Злато" (г. Златоуст, Челябинская область) представлен на рис. 1.

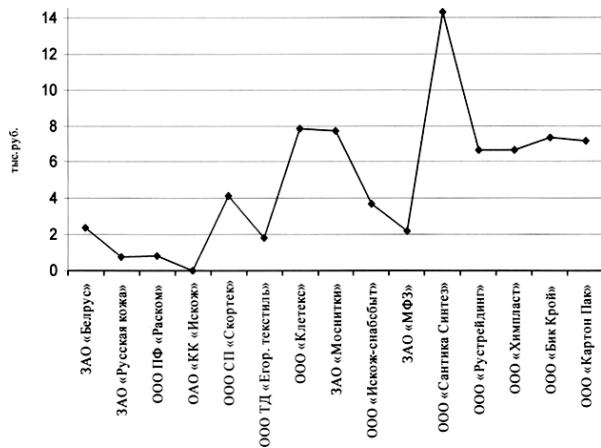


Рис. 1

На основе сравнительного анализа поставщиков предприятие ЗАО "Юничел-Злато" может получить существенный экономический эффект в краткосрочный период с незначительными дополнительными вложениями.

ВЫВОДЫ

1. С использованием реальных данных функционирующего предприятия проведение оптимизация цепи поставок для предприятия легкой промышленности.

2. Использование модели позволит предприятию выделить поставщиков, предоставляющих логистические услуги более высокого качества.

3. Предлагается математический аппарат, позволяющий рассчитать экономический эффект от сотрудничества с каждым из поставщиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матушкина О.Е. Управление производственными запасами, как инструмент минимизации экономических рисков предприятий легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3.

2. Матушкина О.Е., Лисиенкова Л.Н., Ковалев А.И. Оценка взаимосвязи динамики прибыли и финансовой устойчивости предприятия легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 1.

3. Плещенко В.И. Оценка состояния конкурентной среды поставщиков на базе ценовых показателей в рамках закупочной деятельности промышленных предприятий // Экономический анализ. Теория и практика. – 2012, № 46.

REFERENCES

1. Matushkina O.E. Upravlenie proizvodstvennymi zapasami, kak instrument minimizacii jekonomicheskikh riskov predpriyatij legkoj promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 3.

2. Matushkina O.E., Lisenkova L.N., Kovalev A.I. Ocenka vzaimosvjazi dinamiki pribyli i finansovoj ustojchivosti predpriyatija legkoj promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 1.

3. Pleshhenko V.I. Ocenka sostojanija konkurentnoj sredy postavshhikov na baze cenovyh pokazatelej v ramkah zakupochnoj dejatel'nosti promyshlennyh predpriyatij // Jekonomicheskij analiz. Teorija i praktika. – 2012, № 46.

Рекомендована Советом факультета сервиса, экономики и права. Поступила 17.01.17.

**ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РЕСУРСОСНАБЖЕНИЯ КОММУНАЛЬНЫМИ УСЛУГАМИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ**

**FEATURES AND PROSPECTS
OF RESOURCE PROVISIONINGS BY UTILITIES
MANUFACTURING ENTERPRISES OF BRANCHES OF ECONOMY OF RUSSIA**

О.К. МЕЩЕРЯКОВА, Л.П. МЫШОВСКАЯ, Е.П. ГОРБАНЕВА
O.K. MESHCHERYAKOVA, L.P. MYSHOVSKAYA, E.P. GORBANEVA

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет)
(Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail onora@list.ru; www.mlp@vgasu.vrn.ru; elenagorbaneva@rambler.ru

Рассмотрена взаимосвязь процесса строительства и эксплуатации объектов недвижимости с ресурсоснабжением коммунальными услугами предприятий производственного назначения (на примере легкой промышленности). Предложена модель управления инвестиционной деятельностью в сфере услуг коммунального комплекса.

The interrelation of the process of construction and operation of real estate with resource provisionings utilities enterprises for production purposes (on the example of light industry). The model of management of investment activity in the services of a municipal complex is offered.

Ключевые слова: строительство и эксплуатация объектов недвижимости, коммунальные услуги, легкая промышленность, внешние и внутренние факторы, инвестиционные проекты.

Keywords: construction and operation of real estate, utilities, light industry, internal and external factors, investment projects.

Современное состояние российской экономики находится в сложной санкционной ситуации, результаты которой ощущают ведущие отрасли, среди которых находится и строительная сфера. Особенностью данной отрасли является ее взаимосвязь с различными отраслями, участвующими как в процессе создания объекта недвижимости, так и в его эксплуатации.

Легкая промышленность является одной из отраслей, продукция которой востребована различными объектами недвижимости, как возводимыми, так и введенными в эксплуатацию. Данная отрасль экономики включает в себя предприятия по изготовлению тканей, швейное производство, а также производство кожи и изделий из

нее. Объем отгруженных товаров производства предприятий легкой промышленности в России в 2014 г. составил 289,7 млрд. руб. Из них около 44% пришлось на швейное производство. В денежном эквиваленте объем отгруженной продукции по сравнению с 2013 г. уменьшился на 2,1%, причем производство тканей и швейное производство осталось на уровне 2013 г. На поддержку легкой промышленности в 2014 г. из Федерального бюджета было выделено 1,7 млрд. руб., а в 2015 г. Правительство планировало потратить на развитие отрасли еще 1,5 млрд. руб. Но, несмотря на эти меры, российская легкая промышленность обеспечивает всего около 25% внутреннего рынка, остальные 75% приходятся

на экспорт [5, с.23]. При этом произведенная отечественная продукция легкой промышленности не в полной мере удовлетворяет объему ее потребления – для оснащения объектов гостиничного бизнеса, различных сфер услуг – из-за соотношения цены и качества, а иногда и высокой стоимости данной продукции, на которую, среди прочих расходов, влияют суммы тарифов за коммунальные услуги.

Коммунальные услуги – это ресурсоснабжение объектов недвижимости, обеспечивающее электро-, тепло-, газоснабжение, водоснабжение и водоотведение производственных процессов различных предприятий, в том числе и легкой промышленности.

Сфера услуг коммунального хозяйства России – многоотраслевой комплекс, который обеспечивает функционирование инженерной инфраструктуры зданий различного назначения и создает условия производственной деятельности, а также комфорт для находящегося в них персонала, благодаря предоставлению им обширного спектра коммунальных услуг. На конец 2014 г. количество вновь введенных зданий по России составило 304195 штук, с общей площадью 138623,5 кв.м. [3, с.628], что увеличило потребность в коммунальных услугах как на этапе строительства, так и в процессе эксплуатации.

Коммунальный комплекс (КК) является частью жилищно-коммунального хозяйства, при этом он в совокупности состоит из компаний, предоставляющих коммунальные услуги в виде:

- генерирующих компаний – предприятия, занимающиеся добычей основных тепло-, энергоносителей, генерирующие

электроэнергию, производящие забор и очистку воды. Как правило, такие предприятия не работают напрямую с конечным потребителем, и продают услуги оптом;

- транспортирующих компаний – предприятия, занимающиеся транспортировкой основных тепло-, энергоносителей и воды. В современных реалиях такие компании принадлежат генерирующим предприятиям или же входят в их структуру. С одной стороны, это позволяет снизить себестоимость коммунальных услуг, за счет более эффективного управления, но, с другой стороны, приводит к увеличению монополизированности отрасли;

- распределяющих компаний – предприятия, занимающиеся распределением основных тепло-, энергоносителей и воды от транспортных компаний к конечным потребителям. Такие компании также могут принадлежать генерирующим предприятиям или входить в их структуру, или же могут быть представлены частными фирмами.

Распределяющие компании работают непосредственно с конечным потребителем, предоставляя им услуги в розницу и собирая с них платежи.

Предприятия коммунального комплекса целиком зависимы от окружающего мира, как внешней, так и внутренней среды – в отношении своих ресурсов, потребителей, пользователей их результатами, которых они стремятся достичь. Воздействие данных факторов (табл. 1 – факторное пространство деятельности предприятий коммунального комплекса) влияет на устойчивость ресурсоснабжающих предприятий коммунального комплекса в процессе обслуживания объектов производственного назначения [1].

Т а б л и ц а 1

Коммунальный комплекс	
Внешние	Внутренние
Конкуренция	Применяемые технологии
Емкость рынка	Наличие квалифицированных кадров
Эластичность цен	Уровень организации
Платежеспособность заказчиков	Уровень износа машин и механизмов
Экология	Качество оказываемых услуг
Законодательное регулирование	Производственный потенциал
Уровень инфляции	Инновационно-инвестиционный потенциал
Международная ситуация	Финансовая устойчивость

Перечисленные выше внешние и внутренние факторы оказывают воздействие на тарифные платежи ресурсоснабжающих компаний своим потребителям.

Для изменения ситуации, в целях взаимовыгодного сотрудничества между поставщиками и потребителями коммунальных ресурсов, необходимо внедрение новых инновационных технологий, позволяющих за счет повышения производительности труда, сокращения производственных расходов и других затрат оптимизировать тарифные платежи. Данные изменения требуют инновационных решений как производственного, так и управляющего характера за счет инвестиционных вложений.

Несомненно, что эти вопросы необходимо решать не только представителям частного бизнеса, но и государству, так как потребителями коммунальных услуг являются также производственные предприятия, производящие продукцию для социальных нужд населения страны.

Возникает следующая ситуация.

1. Исследования структуры себестоимости, на примере производственной деятельности предприятий легкой промышленности, показали, что затраты на газ, воду, пар, электроэнергию составляют в среднем 2...3% [5]. Хотя это небольшая доля, но для предприятий-изготовителей социально значимой продукции – необходима государственная поддержка для снижения тарифной нагрузки.

2. Для предприятий-производителей и поставщиков коммунальных ресурсов необходимы разработка и внедрение инвестиционных проектов с участием государственных структур для их перспективного инновационного развития.

Современные условия организации управления инвестиционными проектами по развитию объектов сферы коммунальных услуг характеризуются высокой степенью монополизации при низкой инновационной и инвестиционной активности предприятий комплекса; несовершенством информационной инфраструктуры, обеспечивающей ресурсообмен между объектами в комплексе; отсутствием эффективных форм и методов развития отраслевых комплексов и объектов; низкой инвестиционной привлекательностью отраслевых комплексов и объектов для потенциальных инвесторов; нерациональным использованием технических, экономических, социальных, экологических, институциональных, управленческих и кадровых ресурсов в отрасли; недостаточной проработанностью механизмов взаимодействия между отраслевыми комплексами и объектами коммунального хозяйства [6], [7].

Функции, задачи и структура инвестиционной деятельности объектов сферы услуг коммунального комплекса (представлены на рис. 1) реализуются, как правило, с помощью проектов по развитию данных объектов [2].

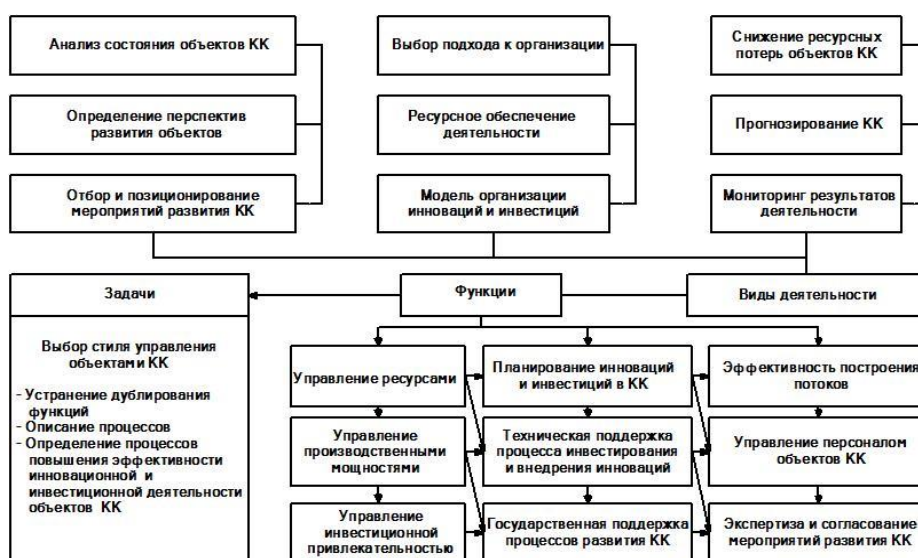


Рис. 1

Распределение ресурсов является основной функцией инвестиционной деятельности объектов сферы услуг коммунального комплекса. Существующие основные подходы: наступательный, стабилизационный, инерционный обеспечивают рациональное управление инвестиционной деятельностью объектов КК.

Они применяются для инвестирования новых объектов коммунального комплекса или технологий оказания коммунальных услуг; инновационных механизмов удержания конкурентной позиции коммунального хозяйства, а также для объектов КК, не являющихся лидерами в выпуске на рынок тех или иных инноваций и при этом копирующих основные потребительские свойства (но не обязательно технические особенности) нововведений, выпущенных на рынок коммунальных услуг.

Методами организации управления инвестиционными проектами по развитию объектов сферы коммунальных услуг являются: ситуационный, программно-целевой, проектный, системный. Так, использование программно-целевого метода, принципы которого заложены в различные программы развития отрасли жилищно-коммунального хозяйства, в том числе в программе "Комплексное развитие систем коммунальной инфраструктуры городского округа город Воронеж на период 2010-2020 годов", позволило получить положительные результаты по вопросам энергосбережения, ликвидации дефицита и повышения качества питьевой воды, замены инфраструктурных коммуникаций.

Мероприятия по реализации инвестиционных проектов развития объектов сферы услуг коммунального комплекса обеспечиваются за счет рациональных форм управления инвестиционным процессом в рассматриваемой сфере услуг, учитывающих базовые принципы: баланс интересов; экономическая целесообразность; экономическая привлекательность; экологическая безопасность.

При этом должны учитываться общие принципы организации управления инвестиционными проектами по развитию объ-

ектов сферы услуг КК, такие как целенаправленность, системность, комплексность, иерархичность, адекватность, устойчивость, оптимальность, эффективность, в сочетании со специфическими, характерными для существующих в отрасли инновационных и инвестиционных процессов.

Говоря о современном назначении коммунального комплекса, невозможно не отметить его высокую социальную, экономическую, экологическую и стратегическую значимость в вопросах ресурсоснабжения, как для объектов жилищного, так и производственного назначения. Его социальная значимость выражается в непрерывном обеспечении потребностей предприятий в коммунальных услугах, от уровня его развития зависят условия жизни населения страны, состояние его здоровья; экономическая составляющая прослеживается в возможности отрасли оперативного решения вопросов подключения объектов нового строительства к системам КК; стратегическая сторона – привлечение инвесторов для повышения инновационно-инвестиционной привлекательности региона; обеспечение сохранности объектов природопользования и безопасности региона является экологической направленностью деятельности предприятий, предоставляющих коммунальные услуги.

ВЫВОДЫ

Исследование процесса ресурсоснабжения коммунальными услугами предприятий сфер производственной деятельности показало актуальность и перспективность его развития с целью дальнейшего реформирования этого важнейшего сектора национальной экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мецержакова О.К., Мищенко В.Я. Формирование факторного пространства инновационно-инвестиционной привлекательности сферы услуг ЖКХ // Финансы. Экономика, Стратегия. Научно-практический и методологический журнал – 2014, № 8. С.23...27.
2. Мецержакова О.К. Формирование рациональных вариантов управления жилищно-коммунальной

сферой России. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2012.

3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015:Р32 // Стат. сб. – М.: Росстат, 2015.

4. *Сироткина Н.В.* Индикативное управление промышленными предприятиями в инновационной среде: теория, методология, практика. – Воронеж, 2008.

5. 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.

6. Управление городским хозяйством и модернизация жилищно-коммунальной инфраструктуры / Под общ. ред. проф. П.Г. Грабового. – М.: ИИА "Просветитель", 2013.

7. *Чернышов Л.Н.* Управление ЖКХ России. – М.: МГСУ, 2003.

8. *Hellgiegel D., Slocum J W.Jr., Woodman R.W.* Organizational Behavior. 7th ed. West Publishing Company. – 1995.

9. Housing economics and public policy / ed. by T. O'Sullivan and K. Gibb. – Oxford: Blackwell, 2003.

10. *Fleishman E.A., Harris E.F., Burff H.E.* Leadership and Supervision in Industry. – The Ohio State University. 1984.

REFERENCES

1. Meshherjakova O.K., Mishhenko V.Ja. Formirovanie faktornogo prostranstva innovacionno-investicionnoj privilekatel'nosti sfery uslug ZhKH // *Finansy. Jekonomika, Strategija. Nauchno-*

prakticheskij i metodologicheskij zhurnal – 2014, № 8. S.23...27.

2. Meshherjakova O.K. Formirovanie racional'nyh variantov upravlenija zhilishhno-kommunal'noj sferoj Rossii. – Voronezh: Izdatel'sko-poligraficheskij centr "Nauchnaja kniga", 2012.

3. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2015:R32 // Stat. sb. – М.: Rosstat, 2015.

4. Sirotkina N.V. Indikativnoe upravlenie promyshlennymi predpriyatijami v innovacionnoj srede: teorija, metodologija, praktika. – Voronezh, 2008.

5. Tekushhee sostojanie i perspektivy razvitija legkoj promyshlennosti v Rossii // 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.

6. Управление городским хозяйством и модернизация жилищно-коммунальной инфраструктуры / Под общ. ред. проф. П.Г. Грабового. – М.: ИА "Просветитель", 2013.

7. Chernyshov L.N. Upravlenie ZhKH Rossii. – М.: МГСУ, 2003.

8. Hellgiegel D., Slocum J W.Jr., Woodman R.W. Organizational Behavior. 7th ed. West Publishing Company. – 1995.

9. Housing economics and public policy / ed. by T. O'Sullivan and K. Gibb. – Oxford: Blackwell, 2003.

10. Fleishman E.A., Harris E.F., Burff H.E. Leadership and Supervision in Industry. – The Ohio State University. 1984.

Рекомендована кафедрой организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью. Поступила 01.06.16.

УДК 65.012.23

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ОЦЕНОК НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ

CONSTRUCTION OF INTEGRATED ASSESSMENTS ON THE BASIS OF LOGISTIC REGRESSION

С.А. БАРКАЛОВ, П.Н. КУРОЧКА, И.Г. ЛУКМАНОВА
S.A. BARKALOV, P.N. KUROCHKA, I.G. LUKMANOVA

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет,
Московский государственный строительный университет)
(Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Moscow State University of Civil Engineering)
E-mail: sbarkalov@nm.ru; kpn55@rambler.ru

Рассматриваются вопросы построения комплексных (интегральных) оценок в процессе принятия управленческих решений. Показано, что данная задача относится к классу многокритериальных задач оптимизации, при ре-

шении которых, как правило, используются достаточно трудоемкие и субъективные методы экспертного опроса. Предложены два подхода, позволяющие получить интегральные оценки, не прибегая к процедуре экспертного опроса.

Questions of creation of complex (integrated) estimates in the course of adoption of administrative decisions are considered. It is shown that this task belongs to the class of multicriteria problems of optimization at the solution of which rather labor-consuming and subjective methods of expert poll are, as a rule, used. Two approaches allowing to receive integrated estimates are offered without resorting to the procedure of expert poll.

Ключевые слова: интегральная оценка, комплексная оценка, рейтинговая оценка, матрица потерь, матрица логической свертки, логическая регрессия, сингулярное разложение.

Keywords: integral assessment, comprehensive assessment, a rating score, the loss matrix, the matrix of logical convolution, logical regression, singular decomposition.

Процесс принятия управленческого решения очень часто приводит к необходимости выбора единственного варианта из конечного набора возможных альтернатив. Чаще всего лицо, принимающее решение, осуществляет выбор, руководствуясь собственным опытом и знаниями на основе интуитивных представлений. Но, к сожалению, современные экономические условия таковы, что несколько неудачных управленческих решений ставят предприятие на грань банкротства. Иными словами, потребности современных экономических условий повышают ответственность лица, принимающего решение, за последствия этих решений. Особенно это характерно для предприятий, относящихся к категории малых, имеющих небольшой объем собственных средств, которые однако в современных условиях составляют существенную долю хозяйствующих субъектов.

Следует отметить, что согласно действующему законодательству к малым предприятиям относятся предприятия со средней численностью до 100 человек и объемом реализованной продукции не выше 800 млн. руб., а к микропредприятиям – предприятия, численность которых не превышает 15 человек, с объемом реализации по году не выше 120 млн. руб.

Например, легкая промышленность России в настоящее время включает около 22 тысяч предприятий и организаций, из которых около 3000 относятся к крупным и средним, из них 140 определяют положение в отрасли, выпуская до 70% продукции. Таким образом, 86,4% предприятий относятся к категории малых и микропредприятий. Общая численность занятых в отрасли – свыше 550 тыс. человек, из них 80% – женщины. Доля российского производства в общем объеме оборота товаров легкой промышленности в России составляет всего 20%. В строительстве согласно статистическим данным 96,7% фирм имеют численность работников менее 100 человек, и объем собственных средств в среднем – порядка 20 млн. руб. Если учесть, что сметная стоимость такого самого простого объекта, как жилой дом, составляет от 350 до 500 млн. руб., приходится делать вывод о том, что своими активами строительное предприятие, наиболее типичное для современных условий, покрыть свои обязательства не в состоянии. При этом даже создание саморегулируемых организаций (СРО) не является панацеей ввиду относительно незначительного объема страхового фонда.

Таким образом, для современных предприятий легкой промышленности и строи-

тельства участие даже в одном неудачном проекте может служить причиной для банкротства.

Эти обстоятельства сильно повышают ответственность лица, принимающего решения. В связи с этим возникает потребность в разработке формализованных, доведенных до практических алгоритмов, способов оценки возможных вариантов реализации управленческих решений, оцениваемых по одному набору критериев. В данном случае возникает задача получения комплексных оценок возможных вариантов управленческих решений.

Проблема построения комплексных (интегральных, рейтинговых) оценок достаточно широко освещена в современной литературе. Существует достаточно значительное количество методов построения комплексной оценки.

Но при построении комплексных (интегральных) оценок необходимо иметь в виду ряд следующих обстоятельств:

- не существует оценок, справедливых для любого времени и места; каждая получаемая оценка будет соответствовать только конкретным обстоятельствам места и времени;

- каждая комплексная оценка будет отражать предпочтения только одного, конкретного, лица, принимающего решения; для другого лица в тех же условиях оценка может быть иная.

Рассмотрим классическую задачу, связанную с построением комплексных (интегральных) оценок. Пусть рассматриваются варианты реализации технического оснащения предприятия или несколько проектов, предполагаемых к выполнению, при этом вся совокупность предлагаемых альтернатив будет описываться одним набором показателей. Таким образом, лицу, принимающему решение, необходимо осуществить выбор одной или нескольких альтернатив. При этом лицу, принимающему решение, хотелось бы иметь для этой цели некий алгоритм, позволяющий более или менее объективно оценить все предлагаемые варианты. Рассмотрим наиболее известные методы построения многокритериальных оценок.

Итак, пусть имеется n альтернатив решения стоящей перед лицом, принимающим решение, проблемы. Каждая из альтернатив характеризуется набором из m показателей, которые имеют количественное выражение.

Наиболее широко применяется группа методов, получивших название аддитивных. Согласно этим методам интегральная оценка строится при помощи выражения вида:

$$R = \sum_{i=1}^m q_i x_i, \quad (1)$$

где R – интегральная (комплексная) оценка; q_i – весовой коэффициент, определяющий значимость i -го показателя, устанавливаемого экспертным путем и удовлетворяющего следующему соотношению:

$$\sum_{i=1}^m q_i = 1,$$

x_i – нормированное значение i -го показателя.

Учитывая, что параметры оценки качества анализируемых альтернатив, как правило, имеют размерность и различный диапазон изменения, для адекватного использования модели вида (1) необходимо предварительно привести все показатели к безразмерному виду, одному типу либо мажорируемых (то есть, чем выше значение показателя, тем лучше), либо минорируемых (то есть, чем ниже значение показателя, тем лучше), и одному диапазону изменения, как правило, к диапазону (0; 1). На практике, как правило, приводят все показатели к мажорируемому типу.

Нормализацию показателей можно осуществить различными способами, но наиболее эффективным будет использование формул полной нормализации, которая для мажорируемых показателей имеет следующий вид:

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - X_j^{\min}}{X_j^{\max} - X_j^{\min}},$$

а для минорируемых критериев:

$$\bar{X}_{ij} = 1 - \frac{X_{ij} - X_j^{\min}}{X_j^{\max} - X_j^{\min}},$$

где x_{ij} – исходное значение j -го показателя, характеризующего i -ю альтернативу; X_j^{\min} , X_j^{\max} – минимальное и максимальное значения j -го показателя; \bar{X}_{ij} – нормализованное значение j -го показателя, характеризующего i -ю альтернативу.

Как уже говорилось выше, весовые коэффициенты выражения (1) определяются экспертным путем. Естественно, что эксперт не в состоянии однозначно назначить веса используемым для оценки альтернатив показателям. С целью повышения объективности данной процедуры используется специальная методика экспертного опроса, которая состоит в том, что эксперту предлагается заполнить матрицу парных сравнений. В процессе заполнения эксперт решает локальную задачу парного оценивания показателей. В этом случае произвольный элемент (i, j) матрицы парных сравнений, заполняемой экспертом, будет показывать, во сколько раз, по мнению эксперта, i -й показатель будет важнее j -го. Таким образом, матрица парных сравнений будет характеризоваться следующими свойствами: она будет являться обратно симметричной, то есть для всех ее элементов будет выполняться соотношение вида:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}},$$

и ее элементы, стоящие на главной диагонали, будут равны 1.

Матрица парных сравнений, заполняемая экспертом, должна быть согласованной, то есть все ее элементы должны удовлетворять свойству транзитивности [7]. Если данное требование выполняется, проблема вычисления весовых коэффициентов в данном случае будет приводиться к решению задачи на собственные значения для

положительной, обратно симметричной матрицы [7], [10].

Таким образом, построение комплексных оценок тесно связано с проведением трудоемкой и в достаточной степени субъективной процедурой экспертного опроса. В настоящее время основные работы по данному направлению сосредоточены на ослаблении требований к проводимому экспертному опросу, либо же полному отказу от него.

В связи с этим отметим метод, основанный на ресурсных представлениях об изучаемых вариантах. Такая постановка задачи подробно рассмотрена в [7], [14], [18], [19]. В этом случае экспертный опрос проводится в несколько ослабленной форме: эксперту предлагается заполнить матрицу парных сравнений, но произвольный элемент такой матрицы (i, j) будет представлять значения весовых коэффициентов для критериев i и j в том случае, если рассматриваемая проблема будет характеризоваться только этими двумя параметрами. При этом эксперту запрещается ставить предельные значения оценок, то есть значения 0 и 1. Относительно диагональных элементов матрицы парных сравнений следует отметить, что, учитывая принятое правило заполнения недиагональных элементов, следует принять равенство всех диагональных элементов значению 0,5.

Таким образом, предлагаемая процедура экспертного опроса сильно упрощается по сравнению с традиционной.

Другим способом построения интегральной (комплексной) оценки является метод матричных сверток [1], [2], [10], [20], [21]. Достоинство данного метода заключается в том, что он не требует количественного выражения параметров оценки. В данном случае могут быть использованы балльные оценки типа "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" и "плохо".

Согласно этому методу лицо, принимающее решение, должно заполнить последовательную систему матриц, в которых будут заданы его предпочтения. Например, при свертке двух показателей, характеризующих в баллах изучаемую проблему,

"цвет" и "долговечность", необходимо указать, какую оценку в баллах примет интегральный показатель, построенный на базе рассматриваемых двух, если "цвет" имеет оценку "удовлетворительно", а "долговечность" – "хорошо" и т.д. Понятно, что оценка должна быть либо "удовлетворительно", либо "хорошо". Какая же именно, решает лицо, принимающее решение, при заполнении матрицы логической свертки. Проводя подобную процедуру в несколько этапов, в итоге получаем балльную комплексную оценку изучаемой проблемы.

К основным недостаткам данного метода можно отнести достаточно-таки грубую шкалу: всего четырехбалльную. Если же использовать более широкую шкалу оценок, например, десяти- или двенадцатибалльную, то возникает трудность в идентификации свойств описываемой проблемы. То есть для эксперта необходимо определить, чем будет отличаться альтернатива, имеющая по одному из критериев десять баллов, от другой альтернативы, имеющей, по этому же критерию, девять баллов.

Таким образом, метод логических сверток так же предполагает проведение процедуры экспертного опроса, поэтому рассмотрим ряд методов, которые полностью отказываются от экспертного опроса, либо же заменяют его достаточно формальной процедурой ранжирования. К таким методам относится прежде всего метод построения комплексных оценок на основе матрицы потерь [4...6], [9].

В этом случае система весовых коэффициентов получается из предположения о том, что, выбирая альтернативу, лучшую по одному из показателей, мы, тем самым ухудшаем другие показатели, то есть несем потери, поэтому весовые коэффициенты должны являться функцией от этих потерь. Для применения данного метода необходимо осуществить нормализацию исходных данных по форме полной нормализации, что дает одинаковый диапазон изменения всех показателей, от 0 до 1, и позволяет сформировать вектор идеального решения Y^* , все компоненты которого будут равны

единице. Далее на основе нормализованных исходных данных строится вспомогательная матрица $A = \|\alpha_{ij}\|$ по следующему правилу: произвольный элемент вспомогательной матрицы α_{ij} равен значению i -го показателя, если выбран вариант, лучший по j -му показателю. Используя полученную вспомогательную матрицу $\|\alpha_{ij}\|$ и построенный вектор идеального решения Y^* , получаем матрицу потерь, характеризующую потери, возникающие при выборе конкретного варианта решения поставленной задачи, путем вычитания из вектора идеального решения элементов вспомогательной матрицы. Вычисление осуществляется с помощью следующего выражения:

$$P = \|p_{ij}\| = Y^* - A = \|y_j^* - \alpha_{ij}\| = \|1 - \alpha_{ij}\|.$$

Используя идею о том, что система весовых коэффициентов должна быть связана с матрицей потерь, приходим к системе m линейных алгебраических уравнений вида $q_i P_{ij} = q_j P_{ji}$ относительно неизвестных весовых коэффициентов q_i . Одно из этих уравнений обращается в тождество и, таким образом, остается только $m - 1$ уравнение. Недостающее уравнение дополняем нормировочным соотношением для весовых коэффициентов вида $\sum_{j=1}^n q_j = 1$. Полученная

система уравнений решается относительно неизвестных q_i , а затем, используя выражение (1), получаем комплексные оценки рассматриваемых альтернатив.

Таким образом, рассмотренный метод построения интегральных оценок не использует процедуру экспертного опроса, а сводится к обычной хорошо формализованной алгоритмической процедуре, но основным недостатком данного метода заключается в том, что он требует количественного выражения всех параметров, описывающих предлагаемые для реализации альтернативы. От данного недостатка свободен другой метод, основанный на использовании понятия медианы Кемени.

Основная идея метода заключается в том, что выбор одной из альтернатив представляет собой ранжирование предлагаемых альтернатив, то есть расположение их в порядке предпочтительности, а медиана Кемени позволяет найти такое результирующее ранжирование, суммарное расстояние от которого до всех заданных ранжирований будет минимальным.

Алгоритм предполагает также построение матрицы потерь, которая в данном случае строится немного по-другому: произвольный элемент матрицы потерь $P = \|p_{ij}\|$ будет равняться величине потерь в том случае, если i -я альтернатива будет поставлена на j -е место. В итоге, для того чтобы найти ранжирование, обеспечивающее минимальную ошибку, то есть минимизировать расстояние от данного ранжирования до всех остальных, необходимо решить классическую задачу о назначениях [4], [5], используя в качестве исходных данных полученную, на предыдущей стадии решения, матрицу потерь. Полученное решение задачи о назначениях позволит проранжировать все альтернативы в порядке предпочтительности выбора. Но это будет качественное ранжирование, то есть никаких количественных оценок альтернатив на данном шаге алгоритма не получается.

Для получения количественных, то есть интегральных (комплексных) оценок анализируемых альтернатив, необходимо осуществить еще один шаг, который заключается в построении матрицы парных сравнений. В данном случае построение такой матрицы, в отличие от рассмотренных ранее случаев, осуществляется по однозначной формализованной алгоритмической процедуре и не требует проведения экспертного опроса.

Построение такой матрицы осуществляется по следующему правилу: произвольный элемент матрицы парных сравнений $L = \|\alpha_{ij}\|$ равен 2 в том случае, если i -я альтернатива предпочтительнее j -й; равен 1 в том случае, если i -я альтернатива эквивалентна j -й, и равен 0 в том случае, если i -я альтернатива уступает j -й.

После построения матрицы осуществляем суммирование элементов каждой строки полученной матрицы парных сравнений $L = \|\alpha_{ij}\|$ и сумму всех элементов этой же матрицы. В результате получаем следующее выражение:

$$\alpha'_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \quad \text{и} \quad \alpha' = \sum_{i=1}^n \alpha'_i.$$

Интегральные (комплексные) оценки в этом случае находятся из соотношения следующего вида:

$$R_i = \alpha'_i / \alpha' \quad i = \overline{1, n}.$$

Как легко установить, в данном случае количественные оценки будут получаться на основании места, занимаемого альтернативой в полученном ранжировании, и будут зависеть только от числа анализируемых альтернатив, то есть от величины n . В данном случае можно получить общее выражение для оценок, получаемых с помощью медианы Кемени. При этом оценки будут находиться с помощью следующего выражения:

$$R_k = \frac{2n - (2k - 1)}{2n^2 - \sum_{j=1}^n (2j - 1)} \quad k = \overline{1, n}.$$

Таким образом, оценка в общем случае будет зависеть от общего количества альтернатив и места, которое занимает в полученном ранжировании рассматриваемая альтернатива.

Другим способом построения комплексных (интегральных) оценок, не ориентированных на проведение экспертного опроса, является метод, построенный на использовании свойств сингулярных разложений [7].

Анализ исходных данных решаемой задачи позволил сделать вывод о том, что исходные данные, представленные в виде матрицы типа "объект-признак", образуют произвольную линейную форму, которая задает преобразование имеющейся системы координат n -мерного пространства.

Это означает, что такую матрицу можно интерпретировать как совокупность n точек в m -мерном пространстве. Таким образом, каждая альтернатива будет оцениваться по m критериям, и таких альтернатив будет n . При таком преобразовании, как правило, используют поворот осей, то есть вращение и растяжение осей. Логично было бы предположить, что характеристики, соответствующие растяжению осей, могут служить основой для получения весовых показателей, описывающих важность каждого из используемых критериев. Применим к исходной матрице процедуру сингулярного разложения, так как согласно теореме о сингулярном разложении [8] любая вещественная прямоугольная матрица может быть разложена на произведение трех матриц:

$$A=U\Sigma V^T, \quad (2)$$

где матрицы U и V – ортогональные; Σ – диагональная матрица, значения на диагонали которой называются сингулярными значениями матрицы A ; V^T – транспонирование матрицы V .

Сингулярное разложение матрицы – это последовательное разложение матрицы, раскрывающее ее внутреннюю структуру, что позволяет наглядно представить имеющиеся данные. Поэтому составляющие сингулярного разложения будут демонстрировать серию геометрических преобразований, осуществляемую линейным оператором A при отображении множества векторов из одного векторного пространства в другое.

Геометрическая интерпретация сингулярного разложения заключается в следующем: образом произвольного линейного преобразования, задаваемого прямоугольной матрицей $m \times n$, является трансформация заданной единичной сферы в гиперэллипсоид, который в пространстве R^m представляется в виде поверхности, полученной в результате растяжения единичной сферы в R^m вдоль заданных ортогональных направлений. Величина растяжения и направления задаются компонентами сингулярного разложения исходной матрицы.

Поэтому вполне логично важность каждого из m показателей, характеризующих каждую из рассматриваемых альтернатив, связать с величинами такого растяжения. Следовательно, задача построения системы весовых коэффициентов сводится к нахождению сингулярного разложения (2) матрицы исходных данных.

Основным недостатком такого подхода является его высокая вычислительная трудоемкость, которая предполагает применение вычислительной техники и соответствующей математической подготовки. Используя представление о наборе изучаемых альтернатив как о совокупности точек в m -мерном пространстве, можно построить более простой и удобный алгоритм решения рассматриваемой задачи.

Алгоритм основан на предположении о том, что для успешного анализа альтернатив необходимо как можно сильнее сократить количество анализируемых вариантов. С этой целью можно рекомендовать на первых этапах решения задачи найти Парето-оптимальное множество решений по алгоритму, предложенному в [7]. Но, как правило, к анализу обычно предъявляется множество альтернатив или совпадающих, или близких к Парето-оптимальному. Возникает проблема дальнейшего уменьшения количества анализируемых альтернатив.

Для этой цели следует задаться пороговыми значениями показателей x_j^* . Смысл введения этих показателей заключается в том, что они устанавливают нижнюю границу каждого показателя, за пределами которой любая альтернатива уже не должна рассматриваться. С помощью данной критической точки m -мерного пространства легко получить конус возможных вариантов, то есть все допустимые, с точки зрения лица, принимающего решения, варианты будут находиться внутри m -мерного параллелепипеда, у которого известны координаты всех вершин. Например, одна из вершин будет находиться как раз в точке, задаваемой координатами пороговых значений, то есть $\{x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*\}$. Противоположной точкой будет являться точка с идеальными значениями $\{x_1 = 1, x_2 = 1, \dots, x_m = 1\}$, так как

согласно условиям полной нормализации самым наилучшим значением для каждого из показателей будет являться 1. Все варианты, не попавшие в этот параллелепипед, должны отбрасываться.

$$y_{i1} = x_{i1} - x_1^*, y_{i2} = x_{i2} - x_2^*, \dots, y_{im} = x_{im} - x_m^*, \quad i = \overline{1, n}.$$

Критерием отбора конкурентоспособных вариантов является условие положительности всех значений в новой системе координат, то есть должны выполняться все неравенства вида:

$$y_{i1} > 0, y_{i2} > 0, \dots, y_{im} > 0, \quad i = \overline{1, n}.$$

Для дальнейшего решения в преобразованной системе координат найдем средние значения по всем показателям. Для этой цели воспользуемся формулами:

$$\bar{y}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_{i1}}{n}, \bar{y}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_{i2}}{n}, \dots, \bar{y}_m = \frac{\sum_{i=1}^n y_{im}}{n}.$$

Таким образом, в результате преобразования системы координат мы имеем локализацию всех конкурентоспособных вариантов в первом "квадранте" новой системы координат, оси которой будут соответствовать граничным значениям показателей. В этой системе координат найдена точка, соответствующая средним значениям исходных показателей. Очевидно, чем дальше точка, характеризующая вариант, от начала преобразованной системы координат, тем лучше. Возникает предположение – взять в качестве весовых коэффициентов значения, характеризующие координаты этой средней точки, то есть весовые коэффициенты должны быть пропорциональны ее значениям координат.

Учитывая условия нормировки весовых коэффициентов, требуемые соотношения можно представить в виде:

$$q_1 = \frac{\bar{y}_1}{\sum_{j=1}^m \bar{y}_j}, \quad q_2 = \frac{\bar{y}_2}{\sum_{j=1}^m \bar{y}_j}, \quad \dots, \quad q_m = \frac{\bar{y}_m}{\sum_{j=1}^m \bar{y}_j}. \quad (3)$$

С целью выявления подобных вариантов необходимо осуществить перенос системы координат в точку $\{x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*\}$. Для этого используется следующая форма преобразования исходных данных:

Геометрический смысл полученных величин заключается в том, что они представляют собой квадраты направляющих косинусов, вектора, соединяющего начало преобразованной системы координат с точкой, характеризующей средние значения анализируемых показателей.

Анализируя проведенные преобразования, можно прийти к заключению, что точки, имеющие координаты меньше средних значений, хотя бы по одной из координат, могут быть исключены из дальнейшего анализа, как неперспективные, так как в имеющемся множестве вариантов имеются альтернативы, которые будут являться более предпочтительными.

Можно продолжить операцию отсека неперспективных вариантов, осуществив новое преобразование системы координат, перенеся начало в точку, характеризующую средние значения, и повторив алгоритм. А можно остановиться, и, используя найденные значения весовых коэффициентов (3), воспользоваться аддитивной моделью (1).

Таким образом, если предпочтения лица, принимающего решения, можно свести в одну точку m -мерного пространства за счет задания пороговых значений по каждому из показателей, то предлагаемый способ построения может быть достаточно эффективным и простым в вычислительном отношении. Но достаточно часто встречается ситуация, когда предпочтения лица, принимающего решения, не могут быть сформулированы в виде единственной точки. Такая ситуация возникает тогда, когда возможно снижение значений по некоторым показателям ниже критических значений, за счет увеличения других показателей. То есть в данном случае предпочтения лица, принимающего решения, задаются не

точкой, а гиперплоскостью в m -мерном пространстве.

В этом случае возможно построение комплексных (интегральных) оценок на основе логистической регрессии. Логистическая регрессия используется с целью определения возможной вероятности наступления некоторого события по заданным значениям набора критериев. С этой целью вводится зависимая двоичная переменная, принимающая значение, равное 0, в том случае, если событие не произошло, и 1 – в том случае, когда событие наступило. Набор переменных, по которым осуществляется определение вероятности возникновения изучаемого явления, как правило, называется множеством независимых переменных.

Предположим, что вероятность наступления события $y=1$ равна:

$$P\{y = 1|x\} = f(z),$$

где $z = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m$; x_i и β_i – независимые переменные, характеризующие рассматриваемые альтернативы, и коэффициенты регрессии, которые необходимо найти; $f(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$ – логистическая функция, обеспечивающая диапазон изменения зависимой переменной от 0 до 1.

С целью нахождения параметров β_i необходимо сформировать обучающую выборку, которая будет состоять из множества значений независимых переменных и соответствующих им значений зависимой переменной y . То есть статистические данные будут представлять множество пар $(\bar{x}^{(i)}; y_i)$, где $\bar{x}^{(i)}$ – вектор значений независимых переменных, а y_i – соответствующее им значение зависимой переменной. Каждая пара $(\bar{x}^{(i)}; y_i)$, как правило, будет соответствовать одному обучающему примеру.

Теперь необходимо сформулировать критерий оценки подбора искомых параметров β_i . Как правило, в качестве такого критерия используют функцию правдоподобия, то есть применяют известный метод максимального правдоподобия. Данный метод осуществляет определение искомых

параметров на основе максимизации значений функции правдоподобия по данным обучающей выборки. То есть с использованием выражения вида:

$$\begin{aligned} \bar{\beta} &= \arg \max L(\bar{\beta}) = \\ &= \arg \max \prod_{i=1}^m P\{y = y^{(i)} | x = \bar{x}^{(i)}\}. \end{aligned} \quad (4)$$

Данная задача будет соответствовать задаче нахождения максимума для логарифма функции (4):

$$\sum_{i=1}^m \left\{ \begin{aligned} &y^{(i)} \ln f(\bar{\beta}^T, \bar{x}^{(i)}) = \\ &= (1 - y^{(i)}) \ln [1 - f(\bar{\beta}^T, \bar{x}^{(i)})] \end{aligned} \right\} \rightarrow \max. \quad (5)$$

Задача на нахождение экстремума функции (5) решается, как правило, численным методом, например, одним из градиентных методов. Получив решение, то есть набор параметров β_i , к определению весовых коэффициентов можно прийти с помощью выражений вида:

$$q_1 = \frac{\beta_1}{\sum_{j=1}^m \beta_j}, \quad q_2 = \frac{\beta_2}{\sum_{j=1}^m \beta_j}, \quad \dots, \quad q_m = \frac{\beta_m}{\sum_{j=1}^m \beta_j}.$$

ВЫВОДЫ

Были получены два алгоритма построения системы весовых коэффициентов, не использующих процедуру экспертного опроса. При этом предпочтения лица, принимающего решения, учитывались при помощи задания пороговых значений параметров оценки (первый алгоритм), или же когда возможно снижение значений по некоторым показателям ниже критических значений, за счет увеличения других показателей (второй алгоритм).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алферов В.И., Баркалов С.А., Курочка П.Н., Мещерякова Т.В., Порядина В.Л. Основы научных исследований по управлению строительным производством. – Воронеж: "Научная книга", 2011.

2. Аноприенко Е.Г., Баркалов С.А., Курочка П.Н. Модель построения комплексной оценки поставщика при лингвистических критериях // Вестник Воронежского гос. технич. ун-та. – 2008. Т.4, № 8. С. 115...118.
3. Барабанищikov А.В., Курочка П.Н., Ханов А.М. Анализ конкурентоспособности подрядной организации // Вестник Воронежского гос. технич. ун-та. – 2010. Т. 6. № 4. С. 175...177.
4. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Михин М.П., Михин П.В. Управление проектно-строительными работами. – Воронеж: "Научная книга", 2012.
5. Баркалов С.А., Бурков В.Н., Курочка П.Н. Модели и механизмы управления недвижимостью. – М.: "Уланов-пресс", 2007.
6. Баркалов С.А., Воротилина М.А., Курочка П.Н., Потапенко А.М. Распределение ресурсов по минимальной продолжительности работ // Системы управления и информационные технологии. Научно-техн. журнал. – 2005. Т.19, № 2. С. 64...67.
7. Баркалов С.А., Курочка П.Н. Построение интегральной оценки организационно-технологических решений на основе сингулярных разложений // Системы управления и информационные технологии. Научно-техн. журнал. – 2016. Т.64, № 2. С.39...46.
8. Вержбицкий В.М. Вычислительная линейная алгебра. – М.: Высшая школа, 2009.
9. Курочка П.Н., Машлян А.Л. Модель определения надежности при нечетких сведениях о степени надежности // Системы управления и информационные технологии. Научно-техн. журнал. – 2012. Т.49, № 3.1. С. 192...197.
10. Курочка П.Н., Пинигин А.Ю., Шипилов В.Н. Разработка механизмов комплексной оценки надежности обеспечения ресурсами в строительстве // Вестник Воронежского гос. технич. ун-та. – 2009. Т. 5, № 4. С. 168...171.
11. Курочка П.Н., Порядина В.Л. Алгоритм решения задачи оптимизации программы при условии ее надежности // Научный вестник Воронежского гос. технич. ун-та. Серия: Управление строительством. – 2013, №1(4). С. 22...30.
12. Курочка П.Н., Тельных В.Г. Оценка надежности организационных структур производного вида, задающихся планарным графом // Научный вестник Воронежского гос. архитектур.-стр. ун-та. Серия: Строительство и архитектура. – 2011, №3. С. 134...141.
13. Курочка П.Н., Молозин С.В., Тельных В.Г. Оценка надежности элементов организационной системы // Вестник Воронежского гос. технич. ун-та. – 2010. Т. 6, № 7. С. 27...30.
14. Курочка П.Н., Федорова И.В., Хищков Д.Э. Критичность в сетях с нечеткими продолжительностями операций // Сб. мат. VIII Всерос. школы-конф. молодых ученых: Управление большими системами. – М., 2011. С. 256...260.
15. Курочка П.Н., Сеферов Г.Г. Выбор вариантов выполнения работ по содержанию объектов надежности // Вестник Воронежского гос. технич. ун-та. – 2011. Т.7, № 4. С. 203...208.
16. Курочка П.Н., Урманов И.А., Скворцов В.О. Модель определения оптимальной очередности реализации проектов с учетом возможности манипулирования информацией // Системы управления и информационные технологии. Научно-техн. журнал. – 2008. Т.32, №2.1. С. 201...203.
17. Курочка П.Н., Симоненко А.Н., Чередниченко Н.Д. Модели распределения ресурсов в строительном проекте // Технология и организация строительного производства. – 2013, № 4(5). С.46...48.
18. Курочка П.Н., Чередниченко Н.Д. Задачи ресурсного планирования в строительном проекте // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова. – 2014, РАН. С. 4745...4753.
19. Курочка П.Н., Симоненко А.Н. Многокритериальная задача распределения ресурсов // Системы управления и информационные технологии. Научно-техн. журнал. – 2013, Т.53, № 3. С. 85...91.
20. Курочка П.Н., Сеферов Г.Г. Интегральные показатели технического состояния // Вестник Воронежского гос. технич. ун-та. – 2011. Т.7, № 4. С. 203...208.
21. Курочка П.Н., Михин П.В., Семенов П.И. Оценка вариантов технологии возведения каркаса жилого здания на базе матриц логической сверстки // Системы управления и информационные технологии. Научно-техн. журнал. – 2004. Т.17, № 5. С. 69...70.
22. Курочка П.Н., Нгуен Х.Т. Таксономическая модель оценки качества сложных систем // Системы управления и информационные технологии. Научно-техн. журнал. – 2015. Т.61, № 3. С. 151...153.
23. Курочка П.Н., Нгуен В.Ж. Прогнозирование состояний технических систем на основе формирования образа входного ряда нейросети // Научный вестник Воронежского гос. архитектур.-строит. ун-та. Серия: Управление строительством. – 2015, №2(7). С. 225...228.
24. Matreninskiy S.I., Mishchenko V.Y., Spivak I.E. Methodological approach to the classification of areas of compact built-up development areas for selecting variants of actions and sequence of technical and technological solutions for the renovation of these areas WSEAS Transactions on Environment and Development. –V.12, 2016. P. 108...117.
25. Matreninsky S.I., Mischenko V.Y., Chernyshov E.M. The systemic approach to modeling of compact built-up development areas and planning of their renovation // International Journal of Energy and Environmental Engineering. – V.6, № 9, 2015. P.32...43.
26. Грабовый П.Г., Болотин С.А., Власов Д.Н. и др. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города. – М., 2013.

REFERENCES

1. Alferov V.I., Barkalov S.A., Kurochka P.N., Meshherjakova T.V., Porjadina V.L. Osnovy nauchnyh

issledovaniy po upravleniju stroitel'nym proizvodstvom. – Voronezh: "Nauchnaja kniga", 2011.

2. Anoprienko E.G., Barkalov S.A., Kurochka P.N. Model' postroeniya kompleksnoj ocenki postavshhika pri lingvisticheskikh kriterijah // Vestnik Voronezhskogo gos. tehnic. un-ta. – 2008. T.4, № 8. S.115...118.

3. Barabanshnikov A.V., Kurochka P.N., Hanov A.M. Analiz konkurentosposobnosti podryadnoj organizacii // Vestnik Voronezhskogo gos. tehnic. un-ta. – 2010. T. 6. № 4. S. 175...177.

4. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Mihin M.P., Mihin P.V. Upravlenie proektno-stroitel'nymi rabotami. – Voronezh: "Nauchnaja kniga", 2012.

5. Barkalov S.A., Burkov V.N., Kurochka P.N. Modeli i mehanizmy upravleniya nedvizhimost'ju. – M.: "Ulanov-press", 2007.

6. Barkalov S.A., Vorotilina M.A., Kurochka P.N., Potapenko A.M. Raspredelenie resursov po minimal'noj prodolzhitel'nosti rabot // Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii. Nauchno-tehn. zhurnal. – 2005. T.19, № 2. S. 64...67.

7. Barkalov S.A., Kurochka P.N. Postroenie integral'noj ocenki organizacionno-tehnologicheskikh reshenij na osnove singuljarnyh razlozhenij // Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii. Nauchno-tehn. zhurnal. – 2016. T.64, № 2. S.39...46.

8. Verzhbickij V.M. Vychislitel'naja linejnaja algebra. – M.: Vysshaja shkola, 2009.

9. Kurochka P.N., Mailjan A.L. Model' opredeleniya nadezhnosti pri nechetkikh svedenijah o stepeni nadezhnosti // Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii. Nauchno-tehn. zhurnal. – 2012. T.49, № 3.1. S. 192...197.

10. Kurochka P.N., Pinigin A.Ju., Shipilov V.N. Razrabotka mehanizmov kompleksnoj ocenki nadezhnosti obespecheniya resursami v stroitel'stve // Vestnik Voronezhskogo gos. tehnic. un-ta. – 2009. T. 5, № 4. S. 168...171.

11. Kurochka P.N., Porjadina V.L. Algoritm resheniya zadachi optimizacii programmy pri uslovii ee nadezhnosti // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gos. tehnic. un-ta. Serija: Upravlenie stroitel'stvom. – 2013, №1(4). S. 22...30.

12. Kurochka P.N., Tel'nyh V.G. Ocenka nadezhnosti organizacionnyh struktur proizvol'nogo vida, zadajushhij planarnym grafom // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gos. arhitekt.-str. un-ta. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011, №3. S. 134...141.

13. Kurochka P.N., Molozin S.V., Tel'nyh V.G. Ocenka nadezhnosti jelementov organizacionnoj sistemy // Vestnik Voronezhskogo gos. tehnic. un-ta. – 2010. T. 6, № 7. S. 27...30.

14. Kurochka P.N., Fedorova I.V., Hickov D.Je. Kritichnost' v setjah s nechetkimi prodolzhitel'nostjami operacij // Sb. mat. VIII Vseros. shkoly-konf. molodyh uchenyh: Upravlenie bol'shimi sistemami. – M., 2011. S. 256...260.

15. Kurochka P.N., Seferov G.G. Vybor variantov vypolneniya rabot po sodержaniju ob'ektov nadezhnosti // Vestnik Voronezhskogo gos. tehnic. un-ta. – 2011. T.7, № 4. S. 203...208.

16. Kurochka P.N., Urmanov I.A., Skvorcov V.O. Model' opredeleniya optimal'noj ocherednosti realizacii proektov s uchedom vozmozhnosti manipulirovaniya informacij // Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii. Nauchno-tehn. zhurnal. – 2008. T.32, №2.1. S. 201...203.

17. Kurochka P.N., Simonenko A.N., Cherednichenko N.D. Modeli raspredeleniya resursov v stroitel'nom proekte // Tehnologija i organizacija stroitel'nogo proizvodstva. – 2013, № 4(5). S.46...48.

18. Kurochka P.N., Cherednichenko N.D. Zadachi resursnogo planirovaniya v stroitel'nom proekte // XII Vserossijskoe soveshhanie po problemam upravleniya VSPU-2014. Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova. – 2014, RAN. S. 4745...4753.

19. Kurochka P.N., Simonenko A.N. Mnogokriterial'naja zadacha raspredeleniya resursov // Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii. Nauchno-tehn. zhurnal. – 2013, T.53, № 3. S. 85...91.

20. Kurochka P.N., Seferov G.G. Integral'nye pokazateli tehničeskogo sostojanija // Vestnik Voronezhskogo gos. tehnic. un-ta. – 2011. T.7, № 4. S. 203...208.

21. Kurochka P.N., Mihin P.V., Semenov P.I. Ocenka variantov tehnologii vozvedeniya karkasa zhidologo zdaniya na baze matric logičeskoj svertki // Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii. Nauchno-tehn. zhurnal. – 2004. T.17, № 5. S. 69...70.

22. Kurochka P.N., Nguen H.T. Taksonomičeskaja model' ocenki kachestva slozhnyh sistem // Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii. Nauchno-tehn. zhurnal. – 2015. T.61, № 3. S. 151...153.

23. Kurochka P.N., Nguen V.Zh. Prognozirovanie sostojanij tehničeskikh sistem na osnove formirovaniya obraza vhodnogo rjada nejroseti // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekt.-stroit. un-ta. Serija: Upravlenie stroitel'stvom. – 2015, №2(7). S. 225...228.

24. Matreninskiy S.I., Mishchenko V.Y., Spivak I.E. Methodological approach to the classification of areas of compact built-up development areas for selecting variants of actions and sequence of technical and technological solutions for the renovation of these areas WSEAS Transactions on Environment and Development. – V.12, 2016. P. 108...117.

25. Matreninsky S.I., Mischenko V.Y., Chernyshov E.M. The systemic approach to modeling of compact built-up development areas and planning of their renovation // International Journal of Energy and Environmental Engineering. – V.6, № 9, 2015. P.32...43.

26. Grabovyy P.G., Bolotin S.A., Vlasov D.N. i dr. Rekonstrukcija i obnovlenie slozhivshejsja zastrojki goroda. – M., 2013.

Рекомендована кафедрой управления строительством. Поступила 01.06.16.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТАДИИ В ПРОЕКТАХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА

RISK MANAGEMENT INVESTMENT STAGE IN PROJECTS OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP

В.В. ГАСИЛОВ, В.П. ОФИН, И.А. ПРОВОТОРОВ
V.V. GASILOV, V.P. OFIN, I.A. PROVOTOROV

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербургский государственный строительный университет)
(Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint-Petersburg State University of Civil Engineering)
E-mail: v_gasilov@mail.ru

В работе изложены подходы к управлению рисками проектов государственно-частного партнерства (ГЧП). Сделан вывод о том, что наибольшие риски возникают на инвестиционной стадии таких проектов. Предложена классификация рисков на инвестиционной стадии проектов ГЧП, выделены возможные методы нивелирования негативных последствий проявления рисков.

The article describes the approaches to risk management of public-private partnership projects (PPP). It is concluded that the greatest risks arise on the investment stage of projects. The classification of risks in the investment stage of PPP projects, highlighted the possible methods of leveling the negative effects of risk manifestations.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство (ГЧП), управление рисками, риски, инвестиционная стадия.

Keywords: public-private partnership (PPP), risk management, risks, investment stage.

Проекты ГЧП могут дать существенный эффект экономическому развитию России за счет агрегирования управленческих, финансовых, технологических и других ресурсов государственного сектора и бизнеса. Подтверждением этому может служить достаточно обширный зарубежный опыт. Однако, по мнению авторов статьи, следует отказаться от подхода, встречаемого в ряде научных работ по данной теме, в которых указываются лишь положительные моменты таких проектов. В проектах государственно-частного партнерства существует множество рисков, которые приводят к возникновению проблем в ходе их реализации. Принятие в 2015 году Федерального закона, регламентирующего сферу государственно-частного и муниципально-частного партнерства [1], позволяет сделать вы-

вод о том, что данному механизму руководством страны отводится существенная роль в преодолении кризисных явлений в экономике. В настоящее время достаточно остро стоит проблема разработки системы управления рисками различных стадий проектов ГЧП.

Наличие рисков в рамках осуществления предпринимательской или инвестиционной деятельности является безусловным атрибутивным признаком рыночной экономики. Помимо негативной стороны данного аспекта, заключающегося в том, что часть проектов заканчиваются неудачно, имеется и положительное регулятивное воздействие, которое заставляет тщательно прорабатывать проекты, отсеивать критические (с точки зрения рисков) варианты.

Однако в данном контексте проекты государственно-частного партнерства имеют существенные отличия. Их суть заключается в реализации совместных (государства и бизнеса) проектов, имеющих значительное социальное значение.

Такая ориентация на социальную, общественную эффективность приводит к ситуации, когда проект обязательно должен быть реализован. Примерами, подтверждающими данный тезис, являются: строительство больниц, школ, автомобильных дорог. В случае реализации этих проектов за счет государственных средств в подавляющем большинстве случаев коммерческие цели не ставятся. Показатели доходности периода окупаемости не учитываются в ходе принятия решений по таким инвестициям. Ситуация кардинально меняется в случае, когда к реализации привлекается частный сектор, зачастую происходит коммерциализация ранее общественных услуг. При этом в ряде случаев необходима экспертная оценка – возможна ли в принципе цель достижения коммерческой эффективности в условиях приемлемых показателей социально-экономической эффективности. Характерным случаем последнего является проект участка автомобильной трассы М-11 в Московской области, в котором ради достижения коммерческих целей были установлены высокие тарифы за проезд. В результате интенсивность дорожного движения оказалась в несколько раз ниже прогнозируемой, а общественная эффективность такого проекта – существенно ниже заложенной в проекте [2].

Тематика рисков в научных работах по направлению государственно-частного партнерства является достаточно распространенной [3...5], однако в настоящее время отсутствует обоснованная систематизация рисков в зависимости от стадии реализации.

Для эффективной реализации проектов государственно-частного партнерства определяющим фактором служит классификация рисков на различных стадиях реализации и поиск наиболее эффективных путей

управления ими. Из основных стадий реализации проектов ГЧП (прединвестиционная; инвестиционная; эксплуатационная; ликвидационная) особую важность имеет стадия осуществления инвестиций. Строительная фаза содержит один из самых больших рисков для проектов государственно-частного партнерства. Агентство "Standard and Poor's" (которое является одной из наиболее авторитетных консалтинговых компаний для проектов государственно-частного партнерства) оценивает строительный риск проектов ГЧП последовательно на каждом этапе по следующим пунктам [6]:

- сложность технической проблемы строительства;
- компетентность строительных организаций;
- кредитоспособность подрядчиков;
- способность заменить субподрядчиков и доступность альтернативных компетентных подрядчиков;
- независимая экспертная оценка технических решений, включая стоимость и сроки строительства проекта;
- договорные условия и распределение рисков в договоре строительства;
- любая поддержка проекта третьей стороны: финансирование, гарантии выполнения контракта, поддержка компании и т.д.

В настоящее время нет стандартного, универсального подхода, который может быть принят для оценки риска на инвестиционной стадии для проекта ГЧП. В каждом конкретном случае нужна оценка индивидуального проекта. В табл. 1, 2 (табл. 1 – классификация рисков проекта ГЧП на инвестиционной фазе по отношению к основным участникам проектов; табл. 2 – классификация рисков проекта ГЧП на инвестиционной фазе по причинам (направлениям) возникновения)) приведена предлагаемая классификация рисков на инвестиционной стадии реализации проекта. При этом в классификации в данном случае дана отдельная градация рисков по основным участникам, реализующим проект, так как они в определенной степени являются источниками рисков.

Т а б л и ц а 1

Вид риска	Подвиды риска	Экономические последствия	Меры по нейтрализации рисков
Риск государственного сектора	Снижение бюджетных и внебюджетных доходов Политические риски Изменение структуры ведомств и министерств Изменение законодательства Риск цикличности экономики Макроэкономические риски	Недостаточное финансирование проектов "Замораживание" реализации проектов Изменение условий реализации проектов Смещение приоритетов инвестирования	Создание специализированных фондов для проектов ГЧП Сохранение преемственности программ развития Фиксация в контрактах стабильных условий вне зависимости от изменения законодательства
Риск строительной компании	Риски финансово-хозяйственной деятельности Риск банкротства Финансовые риски Экологические риски Риски отторжения населения Технические/технологические риски Риски взаимодействия с субподрядчиками Риски взаимодействия с заказчиком Риск некачественной разработки проектно-сметной документации (ПСД)	Увеличение сроков реализации проекта в связи с заменой подрядчика Удорожание фактической стоимости работ Отказ от реализации проекта	Тщательная оценка финансового состояния организаций на стадии конкурса Повышение качества разработки ПСД Совершенствование требований к составу договоров Возможность оперативной замены подрядчика
Риск частного инвестора	Риск выхода инвестора из проекта Финансовые риски Риск взаимодействия с госсектором Риск взаимодействия с заказчиком Страновой риск	Отказ от реализации проекта Изменение параметров проекта Увеличение сроков реализации проекта в связи с заменой инвестора Удорожание фактической стоимости проекта Увеличение стоимости заемных ресурсов Снижение эффективности проекта	Возможность оперативной замены инвестора Договор должен содержать четкие обязанности и ответственность сторон в случае их невыполнения

Т а б л и ц а 2

Вид риска	Подвиды риска	Экономические последствия	Меры по нейтрализации рисков
Транспортный риск	Низкое качество транспортной инфраструктуры Недостаточное развитие транспортной инфраструктуры	Дополнительные инвестиции в реализацию проекта Увеличение сроков реализации проекта Удорожание фактической стоимости проекта	Комплексное развитие инфраструктуры Предварительная оценка достаточности развития транспортной инфраструктуры
Инвестиционные риски	Риск упущенной выгоды Риск снижения доходности Риск ликвидности инвестиционного актива Риск физического ущерба объекта инвестирования	Снижение экономической эффективности реализации проекта Потеря объекта инвестирования	Страхование Уменьшение сроков строительства Контроль за процессом строительства Независимая экспертиза
Природно-естественные риски	Землетрясение Наводнение Пожар Эпидемия и т.п.	Увеличение сроков реализации и стоимости Невозможность (невыгодность) инвестирования Отказ от исполнения проекта	Страхование Создание различного рода фондов Повышение технологических требований

Экологические риски	Загрязнение окружающей среды в процессе строительства Превышение ПДК вредных веществ в процессе строительства Риски в связи с деятельностью экоактивистов и местного населения	Отказ от реализации проекта Ухудшение имиджа проекта Снижение доходов в связи с созданием отрицательного отношения Увеличение расходов на устранение вредного воздействия	Повышение экологических требований к проведению работ Применение современных технологий
Политические риски	Риск изменения программ развития Риск отказа от заключенных договоров в связи со сменой политической власти Нестабильность в связи с деятельностью политической оппозиции	Отказ от реализации проекта Повышение неопределенности проектов	Фиксация в контрактах стабильных условий вне зависимости от смены власти
Финансовые риски	Валютные риски Риски ликвидности Инфляционные риски Кредитные риски Процентные риски	Увеличение расходов Снижение экономической эффективности реализации проекта Увеличение стоимости кредитных средств Увеличение инвестиционных затрат	Страхование Хеджирование Государственные гарантии и субсидии

Основные виды рисков проектов ГЧП на инвестиционной стадии рассмотрены по направлениям: вид риска, подвиды риска, экономические последствия, меры по управлению или нейтрализации рисков. Представленная классификация создает общеметодологические условия для управления рисками в конкретном проекте.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в плане управления рисками проекты государственно-частного партнерства обладают значительной спецификой, которая заключается в необходимости учета социальной направленности таких проектов.

2. Представлена обобщенная классификация рисков проекта ГЧП на инвестиционной фазе по отношению к основным участникам проектов и по причинам (направлениям) возникновения рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон № 224-ФЗ "О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

2. Генпрокуратура вынесла предупреждение главе "Автодора" за трассу М11 [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.rbc.ru/business/29/01/2016/56ab25609a794740aa94bf09>.

3. Тунг Бать Дао, Гасилов В.В., Офин В.П., Провоторов И.А. Реализация проектов государственно-частного партнерства в строительстве. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т инжен. технол., 2015.

4. Провоторов И.А. Управление рисками концессионных проектов в дорожном хозяйстве // Научный вестник Воронежского гос. архитектур.-строит. ун-та. Серия: Экономика и предпринимательство. – 2015, № 1 (12). С. 22...24.

5. Провоторов И.А., Шibaева М.А. Повышение эффективности концессионных проектов (на примере дорожного хозяйства Воронежской области). – Воронеж: изд-во "Истоки", 2014.

6. Standard and Poor's. Public Private Partnerships: Global Credit Survey 2005. S&P, NY, 2005. [Электронный ресурс] Режим доступа: www.standardandpoors.com/spf/pdf/fixedincome/PPP_Credit_Survey_2005.pdf.

REFERENCES

1. Federal'nyj zakon № 224-FZ "O gosudarstvenno-chastnom partnerstve, municipal'no-chastnom partnerstve v Rossijskoj Federacii i vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye акты Rossijskoj Federacii".

2. Genprokuratura vynesla preduprezhdenie glave "Avtodora" za trassu M11 [Jelektronnyj resurs]: Rezhim dostupa: <http://www.rbc.ru/business/29/01/2016/56ab25609a794740aa94bf09>.

3. Tung Bat' Dao, Gasilov V.V., Ofin V.P., Provotorov I.A. Realizacija proektov gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v stroitel'stve. – Voronezh: Voronezh. gos. un-t inzh. tehnol., 2015.

4. Provotorov I.A. Upravlenie riskami koncessionnyh proektov v dorozhnom hozjajstve // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gos. arhitekt.-stroit. un-ta. Serija: Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2015, № 1 (12). S. 22...24.

5. Provotorov I.A., Shibaeva M.A. Povyshenie jeffektivnosti koncessionnyh proektov (na primere

dorozhnogo hozjajstva Voronezhskoj oblasti). – Voronezh: izd-vo "Istoki", 2014.

6. Standard and Poor's. Public Private Partnerships: Global Credit Survey 2005. S&P, NY, 2005. [Elektronnyj resurs] Rezhim dostupa: www.standardandpoors.com/spf/pdf/fixedincome/PPP_Credit_Survey_2005.pdf.

Рекомендована кафедрой экономики и основ предпринимательства Воронежского ГАСУ. Поступила 01.06.16.

УДК 332.832.5

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫМ ПРОЕКТОМ ВОСПРОИЗВОДСТВА НЕДВИЖИМОСТИ С УЧЕТОМ РИСКОВ

MANAGEMENT OF THE INVESTMENT PROJECT OF REPRODUCTION OF REAL ESTATE TAKING INTO ACCOUNT RISKS

П.Г. ГРАБОВЫЙ, Н.И. ТРУХИНА, Э.Ю. ОКОЛЕЛОВА

P.G. GRABOVYY, N.I. TRUKHINA, E.YU. OKOLELOVA

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет)

(Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: ntruhina@list.ru; Ella_ok16@mail.ru

В статье проводится формализация процесса управления инвестиционным проектом воспроизводства недвижимости с учетом рисков. Рассматриваются два типа управления – пассивный и активный. Оптимизация инвестиционных проектов воспроизводства недвижимости осуществляется по соотношению доходности и риска.

In article managerial process formalization by the investment project of reproduction of real estate taking into account risks is spent. It is considered two types of management – passive and active. Optimization of investment projects of reproduction of real estate is carried out on a profitability and risk parity.

Ключевые слова: жилой фонд, воспроизводство, инвестиции, инвестиционный портфель, капитал, доходность, риски, управление.

Keywords: available housing, reproduction, investments, an investment portfolio, the capital, profitability, risks, management.

Активизация процессов воспроизводства на рынке недвижимости является ключевым вопросом управления жилым фондом, как необходимое условие его сохранности и своевременного обновления. Воспроизводство основных фондов жилищ-

ного хозяйства осуществляется путем нового строительства, реконструкции, модернизации и капитального ремонта. Особенно остро стоит вопрос проведения ремонтно-реконструктивных мероприятий существующего жилищного фонда.

В рамках теории воспроизводства объекты жилищной недвижимости рассматриваются не только как носители физических, но главным образом – экономических свойств. Одно из них – потребность в инвестициях, обеспечивающих не только их сохранение, но и качественное и количественное развитие. В условиях ограниченности финансовых ресурсов авторами предложена модель, позволяющая оптимизировать проекты воспроизводства объектов жилищной недвижимости на основе дисперсионного анализа по соотношению доходности и риска [1], [4].

Инвестирование в проект всегда связано с определенным риском, а инвестирование в несколько объектов или проектов связано с повышенным риском, особенно при проектах реконструкции и обновления жилищного фонда. Задача сводится к достижению желаемого уровня "риск-доход" при составлении инвестиционных проектов.

Авторами проводится формализация управления инвестиционным проектом воспроизводства недвижимости с учетом рисков. Условно можно рассмотреть два типа управления – активный и пассивный. Задачей активного управления является прогнозирование возможного результата от вложения средств, постоянный мониторинг ситуации на рынке, привлечение доходных активов и избавление от низкодоходных.

Пассивный тип управления предполагает создание хорошо сбалансированного комплекса функционирования вложенных средств, обеспечивающего заранее заданный уровень риска на достаточно большом промежутке времени.

Рассмотрим вопрос об оптимальном управлении инвестиционным проектом недвижимости. Пусть имеется n активов A_1, A_2, \dots, A_n , критерии рискованности которых определяются с помощью показателей $r_{1i}^t, r_{2i}^t, \dots, r_{ni}^t$ (i – номер актива; t –

время). Уровень риска определяется следующим образом:

$$K_i^t = f_i(r_{1i}^t, r_{2i}^t, \dots, r_{ni}^t). \quad (1)$$

В роли активов выступают различные виды деятельности управляющей жилищной организации (объекты капитального строительства, объекты реконструкции, сдача в аренду и субаренду различных объектов управления, ремонт и прокладка коммуникаций, объекты социальной значимости и др.).

Интегральный критерий рискованности проекта обычно задается в виде линейной функции:

$$K^t = c_1 K_1^t + \dots + c_n K_n^t, \quad (2)$$

где коэффициенты c_i учитывают вес рискованности актива i .

Проект считается рискованным, если $K^t > K_M$, где K_M – максимальное значение допустимого риска. Выбор показателей g_{ij} , функций f_j и коэффициентов c_i определяется спецификой активов A_i . Задача заключается в определении проекта с приемлемым уровнем риска.

Пусть инвестиционная деятельность управляющей организации заключается в инвестировании капитала K_0 в активы A_1, A_2, \dots, A_n в количестве X_1, X_2, \dots, X_n :

$$K_0 = X_1 S_1^0 + X_2 S_2^0 + \dots + X_n S_n^0, \quad (3)$$

где S_i^0 – стоимость единицы актива A_i в момент времени $t = 0$. Величины X_1, \dots, X_n формируют инвестиционный проект $\pi(X_1, X_2, \dots, X_n)$.

Обозначим через r_i доходность актива A_i за период конверсии. Под доходностью r_i актива A_i понимается, что величина актива A_i за период конверсии увеличивается на $r_i A_i$. Тогда через единицу времени капитал портфеля $\pi(X_1, X_2, \dots, X_n)$ составит величину:

$$\begin{aligned} K_1 &= X_1 S_1^0 (1 + r_1) + X_2 S_2^0 (1 + r_2) + \dots + X_n S_n^0 (1 + r_n) = \\ &= X_1 S_1^0 + X_2 S_2^0 + \dots + X_n S_n^0 + X_1 S_1^0 r_1 + \dots + X_n S_n^0 r_n = \\ &= K_0 + (X_1 S_1^0 r_1 + X_2 S_2^0 r_2 + \dots + X_n S_n^0 r_n). \end{aligned} \quad (4)$$

Конечной целью инвестирования капитала является извлечение из инвестиционной деятельности прибыли, то есть максимизация величины:

$$S_{\pi} = X_1 S_1^0 r_1 + X_2 S_2^0 r_2 + \dots + X_n S_n^0 r_n. \quad (5)$$

Рассмотрим вопрос об оптимизации прибыли S_{π} . Считается, что величины r_i являются случайными, с заданным распределением. Для набора случайных величин r_1, r_2, \dots, r_n введем следующие характеристики: \bar{r}_i – среднее значение случайной величины r_i ; σ_i – среднеквадратичное отклонение средней величины r_i ; σ_i^2 – дисперсия (вариация) средней величины r_i ; σ_{ij} – коэффициент ковариации между случайными величинами r_i и r_j ; $\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$ – коэффициент

$$D(S_{\pi}) = \sum_{i=1}^n S_i^0 X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i,j=1}^n S_i^0 S_j^0 X_i X_j \sigma_{ij} = R_{sp} + R_{si}. \quad (8)$$

При равномерной оценке дисперсии σ_i^2 активов величина R_{sp} , называемая специфическим риском, имеет порядок $1/n$ и стремится к нулю при увеличении n . Величина R_{si} , называемая систематическим риском, при увеличении n стремится к некоторой величине $R_0 > 0$.

К системным рискам следует отнести:

- а) инфляционный риск;
- б) риск изменения процентных ставок банковскими учреждениями;
- в) валютный риск;
- г) политический риск, связанный с внешними воздействиями нерыночного характера на деятельность управляющих организаций.

К специфическим рискам можно отнести [4]:

- а) организационный и технологический риски, связанные с производственной деятельностью;
- б) ценовый риск, связанный с поведением цен на рынке услуг управляющих организаций;
- в) риск потери ликвидности, связанный с изменением рыночной стоимости ценных бумаг;
- г) финансовый риск, вызываемый проводимой руководством организации финансовой политикой;

корреляции между случайными величинами r_i и r_j .

Если $\sigma_i = 0$, то величина r_i является определенной, если $\sigma_i^2 > 0$, то чем больше величина σ_i^2 , тем выше рискованность актива A_i . В силу случайности коэффициентов r_i величина S_{π} также является случайной. Ее важнейшими характеристиками являются среднее значение:

$$\bar{S}_{\pi} = X_1 S_1^0 \bar{r}_1 + X_2 S_2^0 \bar{r}_2 + \dots + X_n S_n^0 \bar{r}_n \quad (6)$$

и дисперсия:

$$D(S_{\pi}) = D(X_1 S_1^0 r_1 + X_2 S_2^0 r_2 + \dots + X_n S_n^0 r_n). \quad (7)$$

Представим $D(S_{\pi})$ в виде:

д) риск невыполнения обязательств управляющей организацией.

Уменьшения специфического риска можно добиться за счет оптимального распределения ресурсов. Если коэффициент ковариации σ_{ij} активов r_i и r_j является отрицательной величиной, то тогда общий риск уменьшается, поскольку соответствующее слагаемое в формуле (8) является отрицательным. Поэтому при составлении проекта следует по возможности брать отрицательно коррелированные активы. Отрицательная коррелированность двух активов (отрицательное значение коэффициента ковариации) означает, что один из двух активов является доходным, а другой – убыточным [2], [3]. В случае большого количества отрицательно коррелированных активов риск проекта в целом уменьшается за счет взаимной компенсации.

Характеристиками доходности является среднее значение \bar{S}_{π} , а характеристикой риска – дисперсия $D(S_{\pi})$. Оптимизация портфеля по этим характеристикам называется среднedisперсионным анализом, предложенным Г. Марковитцем. В качестве критерия оптимальности выбирается некоторая функция:

$$F = F(\bar{S}_{\pi}, D(S_{\pi})) \quad (9)$$

и оптимальным является проект π , для которого функция F принимает наибольшее значение.

Условие, при котором формируется проект, определяется соотношением:

$$X_1 S_1^0 + X_2 S_2^0 + \dots + X_n S_n^0 = K_0, X_i \geq 0, \quad (10)$$

а \bar{S}_π и $D(S_\pi)$ – соотношениями (6) и (7). Таким образом, задача (6), (7), (10) является системой, из которой находится оптимальный проект.

Рассмотрим задачу оптимизации инвестиционного проекта для случая, когда инвестор выбирает среднее значение проекта \bar{S}_π и желает при этом минимизировать риск, то есть добиться наименьшей дисперсии проекта. Приведем задачу к более удобному виду. Введем величины:

$$x_i = X_i S_i^0 K_0^{-1}, i=1,2,\dots,n, \quad (11)$$

$$S_\pi = x_1 r_1 + x_2 r_2 + \dots + x_n r_n, \quad (12)$$

где $x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$;

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0.$$

Величина риска равна:

$$\sum_{i,j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}, \sigma_{ij} = \text{cov}(r_i, r_j). \quad (13)$$

Задача о минимизации риска принимает вид:

$$\min \sum_{i,j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}, \sigma_{ij} = \text{cov}(r_i, r_j),$$

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1; \quad (14)$$

$$\bar{S}_\pi = x_1 \bar{r}_1 + x_2 \bar{r}_2 + \dots + x_n \bar{r}_n;$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0.$$

Задача Марковитца (14) предполагает следующее решение:

$$x_p^* = \left(\sigma_i^2 \sum_{i < j} \frac{(\bar{r}_i - \bar{r}_j)^2}{\sigma_i^2 \sigma_j^2} \right)^{-1} \sum_{i=1}^n \frac{(\bar{r}_i - \bar{S}_0)(\bar{r}_i - \bar{r}_j)}{\sigma_i^2}, \quad (15)$$

$$(\sigma_p^*)^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\bar{r}_i - \bar{S}_0)(\bar{r}_i - \bar{r}_j)}{\sigma_i^2} \left(\sigma_i^2 \sum_{i < j} \frac{(\bar{r}_i - \bar{r}_j)^2}{\sigma_i^2 \sigma_j^2} \right)^{-1}, \quad (16)$$

где $(\sigma_p^*)^2$ – дисперсия оптимального проекта, а x_1^* , $\ell=1, 2, \dots, n$ – координаты для оптимального портфеля. В общем случае конкретный выбор функции F всегда определя-

ется спецификой конкретной управляющей организации, осуществляющей инвестиционный проект.

ВЫВОДЫ

1. Управление инвестиционным проектом на основе дисперсионного анализа позволяет не устанавливать границы допустимого риска. Соотношение между риском и доходом определяется конкретной ситуацией, обуславливающей вид этого соотношения.

2. При определенных допущениях для задачи оптимизации удалось получить модель принятия решений в условиях риска, позволяющую найти решение для конкретного проекта и получить оптимальную структуру инвестиционного портфеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Грабовой П.Г.* Управление рисками в недвижимости / Под общ. ред. П.Г. Грабового – М.: Изд-во "Реал проект", 2007.
2. *Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.* Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 2006.
3. *Трухина Н.И.* Научные аспекты управления объектами недвижимости в жилищной сфере. – Воронеж: ВГУ, 2008.
4. *Трухина Н.И., Трухин Ю.Г., Калабухов Г.А.* Мониторинг технического состояния зданий – фактор эффективного управления в стратегии девелопмента недвижимости // Международный научно-технический журнал "Недвижимость: экономика и управление". – 2015.
5. *Matreninsky S.I., Mishchenko V.Y., Spivak I.E.* Methodological approach to the classification of areas of compact built-up development areas for selecting variants of actions and sequence of technical and technological solutions for the renovation of these areas // WSEAS Transactions on Environment and Development. –Т.12, 2016. С. 108...117.
6. *Мищенко В.Я., Горбанева Е.П.* Анализ современного состояния жилищного фонда и инженерной инфраструктуры Воронежской области // Изв. Тульского государственного университета. Серия: Строительство, архитектура и реставрация. – 2006, № 9. С. 229...235.
7. *Matreninsky S.I., Mischenko V.Y., Chernyshov E.M.* The systemic approach to modeling of compact built-up development areas and planning of their renovation // International Journal of Energy and Environmental Engineering. –Т.6, № 9, 2015. С.32...43.

REFERENCES

1. Grabovoj P.G. Upravlenie riskami v nedvizhimosti / Pod obshh. red. P.G. Grabovogo – M.: Izd-vo "Real proekt", 2007.
2. Peregudov F.I., Tarasenko F.P. Vvedenie v sistemnyj analiz. – M.: Vysshaja shkola, 2006.
3. Truhina N.I. Nauchnye aspekty upravlenija ob"ektami nedvizhimosti v zhilishhnoj sfere. – Voronezh: VGU, 2008.
4. Truhina N.I., Truhin Ju.G., Kalabuhov G.A. Monitoring tehničeskogo sostojanija zdanij – faktor jeffektivnogo upravlenija v strategii developmenta nedvizhimosti // Mezhdunarodnyj nauchno-tehničeskij zhurnal "Nedvizhimost': jekonomika i upravlenie". – 2015.
5. Matreninskiy S.I., Mishchenko V.Y., Spivak I.E. Methodological approach to the classification of areas of compact built-up development areas for selecting

variants of actions and sequence of technical and technological solutions for the renovation of these areas // WSEAS Transactions on Environment and Development. –Т.12, 2016. S. 108...117.

6. Mishhenko V.Ja., Gorbaneva E.P. Analiz sovremennogo sostojanija zhilishhnogo fonda i inženernoj infrastruktury Voronezhskoj oblasti // Izv. Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Stroitel'stvo, arhitektura i restavracija. – 2006, № 9. S. 229...235.

7. Matreninsky S.I., Mischenko V.Y., Chernyshov E.M. The systemic approach to modeling of compact built-up development areas and planning of their renovation // International Journal of Energy and Environmental Engineering. –Т.6, № 9, 2015. S.32...43.

Рекомендована кафедрой кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии Воронежского ГАСУ. Поступила 01.06.16.

УДК 330.322:657.6

МЕХАНИЗМ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ИНСТИТУТОВ КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

MECHANISM OF SYSTEM INTEGRATION OF INSTITUTIONS OPERATING CONTROL TO ENSURE THE EFFECTIVENESS OF INVESTMENT PROJECTS

С.С. УВАРОВА, С.В. БЕЛЯЕВА, И.А. ПРОВоторов, Л.П. МЫШОВСКАЯ
S.S. UVAROVA, S.V. BELYAEVA, I.A. PROVOTOROV, L.P. MYSHOVSKAYA

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет)
(Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: uvarova_s.s@mail.ru; belyaeva-sv@mail.ru; i.vanprovotorov@yandex.ru

В статье рассмотрены применяемые в настоящее время в РФ механизмы контроля над реализацией инвестиционных проектов. Дана критическая оценка этим механизмам. Разработана концептуальная схема гармонизации различных механизмов контроля за реализацией инвестиционных проектов.

The article describes the currently used control mechanisms in Russia over the implementation of investment projects. Made a critical assessment of these mechanisms. The conceptual scheme of harmonization of the various controls on the implementation of investment projects.

Ключевые слова: аудит инвестиционных проектов, государственная экспертиза, банковское сопровождение (расширенное банковское сопровождение), строительный контроль, инвестиционный проект.

Keywords: audit of investment projects, state expertise, banking support (expansion of bank support), building control, investment project.

Проблема реализации крупных инвестиционных проектов на основе смешанного финансирования (в том числе с применением механизмов государственно-частного партнерства) с надлежащим уровнем качества конечной продукции и при соблюдении рационального и целевого расходования денежных средств на сегодняшний момент, несмотря на предпринимаемые государством и профессиональным сообществом меры, не имеет однозначного решения. Имеющиеся механизмы и создаваемые институты зачастую дублируют функции друг друга, что не в полной мере обеспечивает возможный ресурсосберегающий эффект. Поэтому разработка целостного механизма обеспечения действенного контроля реализации инвестиционных проектов на основе системной интеграции имеющихся институтов представляется актуальной и своевременной.

Особую актуальность имеет контроль инвестиционных проектов при использовании бюджетного финансирования. В настоящее время в связи с осложнением геополитической обстановки и уменьшением инвестиционной активности в стране результативность и эффективность ограниченных вложений следует признать одной из первоочередных задач для преодоления кризисных явлений в экономике и выхода на траекторию устойчивого экономического роста.

Основными механизмами контроля за реализацией инвестиционных проектов с государственным участием на сегодняшний момент являются: технологический и ценовой аудит инвестиционных проектов (аудит инвестиционных проектов); государственная экспертиза; банковское сопровождение (в том числе расширенное банковское сопровождение); строительный контроль; строительный аудит.

Наличие достаточного числа действенных механизмов и соответствующих реализующих их институтов не в полной мере обеспечивает контрольные функции в силу

дублирования функций и отсутствия четкой дифференциации реализуемых процедур и их оптимальной интеграции. Одной из важных задач в настоящее время является выстраивание системы, в которой различные способы контроля над осуществлением инвестиционных проектов будут гармонизированы.

Рассмотрим сущность каждого из перечисленных механизмов более подробно.

Государственная экспертиза осуществляет проверку соответствия принятых решений действующим нормам, не ставя задачу анализа принятых решений на предмет наиболее эффективных и соответствующих лучшим практикам. В плане ценовой составляющей по результатам госэкспертизы в значительном числе случаев выносятся предложения, позволяющие достичь незначительной экономии средств. В связи с этим считаем необходимым, во-первых, коррекцию институциональных норм в сфере экспертизы проектов, во-вторых, разработку современных норм и стандартов качества проектной и строительной продукции, а также приведение сметных норм и расценок в соответствие с применяемыми в строительстве современными материалами и механизмами, в-третьих, обязательный учет факторов качества при определении общественной эффективности проектов и, в-четвертых, четкую регламентацию ряда изменений в рабочей документации, требующих корректировки проектной документации. Подавляющее большинство необходимых изменений учтено при разработке механизма технологического и ценового аудита.

Технологический и ценовой аудит (ТЦА) стал одной из важнейших при разработке комплекса мер, направленных на контроль над осуществлением инвестиционных проектов с привлечением государственных средств [1]. По мнению авторов, в данном случае целесообразно отказаться от понятия "технологический и ценовой аудит", так как оно не в полной мере отражает сущность данного института контроля

(не учитывает техническую и финансово-экономическую составляющую) [2]. Следует применять термин "аудит инвестиционных проектов" – независимая проверка инвестиционного проекта с целью выражения мнения об эффективности принятых проектных решений, проверки их актуальности и сравнения с наилучшими отечественными и международными образцами [3]. В настоящее время аудит является обязательным для крупных инвестиционных проектов, реализуемых с привлечением государственных средств. В плане становления данного института контроля очень актуальным является определение целесообразности использования аудита на различных стадиях подготовки проектно-сметной документации и реализации проекта.

Необходимо отметить, что в настоящее время аудит инвестиционных проектов вторгается в уже сложившуюся десятилетиями систему государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий. Во многом функции аудита и государственной экспертизы совпадают [4]. Соответственно наблюдается дублирование функций контрольных институтов уже на стадии проекта. В данном случае необходимо разграничение полномочий контрольных институтов с четким распределением сфер ответственности. Так, считаем, что четкая необходимость ТЦА имеется на предпроектной стадии при обосновании эффективности проекта (включая общественную эффективность с учетом влияния проекта на окружающую среду) и на стадии обоснования инвестиций (включая оценку стоимости проекта по объектам-аналогам). Экспертиза проектно-сметной документации должна осуществляться с целью подтверждения обоснованного применения нормативно-технической документации при разработке проектных решений для соблюдения требований безопасности объекта.

Важным инструментом сопровождения реализации проектов, позволяющим обеспечивать соответствие проводимых работ разработанному проекту, является строительный контроль, представляющий собой

контроль соответствия выполняемых работ проектной документации, требованиям технических регламентов, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка, осуществляемый как заказчиком и подрядчиком, так и специализированными инжиниринговыми компаниями.

Обязательное банковское сопровождение отдельных госконтрактов было введено в 2014 году Федеральным законом №44-ФЗ [5]. Данный механизм может быть реализован как в форме простого, так и в форме расширенного сопровождения. При этом наблюдается явное дублирование функции расширенного сопровождения со строительным контролем и технологическим аудитом. Основной целью расширенного банковского сопровождения является не только контроль за финансовыми потоками проекта, позволяющий отслеживать возможные теневые схемы при реализации проекта, но и минимизация технических и строительных рисков путем контроля качества выполнения работ в соответствии с проектной документацией. Однако реализация строительного контроля не относится к функциям банков, причем не только из-за отсутствия квалифицированных специалистов и механизмов реализации мероприятий строительного контроля, но из-за необходимости получения допуска СРО на выполнение комплекса работ по строительному контролю.

Исходя из проведенного анализа функций существующих механизмов контроля инвестиционных проектов и реализующих их институтов, можно сделать вывод о необходимости системной интеграции имеющихся институтов в единый действенный механизм – рис. 1 (сравнение механизмов контроля инвестиционных проектов).

Центральным звеном такого механизма может стать процедура строительного аудита, целью которого является предоставление заказчику обоснованной и достоверной информации, выраженной в форме отчета, о текущем состоянии процесса проектирования и строительства объекта и его соответствии требованиям действующего законодательства Российской Федерации и

инвестиционному проекту не только в технической части, но и в части финансирования. Именно строительный аудит может

дать информацию о целесообразности и целевом назначении финансовых потоков, реализуемых через банк.



Рис. 1

Следовательно, только интеграция и взаимоувязка всех процедур с исключением дублирования функций способствует повышению эффективности контроля за качеством и стоимостью реализуемых проектов. При этом институтом, реализующим функции ТЦА и строительного аудита, может стать негосударственная экспертиза, специалисты которой аккредитуются Минстроем, что обеспечивает необходимый уровень квалификации.

Концептуальная схема системной интеграции процедур контроля инвестиционных проектов на основе строительного аудита и реализующих их институтов представлена на рис. 2 (концептуальная схема гармонизации различных механизмов контроля над реализацией инвестиционных проектов).

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что решение проблемы эффективной интеграции механизмов контроля над реализацией инвестиционных проектов позволит существенно повысить результативность осуществляемых инвестиционных программ и проектов.

2. Проведено сравнение действующих механизмов контроля над реализацией инвестиционных проектов и представлена схема их гармонизации.



Рис. 2

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2013 г. № 382 "О проведении публичного технологического и ценового аудита крупных инвестиционных проектов с государственным участием и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации".

2. Провоторов И.А., Шульгин А.В. Методическое обеспечение аудита проектов государственно-частного партнерства в дорожном хозяйстве // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2016, № 2. С.39...43.

3. Провоторов И.А., Кустов А.А. Аудит концессионных проектов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2016, № 4. С. 31...34.

4. Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 № 145 (ред. от 07.12.2015) "О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий" (с изм. и доп., вступ. в силу с 17.12.2015).

5. Постановление Правительства РФ от 20.09.2014 № 963 (ред. от 22.06.2015) "Об осуществлении банковского сопровождения контрактов" (вместе с "Правилами осуществления банковского сопровождения контрактов").

6. Matreninskiy S.I., Mishchenko V.Y., Spivak I.E. Methodological approach to the classification of areas of compact built-up development areas for selecting variants of actions and sequence of technical and technological solutions for the renovation of these areas // SEAS Transactions on Environment and Development. –Т.12, 2016. С. 108...117.

1. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 30 aprelja 2013 g. № 382 "O provedenii publichnogo tehnologicheskogo i cenovogo audita krupnyh investicionnyh projektov s gosudarstvennym uchastiem i o vnesenii izmenenij v nekotorye akty Pravitel'stva Rossijskoj Federacii".

2. Provotorov I.A., Shul'gin A.V. Metodicheskoe obespechenie audita projektov gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v dorozhnom hozjajstve // FJeS: Finansy. Jekonomika. Strategija. – 2016, № 2. S.39...43.

3. Provotorov I.A., Kustov A.A. Audit koncesionnyh projektov // FJeS: Finansy. Jekonomika. Strategija. – 2016, № 4. S. 31...34.

4. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 05.03.2007 № 145 (red. ot 07.12.2015) "O porjadke organizacii i provedenija gosudarstvennoj jekspertizy projektnoj dokumentacii i rezul'tatov inzhenernyh izyskanij" (s izm. i dop., vstup. v silu s 17.12.2015).

5. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 20.09.2014 № 963 (red. ot 22.06.2015) "Ob osushhestvlenii bankovskogo soprovozhdenija kontraktov" (vmeste s "Pravilami osushhestvlenija bankovskogo soprovozhdenija kontraktov").

6. Matreninskiy S.I., Mishchenko V.Y., Spivak I.E. Methodological approach to the classification of areas of compact built-up development areas for selecting variants of actions and sequence of technical and technological solutions for the renovation of these areas // SEAS Transactions on Environment and Development. – Т.12, 2016. С. 108...117.

Рекомендована кафедрой экономики и основ предпринимательства. Поступила 01.06.16.

УДК 338.45 (332.1.)

РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КОНТЕКСТЕ СОГЛАСОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ, ОТРАСЛЕВОЙ И РЕГИОНАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ

DEVELOPMENT OF THE TEXTILE INDUSTRY IN THE CONTEXT OF COORDINATION NATIONAL, INDUSTRY AND REGIONAL STRATEGY

В.М. КРУГЛЯКОВА, Ю.И. ТРЕЩЕВСКИЙ, В.В. БРЕДИХИН
V.M. KRUGLYAKOVA, YU.I. TRESHCHEVSKY, V.V. BREDIKHIN

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет,
Воронежский государственный университет,
Юго-Западный государственный университет)
(Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Voronezh State University, Southwest State University)
E-mail vinikat@mail.ru; utreshevski@yandex.ru

*Проанализированы тенденции развития текстильной промышленности
во взаимосвязи с приоритетами, заложенными в стратегических докумен-*

тах федерального и регионального уровней. Выявлены региональные особенности развития отрасли в субъектах Российской Федерации. Определены особенности отражения перспектив развития текстильной промышленности в стратегиях регионов, развивающих данный вид деятельности. Установлен состав регионов, в которых целесообразна различная степень внимания органов власти федерального и регионального уровней к развитию данной отрасли. Обоснованы предложения по корректировке стратегических направлений развития текстильной промышленности в Ивановской области.

Tendencies of development of the textile industry in interrelation with the priorities specified in strategic documents of the Russian Federation and regions of the country are researched. Features of development of an industry in various regions of Russia are revealed. Features of reflection of prospects of development of the textile industry in the strategy of regions which develop production in this industry are determined. Regions in which it is important to strengthen attention of federal and regional authorities to development of a textile industry are determined. Offers on adjustment of strategic directions of development of the textile industry in the Ivanovo region are proved.

Ключевые слова: текстильная промышленность, отраслевая стратегия, региональная стратегия.

Keywords: textile industry, branch strategy, regional strategy.

В настоящее время началось формирование национальной, отраслевых, региональных стратегий до 2030 года. Для развития отраслей (мы сохранили данный термин, не применяемый в настоящее время в статистике, поскольку его использование в экономической литературе сохранилось) их представление в стратегических документах различного уровня имеет существенное значение (хотя и не решающее). В связи с этим необходимо обратить внимание на важность согласования трех различных стратегий социально-экономического развития: России; отрасли (в данном случае – текстильной промышленности); субъектов Российской Федерации.

В настоящее время текстильная промышленность относится к категории отраслей с ухудшающимся состоянием практически по всем параметрам. Обратимся к статистическим данным. Общий объем производства текстильного и швейного производства в действующих ценах растет: 2005 г. – 111,7 млрд. руб., 2010 г. – 198,8 млрд. руб., 2012 г. – 256, 9 млрд. руб., 2014 г. – 286,5 млрд. руб. [6, с. 322]. Однако

на начало 2015 г. отрасль вышла с потерями 22,3 % по отношению к началу 2014 г. [5]. Особенно следует обратить внимание на то, что падение производства (даже в действующих ценах) произошло в период усиления протекционизма в стране.

Происходит сокращение количества действующих предприятий текстильной промышленности. Так, в 2005 г. оно составляло в РФ 40,5 тыс. единиц (0,8% общего числа предприятий обрабатывающей промышленности), в 2014 г. – 25,4 % (0,5 %) [6, с. 315]. Само по себе уменьшение количества предприятий может означать не только механическое сокращение, но и объединение, укрупнение, экономическое усиление и т.п. Однако исследования показывают, что рост производства с текстильной промышленности (в действующих ценах) происходил в большей степени на малых предприятиях. Так, объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг в 2005 г. составлял по полному кругу предприятий 64,9 млрд. руб., в 2012 г. – 127,1 млрд. руб. (рост более чем вдвое); по кругу средних и крупных

предприятий, соответственно – 46,7 млрд. руб. и 78,4 млрд. руб. (рост в 1,67 раза) [12, с. 35]. Корректировка на индекс цен в данном случае не требуется – важны относительные пропорции. Исходя из этих данных, можно утверждать, что сокращение количества малых предприятий в текстильной промышленности сопровождается ухудшением положения крупных и средних предприятий. Отсюда – сокращение количества предприятий не сопровождается позитивными процессами укрепления сектора крупного бизнеса в текстильной промышленности.

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. отмечены приоритетные высокотехнологичные отрасли: авиационная промышленность и двигателестроение; ракетно-космическая промышленность; судостроительная промышленность; радиоэлектронная промышленность; атомный энергопромышленный комплекс; информационно-коммуникационные технологии; базовые отрасли (энергетика, нефтегазовое, транспортное, тяжелое машиностроение; станкостроение) [2]. Перечень отраслей, приоритетных с точки зрения обеспечения конкурентоспособности экономики и национальной безопасности, вполне обоснован. Поэтому в случае с текстильной промышленностью ориентироваться необходимо не на отраслевые, а на функционально-целевые ориентиры стратегических документов национального уровня, среди которых – обеспечение целостности и сбалансированности развития страны, повышение уровня инновационности промышленных предприятий. В связи с этим конкретизацию стратегических приоритетов национального уровня необходимо осуществлять на уровне министерств (ведомств) и регионов.

Обратимся в связи с этим к Стратегии развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 г. [8]. Центральные тезисы документа – инновационный путь развития и необходимость существенного сокращения импорта натурального сырья. В современных социально-экономических условиях России вряд ли

можно рассчитывать на ускоренное внедрение инноваций в секторе малого бизнеса. Ранее мы докладывали результаты исследований по данному вопросу на научной конференции в г. Иванове [14]. С этой точки зрения акцент на создание крупных предприятий с современной технико-технологической базой оправдан. Второй тезис не столь очевиден. В настоящее время не только указанная Стратегия, но и исследователи, практики управления корпоративного сектора и государства считают необходимым снизить уровень зависимости текстильной промышленности от импорта сырья на различных переделах: трикотажных полотен, технического текстиля, специальных тканей и отделочных материалов, ваты, войлока, нетканых материалов [12, с. 35...36]. Теоретически, желание обратиться к собственному производству на всех стадиях (переделах) оправдано, однако практически это неосуществимо – ни одна страна не может обеспечить инновационное развитие во всех сферах деятельности. Поэтому необходимо четкое определение тех сегментов производства и рынка, где это имеет хорошую перспективу. В иных случаях целесообразно выбрать модель взаимодействия с зарубежными партнерами, предполагающую рост производства добавленной стоимости в российской текстильной промышленности, а не замену импортного сырья отечественным. Особенно это касается сектора малого бизнеса, где импортозамещение по сырью будет сопровождаться снижением качества готовой продукции (во всяком случае, в кратко- и среднесрочном периоде). К тому же декларированная в отраслевой стратегии переориентация с импорта натурального сырья на производство технического текстиля и нетканых материалов слабо связаны друг с другом – это разные производства. Заменить хлопок и шерсть для производства одежды техническим текстилем невозможно.

Проблема многократного превышения стоимости импорта над экспортом в текстильной промышленности заключается, прежде всего, во внутренней несбалансированности производственного и торгового

секторов – в первом преобладают малые предприятия, во втором – крупные компании и их филиалы, располагающие развитой логистической инфраструктурой и определяющие ценовую политику, неблагоприятную для производителей.

Не вызывает сомнения необходимость радикального увеличения производства технического текстиля на основе взаимодействия с нефтехимической промышленностью. Для обеих отраслей – это необходимый элемент повышения уровня производства добавленной стоимости. Однако отечественные предприятия текстильной промышленности вряд ли смогут мобилизовать необходимые ресурсы на наукоемкое и капиталоемкое производство технического текстиля. Это, скорее, элемент стратегии развития нефтехимической промышленности. Альтернативный вариант – привлечение зарубежных компаний, что в настоящее время представляется проблематичным. Особенно, если учитывать склонность зарубежных компаний к предоставлению товарных, а не инвестиционных кредитов [13]. Во всяком случае, данное направление в стратегии развития легкой и, в частности, текстильной промышленности, должно прямо вытекать либо из стратегии развития внешнеэкономической деятельности, либо – из стратегии нефтехимической промышленности.

Заметим, что даже в случае благоприятного развития событий и удачного согласования отраслевых и функциональных стратегий, на ведомственном уровне не учтены два важных национальных приоритета: комплексность и сбалансированность территориального развития; решение социальных проблем страны и субъектов Российской Федерации.

Вышеуказанная стратегия не ориентирована на развитие традиционных производств как в рамках самой текстильной промышленности, так и смежных отраслях. Между тем, в стратегическом плане целесообразно рассчитывать не на "драйверы" за пределами отрасли, а на превращение ее самой в драйвер для других – в качестве поставщика сырья для предприятий швейной

промышленности (преимущественно расположенных в тех же или близких регионах) и потребителя натурального сырья сельскохозяйственного (отечественного: льна, шерсти) и импортного (хлопка). Отметим, что каких-либо проблем, связанных с поставками хлопка из бывших союзных республик или стран Ближнего Востока, который почему-то считают необходимым устранить из списка импортных товаров, не наблюдалось.

Существенное значение для формирования национальной, отраслевой и региональных стратегий развития текстильной промышленности имеет ее территориальная локализация. Наибольшее количество предприятий отрасли сосредоточено в Москве, Ивановской, Московской областях, Санкт-Петербурге. Достаточно значимое место занимают предприятия отрасли в структуре производства Смоленской, Тамбовской, Тверской, Псковской областей, Чувашской Республики, Кировской области, Республики Тыва [4, с. 602...603]. В отраслевой стратегии пространственный аспект полностью отсутствует. Производство технического текстиля, которому в ней уделено максимальное внимание, с точки зрения отрасли-драйвера (нефтехимической промышленности) целесообразно сосредоточить либо в местах нефтедобычи и нефтепереработки, либо в крупных промышленных центрах, располагающих высоким научным, техническим, трудовым потенциалом. Однако регионы с развитым (по современным российским меркам) текстильным производством представлены весьма неоднородными группами.

Первая – три крупных промышленных центра (Москва, Московская область, Санкт-Петербург) в которых национальные, отраслевые и региональные приоритеты не совпадают. Так, крупнейший по объемам производства текстильной (и в целом, легкой) промышленности – Москва. С этой точки зрения регион перспективен в отраслевом аспекте. Однако доля текстильной промышленности (вместе со швейной, кожевенной и обувной) в регионе мала (0,7%) [4, с.602]. Поэтому в региональных

стратегиях Москвы обнаружить внимание к текстильной промышленности не удалось [10]. То же касается Санкт-Петербурга – доля указанных отраслей несколько выше, чем в Москве – 1,6% [4, с. 603], но в региональных стратегиях отрасль в качестве приоритетной не упоминается [11]. Относительно Московской области – доля указанных отраслей промышленности вдвое выше, чем в среднем в России (2,1 %) [4, с. 602], однако, как в Москве и Санкт-Петербурге, отрасль не рассматривается в качестве стратегической, приоритеты – биомедицина, новые технологии в строительстве и ЖКХ, "новая промышленность", аэрокосмические технологии, энергетическое машиностроение [7]. Таким образом, в регионах первой группы национальные, отраслевые и региональные приоритеты не совпадают, что затрудняет формирование и реализацию стратегий развития отрасли. Сказанное не означает, что развитие предприятий текстильной промышленности в данных регионах нецелесообразно. Напротив, с точки зрения отрасли оно перспективно. Однако текстильные предприятия в данных административно-территориальных образованиях вполне могут развиваться самостоятельно, без особого внимания ведомственного и территориального управленческого аппарата, опираясь на экономический, инвестиционный, инновационный и трудовой потенциал крупнейших в экономическом отношении регионов страны.

Регионы второй группы (Кировская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Псковская области, Чувашская Республика, Республика Тыва и ряд других) имеют определенный потенциал развития текстильной промышленности в силу довольно высоких значений долей отрасли в общем объеме промышленного производства. Однако и в этих регионах ей не уделяется серьезного внимания в стратегическом плане. Не преувеличивая значения региональных стратегий, все же отметим, что они отражают видение перспектив социально-экономического развития не только органов власти и управления, но и местных сообществ. По-

этому делать акцент на национальное и отраслевое стратегирование развития текстильной промышленности в данных регионах вряд ли целесообразно (во всяком случае, в условиях ограниченности ресурсов, характерной для современного состояния экономики страны).

Фактически отдельную группу представляет Ивановская область, где пересекаются национальные, отраслевые и региональные интересы. Достаточно сказать, что доля текстильного, швейного производства, производства кожи, изделий из кожи и производство обуви составляет 36,3 % [4, с. 602].

В связи с этим в стратегии развития легкой промышленности РФ, которая сейчас находится в стадии обсуждения, необходимо обратить внимание не только на продуктовый, но и на пространственный аспект текстильного производства – его сосредоточение в Ивановской области.

Действующие и проектные стратегические документы Ивановской области четко и однозначно определяют текстильную промышленность приоритетом регионального развития [9]. В региональных стратегических документах, например [9], в значительной степени воспроизведены положения отраслевой стратегии, что вполне естественно, если учитывать высокую степень ресурсной зависимости региона от федерального центра. В то же время обе стратегии будут изменяться, исходя из новой экономической ситуации и задач национальной стратегии. Поэтому вполне своевременно обратить внимание на необходимость дополнения стратегических направлений новыми положениями.

Центральной позицией в развитии текстильной промышленности является создание текстильно-промышленного кластера [9, с. 58...60], ориентированного в производственном плане на формирование законченного цикла от переработки нефтехимического сырья до производства полиэфирного волокна и гранул полиэтилентерефталата (ПЭТФ). Целесообразность проекта не вызывает сомнений, подтверждается высоким уровнем внимания федеральных органов власти, крупной зарубежной

компания, высоким спросом на планируемую к выпуску продукцию, необходимостью диверсификации нефтехимической промышленности. В области возникнет индустриальное монопоселение в Вичугском районе, достаточно развитое, создающее мультипликационный эффект регионального уровня, усиливающее связи региона с предприятиями нефтяного комплекса. Предприятие планируется как инновационное. Однако строительство комбината не решит большинства проблем региона и расположенных на его территории предприятий текстильной промышленности – объем производства относительно невелик – 12 млрд. руб. в год, количество занятых – около 500 человек.

В связи с этим в дополнение к данному проекту необходимо включение в стратегические документы региона иных направлений, обеспечивающих развитие предприятий, работающих на традиционных источниках сырья и обеспечивающих высокий уровень взаимодействия со швейной промышленностью.

Наиболее значимые из них:

- восстановление объема традиционных производств до уровня 1991 г. (удвоение нынешнего объема производства);

- комплексирование предприятий текстильной и швейной промышленности (в различных формах, в том числе и в рамках планируемого текстильно-промышленного кластера);

- повышение уровня использования имеющихся мощностей предприятий швейной и текстильной промышленности – в настоящее время в текстильном и швейном производстве региона сосредоточено 12,6% стоимости основных фондов обрабатывающей промышленности (четвертая позиция после пищевой промышленности, производства транспортных средств, обработки древесины) [1, с. 232...233]. Речь не идет об использовании полностью устаревших производств, но важно учитывать необходимость сохранения специалистов и имиджа Иванова как центра легкой промышленности РФ в условиях, когда ввод новых одновременно невозможен;

- снижение уровня износа основных фондов до уровня хотя бы 2005 г. – 33,4% вместо нынешних 67,8 % [1, с. 237];

- восстановление численности работников организаций до уровня не ниже 2005 г. (в настоящее время 27,5 тыс. чел., в 2005 г. – 55,5 тыс. чел.). Обратим внимание на то, что за 10 лет промышленность потеряла 28 тыс. работников [1, с. 243]. Проблема заключается в том, что вместе с потерей работников ухудшается положение отрасли и региона в имиджевом плане, что немаловажно для поддержания благоприятной социальной среды;

- в пространственном аспекте необходимо сосредоточение внимания на областном центре, состояние которого во многом определяет перспективы всего региона и ведущих отраслей.

Предлагаемые стратегические направления развития текстильной промышленности в ее базовом регионе – Ивановской области, могут быть поддержаны эффективным, хотя и трудоемким инструментарием:

- концентрацией внимания в поддержке малого бизнеса на предприятиях текстильной промышленности;

- модернизацией транспортной и логистической инфраструктуры;

- инициированием межрегиональных договорных отношений с субъектами федерации, ориентированными на производство льна, овцеводство;

- инициированием международных договоров о сотрудничестве со странами ближнего и дальнего зарубежья, производящими и перерабатывающими хлопок;

- инициированием международных договоров с предприятиями и научно-исследовательскими центрами стран с высокотехнологичной текстильной промышленностью, в первую очередь – с Китаем, Германией, Турцией (каждая из стран имеет свои особенности в развитии текстильного производства, которые целесообразно адаптировать к условиям России и Ивановской области, в частности).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивановская область. Статистический ежегодник. 2015. С. 232-233 / http://ivanovo.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/adg/ru/publications/official_publications/electronic_versions/ (дата обращения 14.08.2016 г.)
2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р / <http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf> (дата обращения 14.08.2016 г.)
3. Круглякова В.М., Трещевский Ю.И. Инвестиционная политика крупных городов в контексте общих тенденций экономического развития // Промышленное и гражданское строительство. – 2011, №1. С. 33...36.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015: Р 32 Стат. сб. / Росстат. – М., 2015.
5. Российская промышленность начала 2015 год с провала / <http://xn--b1ae2adf4f.xn-p1ai/economics/company-news/25086-possiyaskaya-promyshlennosty-nachala-2015-god-s-ppovala.html> (дата обращения 12.08.2016 г.)
6. Российский статистический ежегодник. 2015.: Стат. сб./Росстат. – М., 2015.
7. Стратегия лидерства. Стратегия социально-экономического развития Московской области до 2030 г. (Проект) / http://www.mosoblduma.ru/upload/site1/document_file/hHrGCMXUIH.pdf (дата обращения 14.08.2016 г.)
8. Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года. М.: 2015 / http://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya_razvitiya_legkoy_promyshlennosti_rossii_na_period_do_2025_goda (дата обращения 14.08.2016 г.)
9. Стратегия социально-экономического развития Ивановской области до 2020 года. Иваново, 2014 / Проект Закона Ивановской области "О внесении изменений в приложение к закону Ивановской области от 11.03.2010 № 22-ОЗ "О Стратегии социально-экономического развития Ивановской области до 2020 года" / <https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fwww.opiv.ru%2Fupload%2Fproject-zakona-o-strategii-2020.doc&name=proekt-zakona-o-strategii-2020.doc>
10. Стратегия социально-экономического развития Москвы до 2025 года. М.: 2012 / me.mosreg.ru (дата обращения 12.08.2015 г.)
11. Стратегия социально-экономического развития Санкт-Петербурга до 2030 года / http://www.ec-group.ru/upload/projects/Strategiya_socialno-ekonomicheskogo_razvitiya_Sankt-Peterburga_do_2030_goda._Analiz_socialno-ekonomicheskogo_razvitiya.Ver.2.pdf (дата обращения 14.08.2016 г.)
12. Текущее состояние и перспективы развития легкой промышленности в России // XV Апрельская Междунар. научн. конф. по проблемам развития

экономики и общества / В.В. Радаев, В.Н. Данилина, З.В. Котельникова, Е.А. Назарбаева. – М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2014.

13. Трещевский Ю.И., Круглякова В.М. Анализ динамики иностранных инвестиций в регионы России // Terra Economicus. – 2010. Т.8, № 1-2. С.151...159.
14. Трещевский Ю.И., Франовская Г.Н., Дуванова А.Н. Состояние малого бизнеса в контексте инновационного развития регионов // Мат. Междунар. научн.-практич. конф.: Инновационное развитие регионов в условиях глобализации, Иваново-Плес, 2-5 сентября 2015 г. – Иваново: Ивановский государственный университет, 2015. Ч. 1. С. 146...149.

REFERENCES

1. Ivanovskaja oblast'. Statisticheskij ezhegodnik. 2015. S. 232-233 / http://ivanovo.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/adg/ru/publications/official_publications/electronic_versions/ (data obrashhenija 14.08.2016 g.)
2. Konceptija dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 17 nojabrja 2008 g. № 1662-r / <http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf> (data obrashhenija 14.08.2016 g.)
3. Krugljakova V.M., Treshhevskij Ju.I. Investicionnaja politika krupnyh gorodov v kontekste obshhih tendencij jekonomicheskogo razvitija // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2011, №1. S. 33...36.
4. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2015: R 32 Stat. sb. / Rosstat. – M., 2015.
5. Rossijskaja promyshlennost' nachala 2015 god s provala / <http://xn--b1ae2adf4f.xn-p1ai/economics/company-news/25086-possiyaskaya-ppromyshlennosty-nachala-2015-god-s-ppovala.html> (data obrashhenija 12.08.2016 g.)
6. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik. 2015.: Stat. sb./Rosstat. – M., 2015.
7. Strategija liderstva. Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitija Moskovskoj oblasti do 2030 g. (Proekt) / http://www.mosoblduma.ru/upload/site1/document_file/hHrGCMXUIH.pdf (data obrashhenija 14.08.2016 g.)
8. Strategija razvitija legkoj promyshlennosti v Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda. M.: 2015 / http://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya_razvitiya_legkoy_promyshlennosti_rossii_na_period_do_2025_goda (data obrashhenija 14.08.2016 g.)
9. Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitija Ivanovskoj oblasti do 2020 goda. Ivanovo, 2014 / Proekt Zakona Ivanovskoj oblasti "O vnesenii izmenenij v prilozhenie k zakonu Ivanovskoj oblasti ot 11.03.2010 № 22-OZ "O Strategii social'no-jekonomicheskogo razvitija Ivanovskoj oblasti do 2020 goda" / <https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fwww.opiv.ru%2Fupload%2Fproject-zakona-o-strategii-2020.doc&name=proekt-zakona-o-strategii-2020.doc>

10. Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitiya Moskvy do 2025 goda. M.: 2012 / me.mosreg.ru (data obrashhenija 12.08.2015 g.)

11. Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitiya Sankt-Peterburga do 2030 goda / http://www.ec-group.ru/upload/projects/Strategija_socialno-ekonomicheskogo_razvitiya_Sankt-Peterbur-ga_do_2030_goda_Analiz_socialno-ekonomicheskogo_razvitiya.Ver.2.pdf (data obrashhenija 14.08.2016g.)

12. Tekushhee sostojanie i perspektivy razvitiya legkoj promyshlennosti v Rossii // HV Aprel'skaja Mezhdunar. nauchn. konf. po problemam razvitiya jekonomiki i obshhestva / V.V. Radaev, V.N. Danilina, Z.V. Kotel'nikova, E.A. Nazarbaeva. – M.: Izdatel'skij dom Vysshej shkoly jekonomiki, 2014.

13. Treshhevskij Ju.I., Krugljakova V.M. Analiz dinamiki inostrannyh investicij v regiony Rossii // Terra Economicus. – 2010. T.8, № 1-2. S.151...159.

14. Treshhevskij Ju.I., Franovskaja G.N., Duvanova A.N. Sostojanie malogo biznesa v kontekste innovacionnogo razvitiya regionov // Mat. Mezhdunar. nauchn.-praktich. konf.: Innovacionnoe razvitie regionov v uslovijah globalizacii, Ivanovo-Ples, 2-5 sentjabrja 2015 g. – Ivanovo: Ivanovskij gosudarstvennyj universitet, 2015. Ch. 1. S. 146...149.

Рекомендована кафедрой технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью Воронежского ГАСУ. Поступила 01.06.16.

УДК 338.24:658.51:628К

**РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
– ПУТЬ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
СФЕРЫ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА**

**RESOURCE SAVING TEXTILE INDUSTRY
– THE PATH OF INNOVATIVE SERVICES HOUSING AND COMMUNAL SERVICES**

В.Я. МИЩЕНКО, О.К. МЕЩЕРЯКОВА, М.А. МЕЩЕРЯКОВА, В.Н. БАРИНОВ
V.Y. MISCHENKO, O.K. MESCHERYAKOVA, M.A. MESCHERYAKOVA, V.N. BARINOV

(Воронежский государственный технический университет)

(Voronezh State Technical University)

E-mail: oseun@yandex.ru;

Статья посвящена проблеме эффективного развития сферы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) за счет инновационных подходов, мероприятий в технологических и управленческих процессах как на отдельных предприятиях, так и в отрасли в целом с целью повышения ресурсосбережения промышленных предприятий, в том числе в текстильной промышленности.

The article is devoted to the effective development of the sphere of housing and communal services (HCS) through innovative approaches, activities in technological and managerial processes, at both the individual companies and the industry as a whole, in order to increase resource saving industries, including textile industry.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, производственный процесс, инновационное развитие, ресурсосбережение, текстильная промышленность, управление.

Keywords: housing and communal services, the production process, innovative development, resource saving, the textile industry, management.

Одной из важнейших проблем современного этапа реформирования экономики в Российской Федерации является необходимость радикального изменения управления инновационным и инвестиционным развитием отраслей. В городах это касается прежде всего сферы услуг жилищно-коммунального хозяйства как системы, обеспечивающей жизнедеятельность населения, так и обслуживающей предприятия различных отраслей, в том числе текстильной промышленности. Предприятия данной отрасли используют услуги ЖКХ в вопросах ресурсосбережения производства, что в целом влияет на ценовую и качественную характеристику создаваемой продукции.

Ресурсосбережение представляет собой процесс рационализации использования материально-технических, в том числе топливно-энергетических, трудовых, финансовых, управленческих, и других ресурсов преимущественно на базе инновационных разработок с целью получения продукции с наилучшими качественными показателями и минимумом затрат.

В условиях развития рыночных механизмов к уровням управления предприятий предъявляются высокие требования не только с точки зрения постановки и обоснования стоящих перед ними задач, но и с позиций того, как они выполняются и какие способы реализации инвестиционной, инновационной политики используются в развитии сферы услуг ЖКХ.

Главная задача, которую необходимо решать – это поиск путей снижения затрат и повышения экономичности функционирования сферы услуг ЖКХ. Значение приобретают различные источники экономии, которые находятся практически во всех хозяйствах и отраслях, составляющих ЖКХ, и нередко не используются только потому, что не разработан экономический или организационно-правовой механизм, стимулирующий эту работу.

К сожалению, если рассматривать инновационное развитие сферы услуг ЖКХ, обслуживающей,

в том числе предприятия текстильной отрасли, то комплексного решения данной проблемы на сегодняшний момент не существует. Это связано с [1]:

– незавершенностью формирования рыночных отношений в сфере в силу системных причин:

– низкой эффективности управления,
– дотационности сферы,
– несовершенства тарифной политики,
– высоких затрат и отсутствия экономических стимулов снижения издержек, связанных с оказанием жилищно-коммунальных услуг,

– неразвитости конкурентной среды и договорных отношений,

– высокой степени износа основных фондов,

– низкой энерго- и ресурсоэффективности применяемых технологий,

– выборочной модернизацией предприятий сферы услуг жилищно-коммунального хозяйства преимущественно на территориях, имеющих относительно благоприятное финансирование отрасли,

– отсутствием эффективных механизмов развития сферы с учетом особенностей регионов, позволивших бы вывести ее из кризисного состояния.

Одним из путей повышения эффективности деятельности предприятий в сфере ЖКХ является внедрение различных инноваций как технологических, так и управленческих.

Внедрение инноваций в сфере ЖКХ наиболее характерно в производственный процесс, увязывающий функции собственника, управления и обслуживания. Данный производственный цикл представляет собой совокупность основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, целью которого является повышение устойчивости внутренней среды ЖКХ (табл. 1 – характеристика производственных процессов при коммунальном обеспечении и ресурсоснабжении объектов недвижимости) [1, с.44...45].

Наименование процесса	Характеристика производственного процесса	Виды работ
Основной	Обеспечивается (предоставляется) коммунальная услуга. Доводятся до потребителя материальные носители (газ, тепловая, электрическая энергия, вода) с определенными показателями качества	Услуги тепло -, электро-, газо-, водоснабжения и водоотведения
Вспомогательный	Создаются условия для нормального хода основных работ при предоставлении (производстве) ЖКХ (товаров)	Уборка, очистка, промывка, техническое обслуживание и текущий ремонт, погрузочно-разгрузочные работы
Обслуживающий	Создаются условия для нормального развития и функционирования основного и вспомогательного процессов	Создание коммунальной инфраструктуры (транспортных коммуникаций, инженерных сетей)

Результативность развития сферы ЖКХ за счет применения инноваций основывается на учете основных принципов эффективного функционирования и развития производственного процесса: специализации, непрерывности, параллельности, ритмичности, автоматизации.

Данные производственные принципы заложены в организационно-экономические подходы к формированию механизма инновационного развития предприятий сферы услуг ЖКХ, которые можно сгруппировать и представить в рамках следующих основных управленческих процессов: организация информационного обеспече-

ния; распределение функций между структурными подразделениями и должностными лицами на базе центров ответственности; установление новых функциональных обязанностей структурных подразделений по разработке и реализации стратегий инновационного развития; определение прав и ответственности руководителей и структурных подразделений по внедрению новых и улучшающих технологий.

Чтобы сформировать механизм инновационного развития предприятий сферы услуг ЖКХ, целесообразно инновации в сфере услуг ЖКХ разделить на три группы по уровню видов работ производственного процесса (рис. 1) [2].

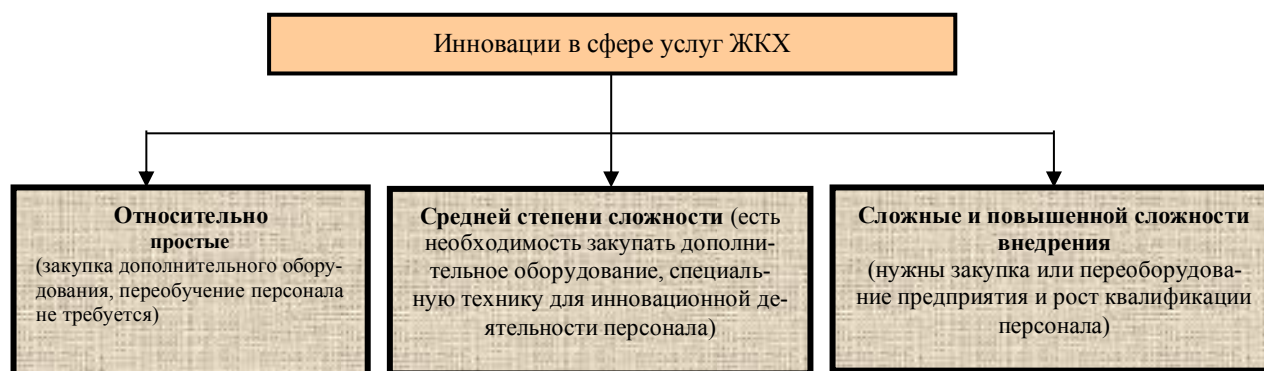


Рис. 1

Исходя из данной классификации, возможно применение инновационных решений различных направлений деятельности, имеющих различный стоимостной эквивалент в соответствии со стратегией инновационного развития предприятия.

Рассмотреть механизм инновационного развития предприятия можно в виде модели, использующей цикл Шухарта-Деминга, путем адаптации для условий сферы услуг ЖКХ. Наиболее важным в составе инновационных ее действий является меха-

низм усиления, который может использоваться при внедрении инновационных разработок в рамках управленческих решений, проведения ремонтно-восстановительных работ и различных иных мероприятий.

Эта модель показывает траекторию инновационного развития, так называемые петли взаимного усиления, которые создают эффект синергии, несмотря на ограничения, обусловленные сочетанием внутренних и внешних факторов рассматриваемой сферы деятельности [3].

Модель показывает взаимосвязь и увязку компонентов: новые технологии → (1); новое оборудование → (2); усиление требований к квалификации работников → (3); рост производительности труда → (4); повышение качества оказываемых услуг → (5); рост объемов продаж → (6); увеличение прибыли → (7); рост инвестиций → (8).

Действие инновационного мультипликатора определяет траекторию инновационного развития и показывает, как вырастает суммарный объем инновационной продукции при увеличении инвестиций в инновационный сектор экономики [4], [5].

Рассматривая механизм инновационного развития предприятий ЖКХ, выделяют три основных элемента:

- постановку целей и задач инновационного развития;
- выработку эффективных методов и средств достижения поставленных целей;
- подбор и организацию кадров, которые в состоянии решать поставленные перед ними задачи.

Последовательность формирования механизма инновационного развития предприятий сферы услуг ЖКХ позволяет классифицировать инновации и ее можно представить следующим образом в рамках нескольких основных этапов:

1) анализируется состояние инновационных процессов в предыдущем периоде, выработка рекомендаций;

2) разрабатывается конкурентоспособное инновационное поведение на предстоящий период, ставятся цели и задачи, которые далее согласуются с корпоративными планами развития;

3) исследуется инновационная активность в предыдущем периоде и оценивается современное состояние инновационной инфраструктуры;

4) формируются инновационные стратегии, согласуются по срокам, ресурсам и исполнителям;

5) определяется экономическая эффективность, осуществляется отбор и формирование портфеля инновационных проектов;

6) оценивается инновационный потенциал и обеспечивается на корпоративном уровне эффективное оперативное управление стратегиями инновационного развития;

7) проводятся анализ и контроль поставленных и достигнутых стратегических целей инновационного развития, выявляются отклонения [1].

Обнаруженные отклонения выражаются в реализуемых стратегиях инновационного развития.

Как отмечалось ранее, ЖКХ является социально значимой сферой экономики, в связи с чем необходимо, говоря об инновационном ее развитии, позволяющем повышение эффективности ресурсосбережения предприятий текстильной промышленности, создающих продукцию для различных социальных групп населения и их нужд, использующих технологические и управленческие инновации, опираться на поддержку государственных программ различного уровня финансирования.

В Воронежской области разработаны и внедряются программы поддержки ЖКХ по различным направлениям. Базовой среди них является Программа "Комплексное развитие систем коммунальной инфраструктуры городского округа город Воронеж на период 2010-2020 годов" [6].

Одной из основных целей Программы является формирование и реализация комплекса мероприятий по развитию систем коммунальной инфраструктуры, обеспечивающих потребности социально-экономического и промышленного развития городского округа город Воронеж на рассматриваемый период. Общий объем финансирования Программы составляет 97 629,90 млн. руб., из них 81% – средства бюджетов

различного уровня, 19% – средства инвесторов. Предполагается, что результатом вложенных инвестиций станет своевременное обеспечение качественными коммунальными ресурсами потребителей, улучшение экологической ситуации в г. Воронеже, в том числе за счет внедрения различных инновационных технологий, материалов, мероприятий.

Комплекс мероприятий Программы предусматривает разработку и широкое внедрение мер по стимулированию эффективного и рационального хозяйствования жилищно-коммунальных предприятий, максимального использования ими всех доступных ресурсов, включая собственные, для решения задач надежного и устойчивого обслуживания потребителей.

Среди них можно выделить мероприятия по энерго- и ресурсосбережению, повышению энергоэффективности.

Модернизация ветхих тепловых сетей. Главной целью мероприятия является снижение доли утечек и повышение качества теплоснабжения.

Физический износ тепловых сетей г. Воронежа составляет свыше 60%, средний процент утечек на данных сетях составляет около 25%. Необходимо отметить, что применение программно-целевого метода, используемого в Программе, обеспечит уход от ситуационного метода ремонта тепловых сетей и позволит перейти к планово-предупредительному ремонту.

Данное обстоятельство снизит размер затрат на ремонтные работы и уменьшит количество внештатных ситуаций на тепловых сетях. Производство работ по модернизации тепловых сетей уже осуществляется с применением современных материалов, оборудования и технологий. В данном случае основным критерием эффективности мероприятия является обеспечение бесперебойного и качественного теплоснабжения потребителей.

Установка асинхронных частотно-регулируемых электроприводов. Главной целью мероприятия является снижение износа оборудования и минимизация энергопотребления.

На сегодняшний день одним из негативных факторов, характеризующих положение дел в сфере услуг ЖКХ как Воронежской области, так других регионов Российской Федерации, является высокая аварийность и высокий уровень потребления энергоресурсов.

Для ликвидации данных недостатков необходимо применение оборудования, работающего на основе передовых технологий. Одним из наиболее рентабельно работающих приборов является асинхронный частотно-регулируемый электропривод, который представляет собой систему управления частотой вращения ротора асинхронного (синхронного) электродвигателя.

Кроме этого, применение асинхронных частотно-регулируемых электроприводов на объектах сферы услуг ЖКХ обеспечивает снижение износа оборудования до 20...30% и уменьшает энергопотребление до 30...40%.

Эти и ряд иных мероприятий позволяют использовать механизм инновационного развития в сфере ЖКХ с целью решения обозначенных в Программе задач.

В заключение хотелось отметить, что рассматриваемое инновационное развитие служит стимулом для экономического роста предприятий сферы услуг ЖКХ и создает предпосылки для освоения новых технологий, обеспечивает реализацию движущей силы экономического прогресса в сфере услуг ЖКХ, позволяющих промышленным предприятиям, в том числе текстильной промышленности, создавать продукцию с использованием энергосберегающего ресурса [7].

Несомненно, в современных условиях единственным выходом из сложившейся сложной ситуации в сфере ЖКХ является внедрение инновационных технологий, которые позволяли бы получать эффект от их применения, многократно превышающий, связанные с ними затраты. Подобные инновации необходимо внедрять не только в технологических процессах, которые повышали бы энергоэффективность процессов и серьезно снижали потери основных тепло-,

энергоносителей, участвующих в производственно-технологическом процессе, но и эффективно участвовали в схемах управления как отдельными предприятиями, так и всей сферы услуг ЖКХ в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мещерякова О.К. Основные направления формирования инновационно-инвестиционной привлекательности жилищно-коммунальной сферы. – Воронеж, 2012.

2. Мещерякова О.К. Эффективность привлечения частных инвестиций в сферу жилищно-коммунального хозяйства // Вестник Воронежского гос. ун-та. Серия: Экономика и управление. – 2011, № 1. С. 130...133.

3. Мещерякова О.К., Мищенко В.Я. Формирование факторного пространства инновационно-инвестиционной привлекательности сферы услуг ЖКХ. ФЭС // Финансы. Экономика. – 2014, №8. С.23...26.

4. Околева Э.Ю., Мещерякова О.К. Инвестиционные механизмы рынка недвижимости. Ипотека. – Воронеж, 2007.

5. Сироткина Н.В., Анисимов Ю.П. Индикативное управление инновационной средой современного бизнеса. – Воронеж: Воронежский ин-т инновационных систем, 2008.

6. Сайт программы Комплексное развитие систем коммунальной инфраструктуры городского округа город Воронеж на период 2010-2020 годов" [http://www.voronezh-city.ru/administration/normative_base/detail/6887].

7. Текущее состояние и перспективы развития легкой промышленности в России // Докл. XV Апр. Междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 1–4 апр. 2014 г. / В.В. Радаев (рук. исслед. кол.), В.Н. Данилина, З.В. Котельникова, Е.А. Назарбаева; Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики". – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014.

REFERENCES

1. Meshherjakova O.K. Osnovnye napravlenija formirovanija innovacionno-investicionnoj privlekatel'nosti zhilishhno-kommunal'noj sfery. – Voronezh, 2012.

2. Meshherjakova O.K. Jefferktivnost' privlechenija chastnyh investicij v sferu zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva // Vestnik Voronezhskogo gos. un-ta. Serija: Jekonomika i upravlenie. – 2011, № 1. S. 130...133.

3. Meshherjakova O.K., Mishhenko V.Ja. Formirovanie faktornogo prostranstva innovacionno-investicionnoj privlekatel'nosti sfery uslug ZhKH. FJeS // Finansy. Jekonomika. – 2014, №8. S.23...26.

4. Okolelova Je.Ju., Meshherjakova O.K. Investicionnye mehanizmy rynka nedvizhimosti. Ipoteka. – Voronezh, 2007.

5. Sirotkina N.V., Anisimov Ju.P. Indikativnoe upravlenie innovacionnoj sredoj sovremennogo biznesa. – Voronezh: Voronezhskij in-t innovacionnyh sistem, 2008.

6. Sajt programmy "Kompleksnoe razvitie sistem kommunal'noj infrastruktury gorodskogo okruga gorod Voronezh na period 2010-2020 godov" [http://www.voronezh-city.ru/administration/normative_base/detail/6887].

7. Tekushhee sostojanie i perspektivy razvitija legkoj promyshlennosti v Rossii // Dokl. XV Apr. Mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitija jekonomiki i obshhestva, Moskva, 1–4 apr. 2014 g. / V.V. Radaev (ruk. issled. kol.), V.N. Danilina, Z.V. Kotel'nikova, E.A. Nazarbaeva; Nac. issled. un-t "Vysshaja shkola jekonomiki". – M.: Izd. dom Vysshej shkoly jekonomiki, 2014.

Рекомендована кафедрой технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью Воронежского ГАСУ. Поступила 01.06.16.

**ИНДИКАТИВНЫЙ ПОДХОД
К ОЦЕНКЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОТРАСЛЕВОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В РЕГИОНЕ**

**INDICATIVE APPROACH
FOR ASSESSMENT OF SOCIAL AND ECONOMIC EFFECTIVENESS
OF INDUSTRY CLUSTERIZATION IN THE REGION**

Н.А. АНИСИМОВА, Н.Ю. РОМАНОВА, Н.В. ШАХОВА
N.A. ANISIMOVA, N.YU. ROMANOVA, N.V. SHAKHOVA

(Воронежский государственный технический университет,
Воронежский государственный педагогический университет)
(Voronezh State Technical University,
Voronezh State Pedagogical University)
E-mail: n.anisimova.vgasu@mail.ru

В статье обоснована необходимость учета социальных и экономических последствий кластеризации, и на основе анализа отечественного и зарубежного опыта предложен индикативный подход для оценки целесообразности и эффективности создания отраслевого кластера с точки зрения изменения уровня социально-экономического развития муниципального образования или региона.

The article justifies the necessity of consideration of social and economical effects of clusterization.

Ключевые слова: кластеризация, отраслевая кооперация, текстильный кластер, регион, эффективность, индикаторы уровня социально-экономического развития.

Keywords: clusterization, industrial cooperation, textile cluster, region, efficiency, indicators of socio-economic development.

В мировой и отечественной практике активное развитие кластеров является приоритетным направлением кооперации и эффективным направлением развития предпринимательской деятельности. В Декларации об укреплении экономического сотрудничества в Европе, принятой еще в 1997 г. и в Плане действий, детализирующем основные положения данного документа, формирование новых производственных систем на основе сетей и кластеров провозглашено в качестве одного из наиболее актуальных направлений развития отраслей и территорий. Это обусловлено тем, что кооперация инвесторов, производителей, поставщиков и других участников, связанных отношениями территориальной близости и

функциональной зависимости в сфере производства и реализации товаров и услуг, способствует гармонизации основных и вспомогательных технологических процессов и значительно расширяет границы сотрудничества со смежными отраслями. Эффективно кластеры функционируют в Германии, Италии, Австрии, Франции, Венгрии и других странах. Ключевыми факторами успеха являются: тесное сотрудничество промышленного сектора с научно-исследовательскими институтами, правильный выбор специализации кластеров, инициирование инновационных программ и формирование центров конкурентоспособности.

Мировая практика кластеризации свидетельствует о многообразии моделей и подходов к реализации процессов интеграции и кооперации. Так, в Италии основной формой интеграции предприятий являются индустриальные округа. Особенностью итальянской кластерной модели является объединение и гибкое сотрудничество предприятий любого масштаба, компактно расположенных на определенной территории. В составе индустриальных округов функционируют более 800 тыс. малых и средних предприятий. Достаточно успешно проведена кластеризация в текстильной отрасли. В результате доля текстильной промышленности в ВВП Италии выросла до 12%, в то время как в странах Европы и США она составляет в среднем 6...8% [2]. С высокой эффективностью функционирует текстильный кластер, в котором сосредоточено около 1300 фирм по выпуску швейного оборудования, пошиву одежды, дизайну, производству тканей различного качества, в том числе из кашемира и др. Значение данного кластера, расположенного в предгорьях Монблана, для развития всего альпийского региона трудно переоценить.

Процесс кластеризации в России имеет свои особенности. Он базируется на теории и практике экономического районирования, научно-методологические основы которого сформированы в середине XIX столетия. Основными принципами размещения хозяйства являются: экономический, максимального приближения к природным и сырьевым ресурсам, а также принцип рационального использования трудовых навыков населения. Идеи оптимального размещения отраслей народного хозяйства и производительных сил по территории страны осуществляются на практике достаточно успешно, чего нельзя сказать о процессах кластеризации. Вместе с тем, в "Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года" [4] и в Методических рекомендациях по реализации кластерной политики в субъектах Российской Федерации [5] кластер декларируется

как механизм перехода к инновационному технологическому и социальному развитию экономики региона.

Процесс кластеризации в России идет достаточно активно. В ряде отраслей имеются положительные примеры эффективной кооперации. К числу приоритетных отраслей и направлений деятельности относятся: нанотехнологии и производство наноматериалов (Ульяновская область, Санкт-Петербург, Томск, Дубна и Зеленоград Московской области); биотехнологии (Дубна Московской области, Саратовская область); приборостроение (Воронежская область, Иркутская область), а также биотехнологии, ресурсосберегающие технологии и др. [3, с. 147...155]. С другой стороны, в российской экономике достаточно много неудачных примеров механического объединения в региональные кластеры предприятий отрасли с соблюдением их финансовой и организационно-экономической самостоятельности. Причем административный ресурс, активизирующий процесс кластеризации в конкретном регионе, зачастую сильнее, чем внутриотраслевая заинтересованность потенциальных участников кластера к интеграции усилий и ресурсов. Скрытой целью участников процесса кластеризации чаще всего является привлечение дополнительных инвестиций, в том числе на *создание* объектов инженерной инфраструктуры, получение налоговых льгот, господдержки и прочих преференций.

Например, формирование текстильного кластера в Ивановской области на начальном этапе осуществлялось путем механического объединения предприятий отрасли, функционирующих в данном регионе. Основной задачей кластера являлось повышение эффективности деятельности предприятий данной отрасли, а активизация инвестиционных и рыночных процессов на определенной территории, снижение стоимости продукции, удовлетворение растущих потребностей рынка, создание новых рабочих мест, как основные цели создания кластера, оставались второстепенными.

Такая ситуация часто возникает при попытке объединения предприятий одной отрасли, привыкших конкурировать. Было очевидно, что такая структура может частично решить проблемы отдельных участников кластера, но на развитие социально-экономической сферы региона существенно не повлияет. Только активная позиция регионального правительства позволяет изменить ориентацию кластера на решение общих региональных проблем [8], [9]. И такая ситуация для российской экономики типична.

На сегодняшний день, очевидно, что, инициируя процессы кластеризации, необходимо наряду с решением отраслевых задач рассматривать в качестве приоритета повышение конкурентоспособности региона в целом.

По нашему мнению, при решении вопроса о целесообразности создания кластера, и особенно при субсидировании расходов по созданию инженерной инфраструктуры и софинансировании проекта из бюджетов разных уровней, необходима оценка влияния кластеризации на эффективность развития экономики и социальной сферы региона.

Следует отметить, что проблема обоснования целесообразности создания кластера в конкретных рыночных условиях и оценки влияния кластеризации на социально-экономические параметры развития региона с теоретической точки зрения недостаточно исследована. На практике при оценке целесообразности создания кластера используют стандартные методики расчета экономической эффективности инвестиционных проектов, а социальные последствия чаще всего не учитываются.

В зарубежной литературе предлагается ряд показателей, которые позволяют, с одной стороны, оценить целесообразность формирования кластера при определенном уровне агломерации в отрасли и степени монополизации в регионе, а с другой, – оценить влияние кластеризации на показатели эффективности функционирования отрасли [1].

На наш взгляд, заслуживают внимания два ключевых критерия оценки уровня производственной кооперации:

1) индекс Элиссона-Глайзера, характеризующий уровень агломерации на основе изменения уровня занятости:

$$G_{EGk} = \frac{\sum_i (S_{ki} - S_i)^2}{1 - \sum_i S_i^2}, \quad (1)$$

где k – вид деятельности (отрасль); i – регион или муниципальное образование ($i=1, \dots, m$); S_i – доля географического объекта i в уровне занятости в отрасли k ; (S_{ki}) – доля объекта i в общем уровне занятости региона S_i ;

2) индекс Херфиндаля-Хиршмана:

$$H_k = \sum_{f_k=1}^{F_k} R_{f_k}^2, \quad (2)$$

где R_{f_k} – доля рынка компании f в отрасли k ; F_k – общее число компаний на рынке [7].

Приведенные показатели позволяют оценить предпосылки кооперации и уровень монополизированности и могут быть использованы для диагностики возможности создания кластера в конкретной отрасли. Акцент, сделанный в данных формулах на уровне занятости и охвате рынка, дает основание предложить к использованию комплексную систему показателей, позволяющих определить уровень концентрации производства, увеличение объемов выпуска продукции предприятиями отрасли, а также оценить изменение уровня социально-экономического развития региона, бюджетную эффективность и социальные последствия кластеризации.

Для оценки эффективности отраслевой кластеризации в регионе по разработанной системе показателей предлагается индикативный подход, который основан на сопоставлении реальных показателей развития региона с целевыми индикаторами, задаваемыми изначально на момент планирования в соответствии с главной целью развития территории. Индикативный подход широко применяется при оценке эффективности системы регионального управления. На наш взгляд, применительно к рыночным процессам, происходящим при кластеризации, использование индикативного подхода представляется возможным, так как

задаваемый уровень развития региона является основанием для бюджетной поддержки инвестиционных проектов, в том числе реализуемых в рамках государственных программ развития социальной и инженерной инфраструктуры регионов. Кроме того, индикативный подход целесообразно применять в связи с тем, что значения всех показателей нельзя оценить в совокупности, а их сравнение с рекомендуемыми индикаторами социально-экономического развития региона позволяет получить комплексную оценку.

В соответствии с исследованиями, проведенными авторами, в том числе опубликованной ранее системой критериев, дополняющих перечень базовых показателей, рекомендованных методическими документами по комплексной оценке уровня социально-экономического развития муниципальных районов и городских округов [6], предлагается следующая система показателей оценки социально-экономической эффективности отраслевой кластеризации в регионе (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Группа показателей	Перечень показателей оценки эффективности кластеризации	Соответствие показателей рекомендуемым индикаторам социально-экономического развития региона
I. Показатели экономического развития региона	<ul style="list-style-type: none"> - прирост валового регионального продукта; - рост объемов производства продукции производственного и непроизводственного назначения; - увеличение объема услуг, предоставляемых населению и иным потребителям; - увеличение объемов производства продукции и услуг на душу населения; - расширение номенклатуры производимой продукции или услуг; - наращивание производственных мощностей и концентрация основных средств в регионе (в том числе в развитие инженерной инфраструктуры); - увеличение объемов производства инновационной продукции; - развитие собственной сырьевой базы 	<ul style="list-style-type: none"> - прирост объема реального валового регионального продукта (ВРП); - степень развития в регионе производственной и инженерной инфраструктуры; - прирост объемов отгруженных товаров и услуг собственного производства по отраслям и видам экономической деятельности; - прирост производства основных видов продукции на душу населения; - степень развития в регионе рыночной инфраструктуры; - фактическая степень диверсификации структуры региональной экономики; - обеспеченность важнейшими видами минерально-сырьевых, топливно-энергетических и природных ресурсов
II. Показатели инвестиционной активности	<ul style="list-style-type: none"> - прирост общего объема инвестиций в экономику региона (в том числе иностранных); - прирост инвестиций в экономику соответствующей отрасли; - прирост инвестиций в создание инженерной инфраструктуры; - прирост инвестиций в основной капитал; - прирост инвестиций в строительство жилья и объектов социального назначения; - объем инвестиций в развитие высокотехнологичных отраслей и создание инновационной продукции; - число проектов, реализованных в рамках государственных целевых программ 	<ul style="list-style-type: none"> - объем инвестиций в экономику региона; - инвестиции в жилищное строительство; - инвестиции в промышленность и сельское хозяйство; - инвестиции в развитие высокотехнологичных отраслей, информационных и коммуникационных услуг; - объем иностранных инвестиций, поступивших в экономику региона; - уровень инвестирования инновационной деятельности; - степень активности областных властей и экономически активного населения в повышении инвестиционной привлекательности
III. Показатели социальной эффективности	<ul style="list-style-type: none"> - создание новых рабочих мест; - повышение уровня занятости; - рост заработной платы наемных работников в отрасли; - создание объектов социальной и коммунальной инфраструктуры; - увеличение объема (повышение уровня качества) медицинских, образовательных, коммунальных, бытовых, торговых и иных услуг населению; - решение экологических проблем региона; - повышение уровня использования культурно-исторического и рекреационного потенциала территории 	<ul style="list-style-type: none"> - степень развития в регионе социальной инфраструктуры; - развитие сферы обслуживания, повышение объема и качества услуг; - уровень и качество жизни населения; - реальные располагаемые доходы населения; - среднедушевой денежный доход; - оплата труда наемных работников (включая скрытую); - среднедушевой прожиточный минимум; - общий уровень безработицы (по методологии МОТ); - обеспеченность региона квалифицированными трудовыми ресурсами с учетом сравнительной стоимости рабочих мест

IV. Показатели бюджетной эффективности	<ul style="list-style-type: none"> - увеличение налоговых поступлений от предприятий-участников кластера в бюджеты разных уровней; - увеличение налоговых поступлений от физических лиц (в том числе НДФЛ) в бюджеты разных уровней; - снижение нагрузки на бюджет в части реализации мер социальной защиты (в том числе за счет увеличения размера заработной платы, повышения занятости населения региона и др.); - экономия бюджетных средств на ремонт и содержание объектов федеральной и муниципальной собственности, реализацию мероприятий экологического, природоохранного и иного характера 	<ul style="list-style-type: none"> - увеличение налоговых и иных поступлений в бюджет за счет реализации инвестиционных программ в предпринимательской сфере; - повышение уровня целевого использования бюджетных средств; - объем финансирования государственных программ, в том числе софинансирование программ развития социальной и инженерной инфраструктуры в регионе
--	---	--

Таким образом, европейский и мировой опыт функционирования кластеров свидетельствует о том, что экономика региона получает значительный импульс развития в тех случаях, когда правильно реализуются основные принципы кластерной политики. С точки зрения авторов, целесообразна комплексная оценка показателей, изменяющихся при создании кластера в конкретном муниципальном образовании или регионе. Применение предлагаемых показателей позволит принимать решение о целесообразности кластеризации, диагностировать наличие кластера в отрасли, проектировать его технологическую структуру, а также проводить оценку эффективности с точки зрения не только конкретной отрасли, но и уровня социально-экономического развития муниципального образования и региона в целом. Следует отметить, что при создании кластера в конкретной отрасли состав показателей может корректироваться. Например, в случае создания кластера в текстильной отрасли социальная эффективность может не оцениваться по увеличению объема и качеству предоставляемых населению услуг. Вместе с тем, целесообразно оценивать повышение социальной стабильности в регионе в связи с ростом занятости и импортозамещение на рынке соответствующей продукции, способствующее сохранению имиджа региона, исторически сложившегося в связи с его отраслевой специализацией.

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа зарубежных научных подходов и практики функционирования кластеров обоснована необходимость оценки влияния процессов отраслевой кластеризации на социально-экономические показатели развития муниципального образования или региона в целом.

2. Предложен индикативный подход к оценке социально-экономических последствий кластеризации для региона, позволяющий путем сравнения с рекомендуемыми индикаторами определять эффективность функционирования кластера в соответствующей отрасли.

3. Разработана система показателей оценки социально-экономической эффективности отраслевой кластеризации, позволяющих в рамках индикативного подхода определить повышение инвестиционной активности и изменение уровня социально-экономического развития региона при создании кластеров с определенной структурой и технологической специализацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алешникова В.И., Калашиников Д.И.* Кластерная политика региона. – Воронеж: АОНО ВПО "Институт менеджмента, маркетинга и финансов", 2012.
2. *Анисимова Н.А., Анисимов С.М.* Методический подход к оценке социально-экономической эффективности кластерных инвестиционных проектов // *Мат. Междунар. научн.-практич. конф.: Экономика, управление, финансы*, г. Киев, 20 декабря 2013 г.

/ Науч.-инф. издат. Центр на базе Ассоциации студентов и преподавателей "Экономист" – Киев: Изд-во 2013.

3. Инновационные кластеры nanoиндустрии / Г.Л. Азоев [и др.]; под. ред. Г.Л. Азоева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 296с.

4. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.

5. Методические рекомендации по реализации кластерной политики в субъектах Российской Федерации, принятые Министерством экономического развития Российской Федерации, рекомендованные Минэкономразвития РФ от 26 декабря 2008 года № 20615-АК/Д19.

6. Романова Н.Ю., Серебрякова И. А. Обоснование и реализация инвестиционных проектов в рамках государственных программ развития региона // Вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Экономика и предпринимательство. – 2015. Вып №1 (13). С.130...135.

7. Bertinelli L., Decrop J. Geographical Agglomeration: the Case of Belgian Manufacturing Industry // Federal Planning Bureau Economic analyses and forecasts. –№ 14-02, 2002.

8. www.cluster36.ru/News/News/6557.

9. ivgazeta.ru.>read/8056

REFERENCES

1. Aleshnikova V.I., Kalashnikov D.I. Klaster-naja politika regiona. – Voronezh: AONO VPO "Institut menedzhmenta, marketinga i finansov", 2012.

2. Anisimova N.A., Anisimov S.M. Metodiches-kij podhod k ocenke social'no-jekonomicheskoj jeffektivnosti klasternyh investicionnyh projektov // Mat. Mezhdunar. nauchn.-praktich. konf.: Jekonomika, upravlenie, finansy, g. Kiev, 20 dekabnja 2013 g. / Nauch.-inf. izdat. Centr na baze Associacii studentov i prepodavatelej "Jekonomist" – Kiev: Izd-vo 2013.

3. Innovacionnye klasteri nanoindustrii / G.L. Azoev [i dr.]; pod. red. G.L. Azoeva. – М.: BINOM. Laboratorija znaniy, 2012. – 296s.

4. Konceptija dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda, Utverzhdena rasporyjazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 17 nojabrja 2008 g. № 1662-r.

5. Metodicheskie rekomendacii po realizacii klasternoj politiki v sub"ektah Rossijskoj Federacii, prinjatye Ministerstvom jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii, rekomendovannye Minjekonomrazvitija RF ot 26 dekabrja 2008 goda № 20615-AK/D19.

6. Romanova N.Ju., Serebrjakova I. A. Obosnovanie i realizacija investicionnyh projektov v ramkah gosudarstvennyh programm razvitija regiona // Vestnik Voronezhskogo GASU. Serija: Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2015. Vyp №1 (13). S.130...135.

7. Bertinelli L., Decrop J. Geographical Agglomeration: the Case of Belgian Manufacturing Industry // Federal Planning Bureau Economic analyses and forecasts. –№ 14-02, 2002.

8. www.cluster36.ru/News/News/6557.

9. ivgazeta.ru.>read/8056

Рекомендована кафедрой экономики и основ предпринимательства. Поступила 01.06.16.

УДК 658.562

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

DYNAMIC MODEL OF FORECASTING OF DEVELOPMENT OF THE INNOVATIVE PROJECT

П.Г. ГРАБОВЫЙ, Э.Ю. ОКОЛЕЛОВА, Н.И. ТРУХИНА
P.G. GRABOVYY, E.YU. OKOLELOVA, N.I. TRUKHINA

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет)
(Voronezh State University of Architecture and Construction)

E-mail: zam@mgsu.ru; Ella_ok16@mail.ru

В статье рассмотрены методы прогнозирования развития инновационного проекта в условиях неопределенности и рисков. Построена динамическая модель прогнозирования возможной реализации инновационного проекта на основе оценки энтропии внешних факторов.

In the article methods of forecasting of development of innovative projects in conditions of uncertainty and risk. The dynamic model forecasting the possible implementation of an innovative project based on the evaluation of the entropy of the external factors.

Ключевые слова: инновационный проект, модель прогнозирования, динамическая система, управляющие параметры, риски.

Keywords: innovative project, the prediction model, dynamic system, control parameters, risks.

Развитие и внедрение инноваций в производство всех сфер деятельности – процесс сложный и неоднозначный. С одной стороны, инновации, бесспорно, призваны повышать технический и экономический потенциал производства, способствовать его динамичному развитию и совершенствованию. С другой стороны, любые инновации – это, прежде всего, риск. Оценить эффективность инноваций порой бывает весьма сложно. Инновационные продукты, как правило, не имеют длительной истории на рынке, в ряде случаев статистика ограничивается апробацией на незначительном сегменте рынка. Возникает необходимость анализа инновационных проектов в условиях рисков и неопределенности внешней среды.

Инновационный проект как экономическая система характеризуется входными параметрами: начальные вложения, величина ставки дисконтирования, ожидаемая доходность проекта. Реализация проекта и его дальнейшая эксплуатация – это есть преобразование начальных параметров с учетом временного фактора, а также под влиянием внешних и внутренних воздействий активной среды. Выходные параметры характеризуются величиной полученной прибыли от реализации проекта за некоторый период времени.

Рассмотрим математическую модель, описывающую эволюцию процесса на отрезке времени $T=[0, t^*]$:

$$\begin{cases} \frac{dX(t)}{dt} = S(X, \alpha, t), & 0 < t < t^*, \\ X(0) = X_0, \end{cases} \quad (1)$$

где $X(t)$ – n -мерная вектор-функция (или вектор состояния); $\alpha \in R^m$ – вектор параметров, не зависящий от времени t ; S – n -мерная вектор-функция, удовлетворяющая условиям теоремы существования и единственности решения задачи Коши (1); X_0 – начальное значение вектора состояния $X(t)$.

Уравнение (1) предполагает, что скорость изменения состояния в любой момент времени определена его текущим состоянием в этот момент времени и состоянием параметра α . Переходя к экономическим категориям, можно принять, что вектор-функция S представляет собой доходность инвестиционного объекта. Параметр α характеризует внешне-экономические факторы, определяющие величину доходности и связанные с неопределенностью ситуации, а следовательно, с риском. Вектор состояния $X(t)$ является показателем величины реальных поступлений от реализации проекта в фиксированный момент времени.

Рассмотрим экономическую задачу анализа эффективности инновационных проектов в физической постановке. Начало реализации и последующая эксплуатация проекта характеризуется наличием доходов в единицу времени, величина которых может существенно различаться в заданном интервале времени. Величина накопленной суммы доходов есть возрастающая функция:

$$S = \sum_{i=1}^n P_i, \quad (2)$$

где S – накопленная сумма поступлений, д.ед.; P_i – поступления (или величина

дохода) от реализации проекта в единицу времени, д.ед.; n – число периодов.

Можно представить величину S как траекторию случайного процесса при различных реализациях. Величина P_i представляет собой дисконтированный показатель, величина S есть чистая приведенная стоимость проекта. Таким образом, инновационный проект представлен как случайная функция от двух случайных параметров – величины поступлений P_i и ставки дисконтирования g . Рассмотрим динамическую систему, которая позволит получить модель инновационного проекта. В качестве такой системы выберем движение точки на плоскости при наличии постоянного ускорения \vec{g} . Пусть начальная скорость точки равна \vec{v}_0 , и она перпендикулярна ускорению. Тогда траектория движения представляет собой ветвь параболы. Если представить инновационный проект как некую динамическую систему, то график функции $F=S(t)$ является аналогом траектории движения точки с начальной скоростью (рис. 1 – динамические модели: а) – движения материальной точки; б) накопления доходов инновационного проекта).

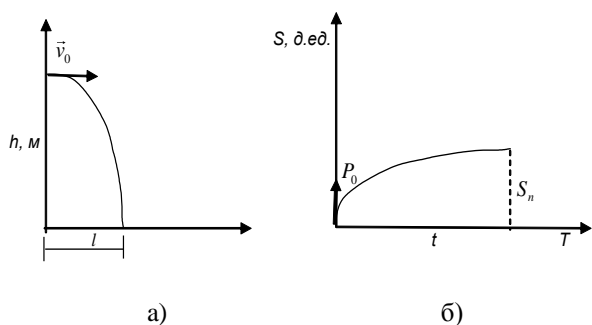


Рис. 1

Инновационный проект начинает приносить доход в силу выпуска и реализации продукции, то есть экономическая система получает "начальную скорость", которая является результатом совокупности величины инвестиционных вложений, наличие производственного цикла, реализации продукции и т.д. Определим экономические аналоги динамических величин. Начало реализации

проекта представлено некоторым поступлением доходов P , которые могут меняться с течением времени. На ранней стадии реализации при успешном инвестиционном решении будет наблюдаться рост доходов. Проводя аналогию между движением точки и экономической системой, можно принять величину денежных поступлений за аналог физической скорости. Траектория – это функция $S(t)$ суммы приведенных денежных потоков. Асимптота функции $S(t)$ есть предельная величина суммы платежей [2].

Проводя аналогию, получим, что величина l – это величина суммы S_n , величина h – это аналог времени реализации проекта t , по истечении которого инвестор получит суммарный объем прибыли S . Решая задачу в физических параметрах, получим следующее:

$$x = x_0 + v_{0x}t; y = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}, \quad (3)$$

где v_{0x}, v_{0y} – проекции начальной скорости на оси координат. При начальных условиях $x_0=0; y_0=0; v_{0x}=v_0$ и $v_{0y}=0$ в момент приземления точки (рис. 1) $y=-h$, дальность полета $l=x$. Преобразуя выражение (3), получим:

$$l = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (4)$$

В модели движения остался только один параметр, не получивший экономического аналога – ускорение свободного падения g . Под его воздействием траектория движения тела приближается к вертикальной асимптоте. В движении экономической системы это параметр, не позволяющий бесконечно возрастать приведенной сумме платежей, то есть ставка дисконтирования [3]. Таким образом, физическая модель дает аналог динамической экономической системы:

$$S_n = P \sqrt{\frac{2t}{(1+r)}}, \quad (5)$$

где S_n – приведенная сумма, д.ед.; P – величина платежа, д.ед. за период времени; t – период времени, лет; r – ставка дисконтирования, % в год.

Реальные условия предполагают, что величина платежа P зависит от времени, следовательно, ее можно представить как функцию $P(t)$. Ставка дисконтирования также является параметром, зависящим от времени, который можно записать в виде $r(t)$. Тогда, формула (5) примет вид [2]:

$$S(t) = P(t) \sqrt{\frac{2t}{[1+r(t)]}}. \quad (6)$$

Следующий шаг связан с описанием качественного поведения системы в зависимости от внешних управляющих параметров. Определим инновационный проект как экономическую систему, являющуюся динамической и диссипативной, так как возможны "потери энергии" в силу наличия внешних воздействий. В экономическом смысле эти потери могут произойти вследствие неточности прогнозов, изменения конъюнктуры рынка, инфляции и т.д. [4].

Рассмотрим эволюционное уравнение системы:

$$\ddot{x} = F(x, \mu) = -\frac{\partial U(x, \mu)}{\partial x}, \quad (7)$$

где μ – управляющий параметр; x – координата точки; $F(x, \mu)$ – сила, соответствующая потенциалу $U(x, \mu)$ с изолированными минимумами в точках $x = x_1$ и $x = x_2$, соответствующими устойчивым состояниям равновесия системы. В силу свойств непрерывных функций ($U(x)$ дифференцируема) обязательно найдется точка x_3 на интервале (x_1, x_2) , в которой система может находиться в состоянии неустойчивого равновесия – это точка максимума функции $U(x)$. Если других особых точек нет, то заданием точек x_1, x_2 и x_3 полностью исчерпано качественное описание динамической системы при фиксированном управляющем параметре μ , так как при $x \in (-\infty, x_1) \cup (x_2, x_3)$ потенциал $U(x)$ убывает, при $x \in (x_1, x_2) \cup (x_3, \infty)$

потенциал возрастает. Чем меньше сопротивление среды (или потенциал поля), тем больше скорость движения материальной точки. Движение описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \ddot{x} = -\gamma \dot{x}, \\ \ddot{y} = -g. \end{cases} \quad (8)$$

Решая систему дифференциальных уравнений:

$$y = y_0 - \frac{gt^2}{2} = h - \frac{gt^2}{2},$$

$$\frac{d\dot{x}}{dt} = -\gamma \dot{x},$$

$$\int \frac{d\dot{x}}{\dot{x}} = -\int \gamma dt, \ln \dot{x} = -\gamma t + C,$$

$$\dot{x} = \dot{x}_0 e^{-\gamma t} = v_0 e^{-\gamma t},$$

$$x(t) = \int v_0 e^{-\gamma t} dt = v_0 \left(-\frac{e^{-\gamma t}}{\gamma} \right) \Big|_0^t = \frac{v_0}{\gamma} (1 - e^{-\gamma t}),$$

получим

$$\begin{cases} y = y_0 - \frac{gt^2}{2}, \\ x = \frac{v_0}{\gamma} (1 - e^{-\gamma t}). \end{cases} \quad (9)$$

В такой постановке задачи появляется вертикальная асимптота (предельное значение) $x(\infty) = \frac{v_0}{\gamma}$, обязанная введению диссипации в виде силы $f = -\gamma \dot{x}$.

Смена одних устойчивых состояний другими при изменении управляющих параметров вызывает последовательность фазовых переходов динамической системы от одних режимов к другим в точке бифуркации. Если при изменении управляющего параметра μ происходят лишь изменения положения особых точек, но особые точки не исчезают, и новые не возникают, то с качественной стороны поведение системы при различных значениях параметра не меняется, то есть фазовые портреты систем оказываются топологически эквивалентными.

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа методов оценки инновационного проекта установлено, что погрешность динамического моделирования значительно меньше, чем модели прямого дисконтирования денежных потоков.

2. Применение модели не требует точного прогнозирования величины платежей за отдельные периоды, достаточно определить некоторую среднюю величину дохода при выходе проекта на запланированную мощность. При относительной простоте расчетов модель дает более широкие возможности оценки рисков проекта и позволяет с большей вероятностью прогнозировать различные варианты реализации проекта.

3. Получена модель построения прогноза развития инновационного проекта как динамической системы, которая учитывает вариативность доходности проекта в условиях рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Катица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.* Синергетика и прогнозы будущего. – Изд. 3-е. – М.: Эдиториал УРСС, 2003.

2. *Околелова Э.Ю.* Методы оценки и прогнозирования инвестиционных процессов рынка коммерческой недвижимости: Дис....докт. техн. наук. – Воронеж, 2008.

3. *Околелова Э.Ю.* Оценка инвестиционного проекта как сингулярно возмущенной динамической системы // Мат. II Междунар. практич. Интернет-конференции, 15 декабря 2010 - 15 февраля 2011г. / Под ред. Л.Ю. Богачковой, В.В. Давниса; Волгоград. Гос. ун-т. – Воронеж: Изд-во ЦНТИ, 2010. С. 90...95.

4. *Трухина Н.И., Околелова Э.Ю., Корницкая О.В.* Стратегия развития инновационной деятельности строительного предприятия // Сб. мат. Междунар. научн. конф.: Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: теория и практика (РИНЦ), г. Москва, 26-28 июня. – 2014. С.157...161.

5. *Мищенко В.Я., Горбанева Е.П.* Анализ современного состояния жилищного фонда и инженерной инфраструктуры Воронежской области // Изв. Тульского гос. ун-та. Серия: Строительство, архитектура и реставрация. – 2006, № 9. С. 229...235.

6. *Матренинский С.И., Мищенко В.Я., Спивак И.Е., Зубенко К.Ю.* Методологический подход к оценке морального износа территорий массовой жилой застройки // Промышленное и гражданское строительство. – 2008, № 11. С. 59...62.

7. *Хрусталева Б.Б., Пучков И.В., Артамонова Ю.С., Мищенко В.Я.* Методика расчета инновационного потенциала предприятий регионального строительного комплекса // Научный вестник Воронежского гос. архитектур.-строит. ун-та. Серия: Строительство и архитектура. – 2008, № 3. С. 72...76.

REFERENCES

1. Kapica S.P., Kurdjumov S.P., Malineckij G.G. Sinergetika i prognozy budushhego. – Izd. 3-e. – M.: Jeditorial URSS, 2003.

2. Okolelova Je.Ju. Metody ocenki i prognozirovanija investicionnyh processov rynka kommercheskoj nedvizhimosti: Dis....dokt. tehn. nauk. – Voronezh, 2008.

3. Okolelova Je.Ju. Ocenka investicionnogo proekta kak singuljarno vozmushhennoj dinamicheskoj sistemy // Mat. II Mezhdunar. praktich. Internet-konferencii, 15 dekabrja 2010 - 15 fevralja 2011g. / Pod red. L.Ju. Bogachkovej, V.V. Davnisa; Volgograd. Gos. un-t. – Voronezh: Izd-vo CNTI, 2010. S. 90...95.

4. Truhina N.I., Okolelova Je.Ju., Kornickaja O.V. Strategija razvitija innovacionnoj dejatel'nosti stroitel'nogo predprijatija // Sб. mat. Mezhdunar. nauchn. konf.: Jekonomika, organizacija i upravlenie predprijatijami, otrasljami, kompleksami: teorija i praktika (RINC), g. Moskva, 26-28 ijunja. – 2014. S.157...161.

5. Mishhenko V.Ja., Gorbaneva E.P. Analiz sovremennogo sostojanija zhilishhnogo fonda i inzhenernoj infrastruktury Voronezhskoj oblasti // Izv. Tul'skogo gos. un-ta. Serija: Stroitel'stvo, arhitektura i restavracija. – 2006, № 9. S. 229...235.

6. Matreninskij S.I., Mishhenko V.Ja., Spivak I.E., Zubenko K.Ju. Metodologicheskij podhod k ocenke moral'nogo iznosa territorij massovoj zhiljoj zastrojki // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2008, №11. S. 59...62.

7. Hrustalev B.B., Puchkov I.V., Artamonova Ju.S., Mishhenko V.Ja. Metodika rascheta innovacionnogo potenciala predpriyatij regional'nogo stroitel'nogo kompleksa // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gos. arhitekt.-stroit. un-ta. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura. – 2008, № 3. S. 72...76.

Рекомендована кафедрой кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии. Поступила 01.06.16.

УДК 677.46.494:687.02

**РАЗРАБОТКА МНОГОСЛОЙНОГО
ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕГО ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

**CREATION OF A MULTILAYER
ELECTRICALLY CONDUCTIVE TEXTILE MATERIAL**

В.И. БЕСШАПОШНИКОВА, И.Н. ЖАГРИНА, Л.А. ЛИПАТОВА, Е.Д. ЗМЕЕВА
V.I. BESSHAPOSHNIKOVA, I.N. JAGRINA, L.A. LIPATOVA, E.D. ZMEEVA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: vibesvi@yandex.ru

Разработан способ получения многослойного электропроводящего текстильного материала, обеспечивающий быстрый нагрев поверхности материала до 28...45°C и надежное закрепление электропроводящего слоя в структуре материала. Выявленная взаимосвязь структуры и свойств позволяет управлять процессом проектирования таких материалов с учетом их назначения и требований потребителя и выпускать разной ширины 20...60 см и поверхностной плотности 140...250 г/м².

A method for producing an electroconductive laminate textile material that heats the surface of the material to 28...45° C for 1 minute was developed, reliable fastening of the electroconductive layer in the material structure was also created. Identification of patterns allows to manage the process of designing such materials due to their purpose and requirements of the consumer, and to produce different widths from 20 to 60 cm with the surface density from 140 to 250 g/m².

Ключевые слова: метод, электропроводящий, углеродная ткань, нагреваемый слой, текстильные материалы.

Keywords: method, electroconductive, carbon fiber, heating layer, textile materials.

Ассортимент современных текстильных материалов должен отвечать требованиям времени и потребителей: обладать специфическими свойствами, уметь приспособли-

ваться к изменяющимся условиям эксплуатации, обеспечивать комфорт пододежного пространства, работоспособность и хорошее самочувствие человека, быть легким и

надежным. Такие материалы получили название "умный", "интеллектуальный" текстиль. Для решения столь сложной задачи перспективным является создание многослойных и многокомпонентных структур [1].

Этот подход лежит и в основе разработок терморегулируемых систем материалов.

Анализ литературных данных позволил разделить известные способы терморегуляции материалов и изделий условно на три направления:

- разработка токопроводящих эластичных композиционных текстильных материалов за счет напыления металла на нить, текстильную или пленочную основу, а также за счет использования электропроводящих углеродсодержащих элементов в виде углеродной нити, или текстильной основы, содержащей напыленный углерод [2...7];

- разработка систем материалов, способных изменять теплопроводность в зависимости от температуры окружающей среды, за счет того, что теплоотражающие элементы отражают тепло от тела человека вовнутрь пододежного пространства, а теплопроводящие элементы за счет высокой теплопроводности отводят излишек тепла,

создавая комфорт пододежного пространства [8], [9];

- создание терморегулируемых материалов с использованием в качестве наполнителя фазопереходных веществ, способных при переходе из одного фазового состояния в другое поглощать и выделять тепло, подерживая таким образом микроклимат пододежного пространства [10...16].

В связи с актуальностью развития ассортимента терморегулируемых материалов нами проводились исследования по созданию материалов, позволяющих управлять комфортом пододежного пространства теплозащитной одежды и других изделий бытового и технического назначения, предназначенных для защиты от холода.

Целью данных исследований является разработка способа получения электропроводящего обогревающего текстильного материала, исследование взаимосвязи структуры и свойств разработанных материалов и определение области их применения.

В работе в качестве электропроводящего элемента терморегулируемого слоя использовали углеродную нить УРАЛ (ТУ 6-12-31-717-90). Показатели свойств углеродных нитей представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели	Обозначение углеродной нити		
	Н-205	Н-400	Н-800
Линейная плотность нити, текс	205	400	800
Сопротивление, Ом/м ($\pm 15\%$)	240	120	60
Удельное электрическое сопротивление, $\cdot 10^{-5}$ Ом·м	7...12	5...10	0,7...1,0
Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)	1,0	0,9	0,9
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс, не менее	24	24	22
Удлинение при разрыве, %, не менее	0,5	0,5	0,5

Для формирования структуры терморегулируемого слоя в качестве основного электроизоляционного слоя (текстильной основы) использовали ткани арт. 210 (100% Хл) или поликоттон (50% ПЭФ 50%Хл) поверхностной плотностью 110 г/м², устойчивые к многократным изменениям температуры, прочные и легкие. В качестве второго (покрывного) электроизоляционного слоя использовали термоклеевой прокладочный материал флизелин клеевой G405 или арт. 56650 (100% ПЭФ) поверхностной плотностью

65 г/м² или дублерин клеевой арт. 514 (100% Хл) поверхностной плотностью 125 г/м².

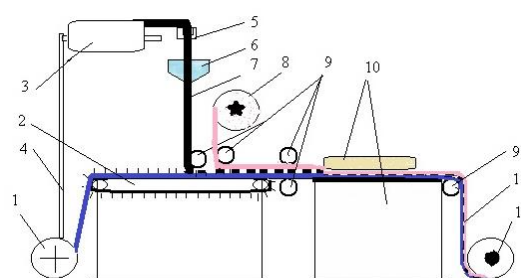


Рис. 1

Формирование структуры многослойного электропроводящего обогревающего материала осуществляли следующим образом (рис. 1 – схема получения многослойного электропроводящего текстильного материала): текстильная основа 1 подается на кардоленту с иглами 2. Электропроводящий слой 7 с бобины 3, установленной в бобинодержатель 4, через направляющее устройство 5 подается на нитеукладчик 6, который укладывает углеродную нить между иглами кардоленты на текстильную основу 1. Покрывной тканый или нетканый текстильный материал с клеевым покрытием 8, огибая направляющий ролик 9, подается в зону формирования структуры многослойного материала и накрывает уложенный электропроводящий слой. Сформированный таким образом пакет материалов, проходя между направляющими роликами 9, поступает на каландр или пресс проходного типа, например, модель QUICK MINI PRESS NHJ-J500. На прессе под давлением и температурой происходит соединение слоев текстильных материалов клеевым термопластичным полимером. При этом электропроводящий слой прочно фиксируется между двумя текстильными диэлектриками, образуя структуру многослойного электропроводящего текстильного материала. Температура и давление выбираются по традиционной схеме с

учетом теплостойкости текстильных материалов и температуры плавления клея [17]. Готовый многослойный электропроводящий текстильный материал (МЭТМ) 11 по направляющему ролику 9 наматывается на приемный вал готовой продукции 12. Таким образом, способ получения МЭТМ достаточно прост и экономичен по сравнению с известными способами [2...8], не требует больших площадей и может быть организован как на текстильном, так и на швейном производстве. Способ позволяет получать МЭТМ разной ширины от 20 до 60 см и поверхностной плотностью от 140 до 250 г/м².

Исследовали влияние способа укладки и линейной плотности электропроводящего элемента, а также напряжения и времени электропитания на проявление электро- и теплофизических свойств разработанного МЭТМ. Исследовали 2 способа укладки углеродной нити: 1-й способ структура типа А – расположение углеродной нити "синусоидально", варьируя расстояние между рядами h от 5 до 50 мм; 2-й способ структура типа В – наложение отрезков углеродной нити друг на друга с образованием квадратных ячеек размером от 10×10 до 50×50 мм.

Кодирование, показатели свойств и структуры исследуемых образцов представлены в табл. 2 – показатели структуры и свойств исследуемых образцов МЭТМ.

Т а б л и ц а 2

Расположение углеродного волокна в структуре МЭТМ	Обозначение проб МЭТМ	Линейная плотность углеродной нити T, текс	Расстояние между рядами углеродной нити h, мм	Сопротивление R, Ом, при 100 Гц
Тип А	Образец №1	H-400	50	1,35
	Образец №2	H-400	20	1,57
	Образец №3	H-400	5	2,14
	Образец №4	H-400	10	1,91
	Образец №5	H-205	10	2,77
	Образец №6	H-800	10	0,84
Тип В	Образец №7	H-400	50×50	0,36/0,29 *
	Образец №8	H-800	20×20	0,29/0,17
	Образец №9	H-400	20×20	0,84/0,93

П р и м е ч а н и е. * В числителе – данные вдоль, в знаменателе – поперек полотна.

Из данных табл. 2 видно, что сопротивление электропроводящего слоя зависит от структуры МЭТМ. В образцах структуры типа А с углеродной нитью Н-400 с увеличением расстояния между рядами от 5 до 50 мм сопротивление снижается с 2,14 до 1,35 Ом (образцы 1...4). С увеличением толщины углеродной нити при одинаковой длине сопротивление снижается с 2,77 до 0,4 Ом (образцы 4...6). В образцах структуры типа В отмечается такая же закономерность. Разные показатели сопротивления одинаковых нитей в долевом и поперечном направлениях ячеек обусловлены неоднородностью структуры углеродной нити, что согласуется с известными данными [18].

Учитывая, что если сила тока одна и та же на всем протяжении электрической цепи, то в любом выбранном участке будет выделяться тепла тем больше, чем выше сопротивление данного участка [19]. Следовательно, увеличением сопротивления участка цепи можно добиться локализованного увеличения выделения тепла на этом участке. Повышение сопротивления мы достигаем уменьшением поперечного сечения нитей и увеличением длины проводника за счет сокращения расстояния между электропроводящими элементами.

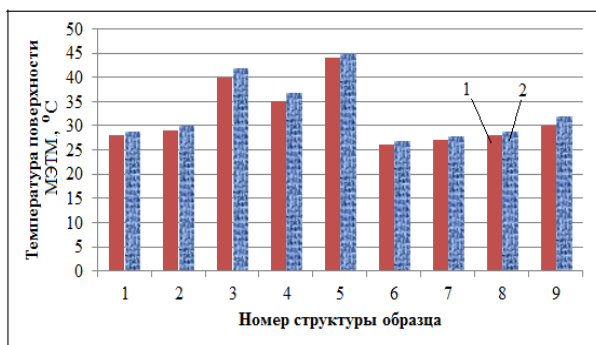


Рис. 2

Исследование электрофизических свойств МЭТМ осуществляли с помощью источника тока – ВУП-2, милливольтметр – С.Р. GOERZ WIEN и термопары. Напряжение изменяли от 12 до 24 В. Результаты исследований показали (рис. 2 – зависимость температуры нагрева поверхности от

структуры МЭТМ и времени подачи напряжения 12 В: 1 – 60 с, 2 – 300 с), что на всех образцах, независимо от напряжения, в течение 60 с температура поверхности МЭТМ достигает максимального значения, после чего изменяется незначительно на 0,5...1,5°C за счет теплопотерь в окружающую среду. Температура поверхности в большей степени зависит от структуры МЭТМ. Формирование структуры МЭТМ по типу В неэффективно (рис. 2), так как температура повышается лишь до 28...31°C.

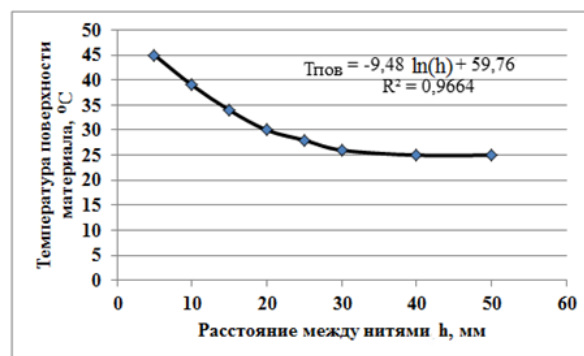


Рис. 3

Формирование структуры по типу А, то есть "синусоидально", позволяет изменять температуру поверхности МЭТМ от 28 до 45°C. Отмечено (рис. 3 – зависимость температуры поверхности МЭТМ от расстояния между углеродными нитями), что при использовании УН одинаковой линейной плотности и "синусоидальном" их расположении температура поверхности ($T_{пов}$, °C) зависит от расстояния между витками нити h , мм, и эта зависимость имеет логарифмический характер и описывается уравнением:

$$T_{пов} = -9,48 \ln(h) + 59,76. \quad (1)$$

Выявленная закономерность позволяет управлять процессом проектирования МЭТМ с учетом назначения и требований потребителя. Увеличение напряжения от 12 до 24 В обеспечивает повышение температуры поверхности МЭТМ лишь на 2...4°C.

В качестве источника питания электронагреваемого слоя МЭТМ можно использо-

вать низковольтные источники постоянного тока, например, малогабаритный аккумулятор Li-PO (3S) массой 165 г, емкостью – 2200 мА/ч, с безопасным рабочим напряжением 12 В и работой в нескольких температурных режимах, что позволяет пользователю сохранять свободу перемещения. Кроме того, возможно использование в качестве источников электропитания как автономных, так и бортовых сетей электропитания автомобилей, самолетов, кораблей и других транспортных средств. Одежда из МЭТМ реагирует на команду владельца – достаточно нажать кнопку, и изделие в течение 60 с нагреется до выбранной температуры 28...45°C.

ВЫВОДЫ

1. Разработанный способ получения МЭТМ достаточно прост, не требует больших площадей и может быть организован как на текстильном, так и на швейном производстве.

2. Выявленная взаимосвязь структуры и свойств позволяет управлять процессом проектирования многослойных электропроводящих текстильных материалов с учетом их назначения и требований потребителя и выпускать обогревающие полотна с регулируемым диапазоном температур 28...45°C, разной ширины 20...60 см и поверхностной плотностью 140...250 г/м².

ЛИТЕРАТУРА

1. Ульвачева Л.А., Бешшапошникова В.И., Жагринина И.Н., Кирсанова Е.А., Змеева Е.Д., Некрасова Н.В. Анализ ассортимента многослойных текстильных материалов и разработка их классификации // Дизайн и технологии. – 2015, № 44(86). С. 71...78.

2. Патент 2334373 RU МПК H05B 3/14. Способ получения нагревательного элемента / Иванова И.В., Юрьев И.С. // Заявка 2007109561/09, от 16.03.2007, Оpubл. 20.09.2008, Бюл. № 26.

3. Textiles for Protection. By R A Scott. Oxford. Woodhead Publishing Limited, CRC Press. – 2010.

4. Патент 2354766 RU МПК D03D 15/00. Токпроводящая ткань / Сафьянников Н.М., Буренева О.И., Волкова И.В., Мальгунова Н.А. // Заявка 2006108024/12, от 14.03.2006, Оpubл. 10.05.2009, Бюл. № 13.

5. Патент 2505256 RU МПК A41D13/00, D03D15/00, C23C14/35. Способ получения электро-

проводящего текстильного материала / Горберг Б.Л., Иванов А.А., Стегнин В.А., Титов В.А., Молоков В.Л., Мамонтов О.В. // Заявлено 11.09.2011; Оpubл.27.01.2014, Бюл. №3.

6. Патент 2079584 RU МПК D01F8/00. Электропроводящее бикомпонентное волокно / Казаков М.Е., Трушников А.М., Тарасова Е.П., Мараховская М.Л. // Заявлено 15.09.1994, Оpubл. 20.05.1997.

7. Патент 11484 ВУ МПК: D03D11/00, H05B3/34. Многослойный электропроводящий материал / Замостоцкий Е.Г., Шаркова М.Ф., Скобова Н.В., Коган А.Г., Смелков Д.В. // Заявка 20070196 от 26.02.2007, Оpubл. 30.10.2008.

8. Патент 2506870 RU МПК A41D13/00. Структурированный терморегулирующий материал / Блэкфорд Вуди (US) // Заявка US2010/034124 от 07.05.2010; Оpubл. WO 2010/129923 от 11.11.2010 и RU Заявка 201148764/12 от 07.05.2010; Оpubл. RU 20.02.2014, Бюл. №5.

9. Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии и производство нового поколения волокон, текстиля и одежды. – М., 2011.

10. Belen Zalba, Jose M. Marin, Luisa F. Cabeza, B. Zalba et al. Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications / Belen Zalba, // Applied Thermal Engineering. – 23, 2003. P. 251...283.

11. Phase Change Materials / Alltec Protection Systems (P) Ltd. – 09, 2007.

12. Textiles for Protection. By R A Scott. Oxford. Woodhead Publishing Limited, CRC Press. – 2010.

13. Military textiles. Edited by E.Wilusz, US Army Natick Soldier Center, USA. – 2008.

14. Кричевский Г.Е. Волокна прошлого, настоящего и будущего. 27.01.2012. Портал НОРГ.

15. VIAFIL® - искусственное текстурированное волокно <http://www.supernogki.ru/article.php?idA=20>

16. Military textiles. Edited by E.Wilusz, US Army Natick Soldier Center, USA. – 2008.

17. Бешшапошникова В.И., Жилина Е.В., Гускина Н.Е., Полушенко И.Г. Прокладочный материал для легкой одежды // Швейная промышленность. – 2006, №1. С. 22...25.

18. Мелешко А.И., Половников С.П. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты. – М.: "САЙНС-ПРЕСС", 2007.

19. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Теория протекания и проводимость сильно неоднородных сред. – М.: Наука, 1975.

REFERENCES

1. Ul'vacheva L.A., Besshaposhnikova V.I., Zhagrina I.N., Kirsanova E.A., Zmееva E.D., Nekrasova N.V. Analiz assortimenta mnogoslujnyh tekstil'nyh materialov i razrabotka ih klassifikacii // Dizajn i tehnologii. – 2015, № 44(86). S. 71...78.

2. Patent 2334373 RU МПК H05B 3/14. Sposob poluchenija nagrevatel'nogo jelementa / Ivanova I.V.,

Jur'ev I.S. // Zayavka 2007109561/09, ot 16.03.2007, Opubl. 20.09.2008 Bjul, № 26.

3. Textiles for Protection. By R A Scott. Oxford. Woodhead Publishing Limited, CRC Press. – 2010.

4. Patent 2354766 RU MPK D03D 15/00. Tokoprovodjashhaja tkan' / Saf'jannikov N.M., Bureneva O.I., Volkova I.V., Mal'gunova N.A. // Zayavka 2006108024/12, ot 14.03.2006, Opubl. 10.05.2009, Bjul. № 13.

5. Patent 2505256 RU MPK A41D13/00, D03D15/00, C23C14/35. Sposob poluchenija jelektrprovodjashhego tekstil'nogo materiala / Gorberg B.L., Ivanov A.A., Stegnin V.A., Titov V.A., Molokov V.L., Mamontov O.V. // Zajavleno 11.09.2011; Opubl.27.01.2014, Bjul. №3.

6. Patent 2079584 RU MPK D01F8/00. Jelektroprovodjashhee bikomponentnoe volokno / Kazakov M.E., Trushnikov A.M., Tarasova E.P., Marahovskaja M.L. // Zajavleno 15.09.1994, Opubl. 20.05.1997.

7. Patent 11484 BY MPK: D03D11/00, H05B3/34. Mnogoslojnyj jelektrprovodjashhij material / Zamostockij E.G., Sharkova M.F., Skobova N.V., Kogan A.G., Smelkov D.V. // Zayavka 20070196 ot 26.02.2007, Opubl. 30.10.2008.

8. Patent 2506870 RU MPK A41D13/00. Strukturirovannyj termoregulirujushhij material / Bljeford Vudi (US) // Zayavka US2010/034124 ot 07.05.2010; Opubl. WO 2010/129923 ot 11.11.2010 i RU Zayavka 201148764/12 ot 07.05.2010; Opubl. RU 20.02.2014, Bjul. № 5.

9. Krichevskij G.E. Nano-, bio-, himicheskie tehnologii i proizvodstvo novogo pokolenija volokon, tekstilja i odezhdy. – M., 2011.

10. Belen Zalba, Jose M. Marin, Luisa F. Cabeza, B. Zalba et al. Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications / Belen Zalba, // Applied Thermal Engineering. – 23, 2003. P. 251...283.

11. Phase Change Materials / Alltec Protection Systems (P) Ltd. – 09, 2007.

12. Textiles for Protection. By R A Scott. Oxford. Woodhead Publishing Limited, CRC Press. – 2010.

13. Military textiles. Edited by E.Wilusz, US Army Natick Soldier Center, USA. – 2008.

14. Krichevskij G.E. Volokna proshlogo, nastojashhego i budushhego. 27.01.2012. Portal NORG.

15. VIAFIL® - iskusstvennoe teksturovannoe volokno <http://www.supernogki.ru/article.php?idA=20>

16. Military textiles. Edited by E.Wilusz, US Army Natick Soldier Center, USA. – 2008.

17. Besshaposnikova V.I., Zhilina E.V., Guskina N.E., Polushenko I.G. Prokladochnyj material dlja legkoj odezhdy // Shvejnjaja promyshlennost'. – 2006, №1. S. 22...25.

18. Meleshko A.I., Polovnikov S.P. Uglerod, ugljerodnye volokna, ugljerodnye kompozity – M.: "SAJNS-PRESS", 2007.

19. Shklovskij B.I., Jefros A.L. Teorija protekanija i provodimost' sil'no neodnorodnyh sred. – M.: Nauka, 1975.

Рекомендована кафедрой материаловедения. Поступила 21.12.15.

УДК 677.017.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ
СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
В УСЛОВИЯХ ИСПЫТАНИЙ
НА РЕЛАКСАЦИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ**

**THE RESEARCH OF VISCOELASTIC PROPERTIES
OF SYNTHETIC FIBRES SPECIAL PURPOSE
IN TESTING ON THE MECHANICAL STRESS RELAXATION**

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",
(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 исследования по экспериментальному определению вязкоупругих свойств нитей специального назначения.

Испытания на релаксацию напряжений проведены на современном лабораторном оборудовании. Для ряда нитей впервые получены параметры ядра наследственной вязкоупругости А.Р. Ржаницина.

The paper presents the results of a study on experimental determination of the viscoelastic properties of yarns for special purposes. Tests stress relaxation conducted on the modern equipment. For a number of threads first obtained kernel parameters in hereditary viscoelasticity A.R. Rzhantsina.

Ключевые слова: вязкоупругие параметры, испытания на релаксацию, нити специального назначения.

Keywords: viscoelastic parameters, tests on a relaxation, threads of a special purpose.

Для успешного прогнозирования перерабатывающей способности нитей специального назначения, в том числе высокопрочных и высокомодульных, по переходам ткацкого производства необходимо располагать экспериментальными данными о таких их свойствах, как: разрывная нагрузка, удлинение и работа разрыва (полуцикловые свойства), стойкость к многократному растяжению, изгибу и истиранию (многоцикловые свойства), модуль упругости, размер и форма поперечного сечения, жесткость при изгибе и коэффициент тангенциального сопротивления. В то же время, важно знать, как ведут себя нити в условиях испытаний на длительную прочность при постоянном напряжении ($\sigma(t) = \text{const}$) или постоянной скорости нагружения ($\dot{\sigma}(t) = \text{const}$), а также в условиях релаксации механических напряжений при заданной постоянной величине деформации ($\varepsilon(t) = \text{const}$).

Из работ [1...3] известно о влиянии, которое оказывают релаксационные процессы, протекающие в нитях на ткацком станке, на условия формирования ткани. В частности, отмечается, что релаксационные процессы на ткацких станках с негативными основными регуляторами вызывают неравномерность натяжения основных нитей по ширине заправки станка (провисание в шпаруточной части) и связанную с этим повышенную обрывность в крайних зонах.

Однако для многих современных видов нитей, используемых для изготовления

тканей технического и специального назначения, отсутствуют данные об их релаксационных свойствах, что осложняет прогнозирование условий процесса ткачества.

Из работ [4], [5] известны некоторые вязкоупругие характеристики арамидных нитей. Установлено, что у всех нитей, полученных из жесткоцепных полимеров, процесс ползучести протекает неинтенсивно, а процесс релаксации напряжений для нитей Армос и СВМ имеет затухающий характер, интенсивное изменение величины напряжения происходит за первую минуту, а далее скорость затухания падает.

Цель настоящего исследования состоит в уточнении и определении вязкоупругих параметров для различных видов моно-, комплексных нитей и пряжи, используемых для изготовления технических тканей, что должно быть полезно при оценке их технологичности.

В работах проф. С.Д. Николаева и проф. В.П. Щербакова и их учеников [6...9] для описания процессов деформирования вязкоупругих нитей предложено использовать наследственную теорию Л. Больцмана (принцип суперпозиции), где зависимость между напряжениями и деформациями в интегральной форме имеет вид:

$$\varepsilon(t) = \frac{1}{E} \left[\sigma(t) + \int_0^t K(t-\tau) \sigma(\tau) d\tau \right], \quad (1)$$

$$\sigma(t) = E \left[\varepsilon(t) + \int_0^t \Gamma(t-\tau) \varepsilon(\tau) d\tau \right], \quad (2)$$

где $\varepsilon(t)$ и $\sigma(t)$ – деформация и напряжение в момент времени t ; τ – время, предшествующее времени наблюдения; $t - \tau = \xi$ – прошедшее время; E – мгновенный модуль упругости; $K(t - \tau)$ и $\Gamma(t - \tau)$ – функции влияния (памяти), являющиеся ядрами уравнений (1) и (2) соответственно.

Для аналитической аппроксимации ядер интегральных уравнений в приложениях теории вязкоупругости используется

$$\Gamma(t) = \frac{Ae^{-\beta t^m}}{t^{1-\alpha}}, \left(0 < \alpha \leq 1, \beta > 0, m \geq \alpha, 0 \leq A < \frac{m\beta^{\alpha/m}}{\Gamma(\alpha/m)} \right), \quad (3)$$

где α , β , A , m – вязкоупругие параметры материала.

Частным случаем ядра М.А. Колтунова, при $m = 1$, является ядро А.Р. Ржаницина. Область допустимых значений выбранных параметров ядра обуславливается условием существования положительного равновесного модуля вязкоупругости:

$$E_\infty = E \left[1 - \frac{A\Gamma(\alpha/m)}{m\beta^{\alpha/m}} \right] > 0, \quad (4)$$

$$\sigma(t) = E\varepsilon_0 \left(1 - \int_0^t \Gamma(\xi) d\xi \right) = E\varepsilon_0 \left(1 - \int_0^t \frac{Ae^{-\beta\xi}}{\xi^{1-\alpha}} d\xi \right). \quad (5)$$

Для определения вязкоупругих параметров материала нити, входящих в выражение (5), воспользуемся методикой, разработанной на кафедре ПХОТИ в МГУДТ (Текстильный институт им. А.Н. Косыгина) [6]. Сущность методики заключается в фиксации нагрузки во времени при заданной постоянной деформации. Нить на разрывной машине доводится до заданной величины деформации $\varepsilon_0 \cong 1\%$. Для большинства высокопрочных и высокомодульных нитей это предельный уровень деформации в процессе текстильной переработки, далее машина останавливается и производится запись кривой релаксирующей нагрузки в координатах нагрузка (или напряжение) – время.

большое число различных функций скорости релаксации и ползучести [10...12]. В науке о текстильных материалах для описания релаксационных процессов широко используются слабосингулярные функции скорости релаксации, где за исходное резольвентное ядро принимается четырехпараметрическое ядро М.А. Колтунова:

где E_∞ и E – равновесный и мгновенный модули ($E_\infty \leq E$); $\Gamma(\alpha/m)$ – гамма-функция аргумента α/m .

При условии постоянной во времени деформации $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 = \text{const}$ уравнение релаксирующих напряжений записывается в виде (для случая использования ядра А.Р. Ржаницина):

Испытания проводили на машине Stati-graph L с подвижным верхним зажимом при максимальной скорости деформирования нити 800 мм/мин, данная разрывная машина позволяет записывать экспериментальные кривые релаксирующих напряжений в высоком качестве по сравнению с машинами типа FP-10/1 и FP-100/1, использованными для этих целей ранее.

Для примера на рис. 1 представлены кривые релаксирующей нагрузки для высокопрочной параарамидной нити Кевлар (рис. 1-а), нити сверхвысокомолекулярного полиэтилена – СВМПЭ (рис. 1-б) и углеродной нити (рис. 1-в), запись кривых проводилась при различных значениях деформации.

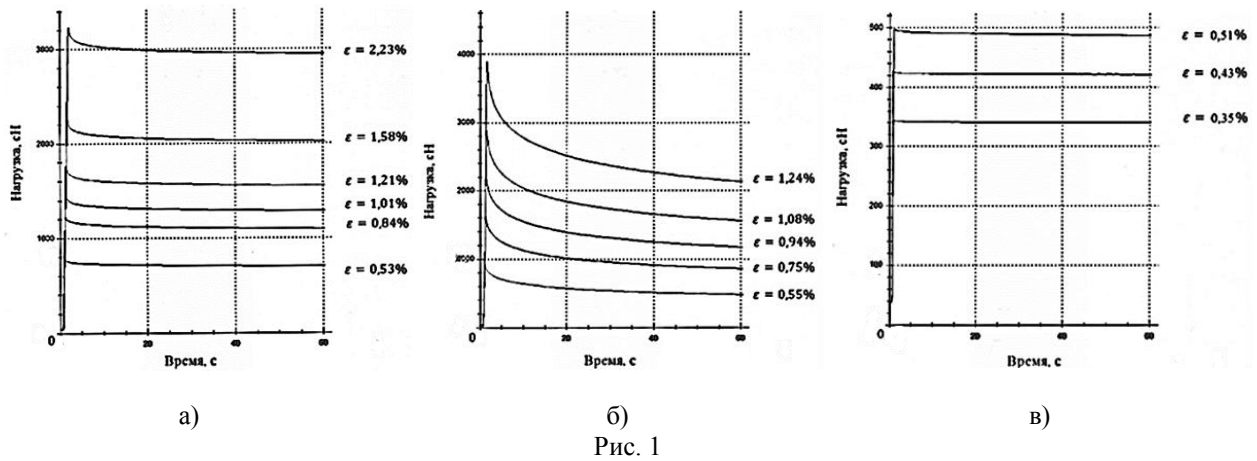


Рис. 1

Для идентификации параметров модели (5) можно воспользоваться выражениями, полученными проф. С.Д. Николаевым [6], или численными методами многомерной оптимизации, использованными проф. В.П. Щербаковым [7]. Наиболее простым представляется способ вычисления параметров материала нити α , β , A и мгновенного модуля E с использованием следующих четырех выражений, подробный вывод которых представлен в работах проф. С.Д. Николаева и его учеников:

$$t_1^\alpha (\sigma_2 - \sigma_3) - t_2^\alpha (\sigma_1 - \sigma_3) + t_3^\alpha (\sigma_1 - \sigma_2) = 0, \quad (6)$$

$$A = \frac{\alpha(\alpha + 1)(\sigma_1 - \sigma_2)}{\sigma_1(\alpha + 1)(t_2^\alpha - t_1^\alpha) + t_1^\alpha(\sigma_1 - \sigma_2)}, \quad (7)$$

$$E = \frac{\sigma_1(\alpha(\alpha + 1))}{\varepsilon_0[\alpha(\alpha + 1) + A t_1^\alpha]}, \quad (8)$$

$$\beta = \frac{\left[\sigma_4 - \sigma_1 + EA\varepsilon_0 \left(\frac{t_4^\alpha - t_1^\alpha}{\alpha} \right) \right]}{EA\varepsilon_0 \left(\frac{t_4^\alpha - t_1^\alpha}{\alpha + 1} \right)}, \quad (9)$$

где t_1, t_2, t_3, t_4 – моменты времени испытания, мин; причем t_1, t_2, t_3 выбираются в интервале от 0 до 0,5 мин, а t_4 – от 0,5 до 1 мин; $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ – значения релаксирующих напряжений в соответствующие моменты времени, кгс/мм².

Напряжение, возникающее в нити или пряже, предложено определять из выражения:

$$\sigma = \frac{F\gamma}{T}, \quad (10)$$

где F – релаксирующая нагрузка, гс; T – линейная плотность нити, текс; γ – удельная плотность, для комплексной или мононити принимается удельная плотность вещества волокна, а для пряжи – фактическая плотность с учетом воздушных полостей, г/см³.

На рис. 2 представлены экспериментальные значения релаксирующих напряжений для арамидной нити линейной плотности 2,2 текс и кривая, которая получена путем аппроксимации экспериментальных данных в соответствии с моделью (5).

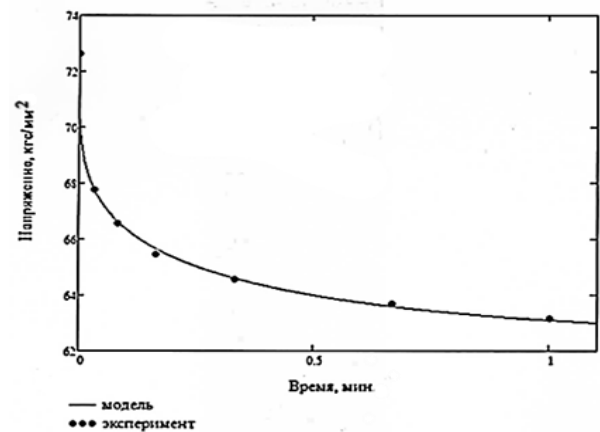


Рис. 2

В табл. 1 представлены экспериментально определенные при комнатной температуре значения вязкоупругих параметров для нитей различной структуры и природы. Коэффициент степени релаксации напряжений определяется следующим образом:

$$k_{\text{рел}} = (E - E_\infty)/E.$$

Наименование нити	Показатели, характеризующие вязкоупругие свойства					
	α	β	A	модули, кгс/мм ²		K _{рел} , %
				E	E _∞	
Мононити и микропроволоки						
Медная микропроволока ϕ 0,05 мм	0,307	0,837	0,043	6253,6	5390,1	13,8
Стальная микропроволока ϕ 0,035 мм	0,225	0,617	0,028	6493,7	5659,5	13,8
Полиэфирная монопить ϕ 0,034 мм	0,265	0,920	0,075	801,8	594,1	26,1
Полиамидная монопить ϕ 0,09 мм	0,319	0,987	0,147	407,0	239,3	41,8
Фторсодержащая монопить ϕ 0,09 мм	0,270	0,534	0,060	153,1	117,7	24,2
Комплексные высокопрочные и высокомодульные нити						
Параарамид Армалон 2,2 текс	0,231	0,690	0,033	7721,2	6588,7	14,7
Параарамид Армалон 8,0 текс	0,216	0,497	0,033	6104,5	5102,5	16,4
Параарамид Руслан 14,3 текс	0,278	0,677	0,027	9990,5	8878,1	11,4
Параарамид Руслан 29,4 текс	0,267	0,500	0,027	10941,5	9605,2	12,2
Параарамид РусарНТ 29,4 текс	0,313	0,667	0,017	14950,2	14086,8	5,7
Параарамид Кевлар 22 текс	0,316	0,903	0,041	9476,9	8334,7	12,1
Нить СВМПЭ 22 текс	0,310	0,677	0,172	3152,6	1433,1	55,9
Нить углеродная 30 текс	0,643	1,321	0,016	5727,7	5644,4	1,5
Комплексные среднечерные нити						
Нить Аримид 29,4 текс	0,315	0,681	0,028	1056,8	952,0	10,5
Нить Арселон 29,4 текс	0,283	0,447	0,051	1005,7	785,7	22,1
Метаарамидная нить 29,4 текс	0,295	0,668	0,037	1050,1	912,0	14,0
Полиамидная нить 29 текс	0,286	0,557	0,131	426,7	217,3	49,2
Полиэфирная нить 28 текс	0,306	0,393	0,038	1491,5	1266,4	16,3
Фторсодержащая нить 44,4 текс	0,206	0,702	0,079	352,1	219,2	37,9
Пряжа						
Пряжа Арселон 29 текс	0,327	0,569	0,065	225,9	177,4	21,8
Пряжа Протекс 30 текс	0,295	0,578	0,092	157,9	105,5	34,5
Метаарамидная пряжа 16,7×2 текс	0,330	0,519	0,054	191,2	156,5	18,2

Для анализа и обобщения полученных данных построим кривые функции скорости релаксации $\Gamma(t)$ для нитей различной природы (рис. 3). При анализе данных табл. 1 и рис. 3 были сделаны выводы о том, что максимальная скорость релаксации напряжений наблюдается для нитей СВМПЭ, далее в порядке убывания скорости релаксации следуют полиамидные нити, фторсодержащие нити (Полифен, Тефлон, Фторин), полиэфирные нити, параарамидные нити, а минимальной скоростью релаксации отличаются углеродные нити.

Сравним значения параметров функции (3) для нитей с максимальной и минимальной скоростью релаксации напряжений. Параметр A для углеродных нитей является минимальным среди всех рассмотренных нитей, а параметры α и β – максимальными. Для нитей на основе СВМПЭ параметр A наоборот достигает максимального значения.

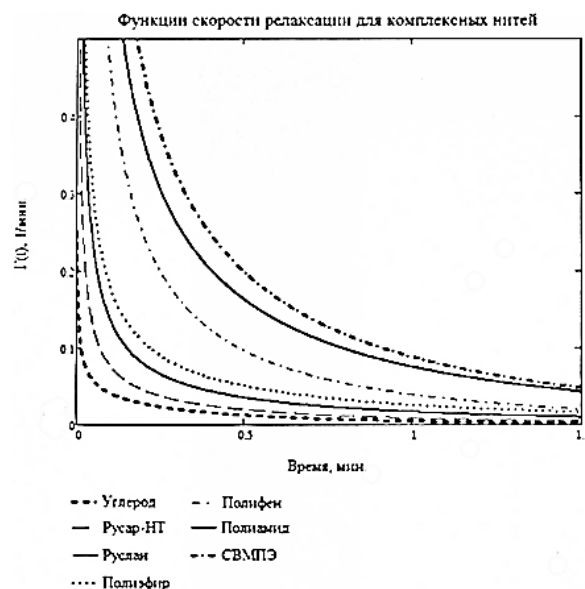


Рис. 3

По мнению авторов [6], [8], [9], большие значения модуля упругости и параметра α и небольшие для параметра A приведут к увеличению напряженности процесса тка-

чества (случай углеродных, арамидных и стеклонитей). Однако не ясно, насколько напряженными будут условия ткачества в случае высокого модуля упругости и высокого значения параметра A (случай нити СВМПЭ), при таком сочетании свойств нити на станке может наблюдаться ее провисание.

Установлено, что скорость релаксации напряжений в высокопрочных и высоко-модульных параарамидных нитях больше, чем в углеродных нитях, причем высоко-модульные нити Русар-НТ среди всех арамидных нитей имеют самую низкую скорость релаксации. Также было установлено, что коэффициент релаксации напряжений для арамидных нитей находится в пределах от 5,7 до 16,4%, а равновесный модуль находится в пределах от 51 до 141 ГПа.

Новые данные представляются более корректными, в отличие от данных, представленных в работе [4], в которой получено, что равновесный модуль арамидных нитей составляет 38...59 ГПа, а коэффициент релаксации напряжений составляет от 52 до 58%. Столь высокий коэффициент релаксации, как видно из данных табл. 1, свойственен для полиамидных и СВМПЭ нитей. Неточное определение равновесного модуля может быть следствием неправильно выбранного вида функции скорости релаксации (ядра интегрального уравнения).

Установлено, что скорость релаксации в параарамидных нитях Руслан сопоставима со скоростью релаксации в термостойких полиимидных нитях Аримид, несмотря на то, что модуль упругости данных нитей отличается на порядок.

Далее был сделан неожиданный вывод о том, что скорость протекания релаксационных процессов в полиэфирных и метаарамидных комплексных нитях лишь немногим больше, чем в параарамидных и полиимидных нитях. Таким образом, можно предположить, что условия переработки в ткачестве (при одинаковом температурно-влажностном режиме в цехе) комплексных пара-, метаарамидных, полиимидных и

полиэфирных нитей будут во многом схожи.

При сравнении параметров релаксационного процесса в нитях и пряжах одинакового волокнистого состава установлено, что в пряже скорость релаксации немного выше, что подтверждает выводы проф. С.Д. Николаева. При сравнении комплексных и мононитей одинакового состава не удается сделать однозначный вывод об интенсивности релаксации. Металлические (сталь и медь) микропровода имеют меньшую скорость релаксации, чем синтетические мононити, и по скорости релаксации близки, скорее, к арамидным нитям.

Таким образом, в заключение можно отметить, что проведенное исследование позволило уточнить и проверить существующие представления о релаксационных процессах, протекающих в текстильных нитях различной природы. Точность определения параметров E , α , β , A может быть повышена при использовании современного испытательного оборудования и методов многомерной оптимизации, но это должно повлиять только на количественную сторону выводов, а не на их качество. Располагая данными об интенсивности протекания релаксационных процессов в нитях, используемых для изготовления технических тканей, можно более точно оценить напряженность заправки ткацкого станка. Однако переоценка влияния релаксационных процессов, происходящих на ткацком станке, также недопустима, так как напряженность процесса ткачества определяется всей совокупностью свойств и структурой перерабатываемых нитей, структурой ткани и конструктивными особенностями станка.

ВЫВОДЫ

1. В работе впервые с использованием современного испытательного оборудования определены и уточнены вязкоупругие параметры для специальных нитей различной природы, используемых для изготовления технических тканей, что создает пред-

посылки для оценки напряженности процесса переработки данных нитей в ткачестве.

2. Установлено, что максимальная скорость релаксации напряжений среди всех исследованных нитей наблюдается для нитей сверхвысокомолекулярного полиэтилена, а минимальная скорость релаксации наблюдается для углеродных нитей. Углеродные нити отличаются малым значением параметра A , который оказывает существенное влияние в течение всего времени релаксации, и большими значениями параметров α и β , которые оказывают влияние на начальном этапе релаксации и при затухании процесса соответственно. Нити сверхвысокомолекулярного полиэтилена отличаются максимальным значением параметра A .

3. Установлено, что скорость релаксации напряжений в высокопрочных и высокомодульных параарамидных и термостойких среднечерных полиимидных нитях сопоставима и выше, чем в углеродных нитях, но существенно меньше, чем в полиамидных или СВМПЭ нитях. При этом с точки зрения скорости протекания релаксационных процессов при комнатной температуре комплексные параарамидные, метаарамидные, полиимидные и полиэфирные нити во многом схожи, несмотря на различия в их модулях упругости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатырева М.С., Старинец И.В. Исследование релаксационных процессов в нитях основы на ткацком станке DORNIER HTV 6/SD 190 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С. 89...91.

2. Богатырева М.С., Старинец И.В. Исследование релаксации утка на рапирном ткацком станке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 5. С. 51...54.

3. Плаксин Е.Б., Ступников А.Н., Тягунов В.А. Исследование натяжения основных нитей на ткацком станке после его останова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 1. С.39...42.

4. Федорова С.В. Сравнительный анализ деформационных свойств арамидных нитей и текстильных материалов из них: Дис...канд. техн. наук. – СПб: СПбГУТД, 2010.

5. Кварацхелия В.А. Деформационные и прочностные свойства синтетических нитей технического назначения после предварительного деформирования: Дис... канд. техн. наук. – СПбГУТД, 2000.

6. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2003.

7. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2008.

8. Павлихина И.Ю. Разработка многослойных кремнеземных тканей разреженных структур: Дис... канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2012.

9. Слугин Алексей И. Разработка оптимальных технологических параметров изготовления тканей на основе вторичной арамидной пряжи: Дис...канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.

10. Фурьчева М.С. Вывод двухпараметрических ядер наследственности для описания деформационных свойств текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 1. С. 7...10.

11. Ржаницын А.Р. Теория ползучести. – М.: Госстройиздат, 1968.

12. Адамов А.А., Матвеев В.П., Труфанов Н.А., Шардаков И.Н. Методы прикладной вязкоупругости. – Екатеринбург: УрОРАН, 2003.

REFERENCES

1. Bogatyreva M.S., Starinec I.V. Issledovanie relaksacionnyh processov v nitjah osnovy na tkackom stanke DORNIER HTV 6/SD 190 // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 4. S.89...91.

2. Bogatyreva M.S., Starinec I.V. Issledovanie relaksacii utka na rapirnom tkackom stanke // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 5. S. 51...54.

3. Plaksin E.B., Stupnikov A.N., Tjagunov V.A. Issledovanie natjazhenija osnovnyh nitej na tkackom stanke posle ego останова // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2001, № 1. S.39...42.

4. Fedorova S.V. Sravnitel'nyj analiz deformatsionnyh svojstv aramidnyh nitej i tekstil'nyh materialov iz nih: Dis...kand. tehn. nauk. – SPb: SPbGUTD, 2010.

5. Kvarachelija V.A. Deformatsionnye i prochnostnye svojstva sinteticheskikh nitej tehnicheskogo naznachenija posle predvaritel'nogo deformirovanija: Dis... kand. tehn. nauk. – SPbGUTD, 2000.

6. Nikolaev S.D., Martynova A.A., Juhin S.S., Vlasova N.A. Metody i sredstva issledovanija tehnologicheskikh processov v tkachestve. – М.: MGTU im. A. N. Kosygina, 2003.

7. Shherbakov V.P., Skulanova N.S. Osnovy teorii deformirovanija i prochnosti tekstil'nyh materialov. – М.: MGTU im. A. N. Kosygina, 2008.

8. Pavlihina I.Ju. Razrabotka mnogoslujnyh kremnezemnyh tkanej razrezhennyh struktur: Dis....kand. tehn. nauk. – M.: MGTU im. A.N. Kosygina, 2012.

9. Slugin Aleksej I. Razrabotka optimal'nyh tehnologicheskikh parametrov izgotovlenija tkanej na osnove vtorichnoj aramidnoj prjazhi: Dis....kand. tehn. nauk. – M.: MGTU im. A.N. Kosygina, 2008.

10. Furycheva M.S. Vyvod dvuhparametricheskikh jader nasledstvennosti dlja opisaniya deformacionnyh svojstv tekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2000, № 1. S. 7...10.

11. Rzhanicyn A.R. Teorija polzuchesti. – M.: Gosstrojizdat, 1968.

12. Adamov A.A., Matveenko V.P., Trufanov N.A., Shardakov I.N. Metody prikladnoj vjazkoupругosti. – Ekaterinburg: UrORAN, 2003.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 09.02.17.

УДК 691.115:674.817-41

ИСКУССТВЕННОЕ И ЕСТЕСТВЕННОЕ СТАРЕНИЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИТА

AN ARTIFICIAL AND NATURAL AGING OF WOOD- FIBER COMPOSITE

S.A. MAMONTOV, V.P. YARTSEV, P.V. MONASTYREV
S.A. MAMONTOV, V.P. YARTSEV, P.V. MONASTYREV

(Тамбовский государственный технический университет)
(Tambov State Technical University)

E-mail: kardinal61@mail.ru

В статье описывается проблема, связанная с недостаточной изученностью старения древесноволокнистых композитов, что создает погрешности при прогнозировании их гарантированных сроков службы и приводит к преждевременной потере работоспособности изделий. Представлены результаты исследования влияния ускоренного и естественного старения на физико-механические свойства ДВП. С позиции термофлуктуационной теории прочности рассмотрен механизм разрушения композита, и изучено влияние факторов старения на него. Определена величина термофлуктуационных констант, характеризующих строение ДВП, подверженного старению, и позволяющих прогнозировать долговечность древесного композита с учетом старения.

The article describes the problem, associated with insufficient knowledge of the aging wood-fiber composites. It creates errors in the prediction of their guaranteed service lives and leads to premature loss of operability of the products. It presents results of investigation of influence of accelerated and natural ageing on physical-mechanical properties of fiberboard. In paper the fracture mechanism of composites and the influence of aging factors on it are considered from the position of the thermal fluctuation theories of strength. The value of the thermal fluctuation constants, which characterize the structure of fiberboard after aging, is defined. It allows to predict the durability of wood-fiber composite with account of aging.

Ключевые слова: древесноволокнистый композит, искусственное и естественное старение, синхронный термический анализ, прочность, долговечность.

Keywords: wood-fiber composite, artificial and natural aging, simultaneous thermal analysis, strength, durability.

Древесноволокнистые плиты, как и другие древесные композиты на полимерном связующем, нашли широкое применение в ограждающих и несущих конструкциях. Эксплуатационные свойства плит определяются свойствами полимерной матрицы, древесного наполнителя и их адгезионным взаимодействием, которое обеспечивается связями различной природы. Прочные химические связи образуются в результате химических реакций между активными функциональными группами древесины и полимера. Физические связи образуются при заполнении пор наполнителя расплавленным полимером и его последующем затвердевании, а также при механическом зацеплении древесных волокон между собой [1].

Подверженность полимерной смолы старению, которое в процессе эксплуатации в результате совокупности физико-химических превращений нарушает адгезионное взаимодействие между основными компонентами, может привести к преждевременной потере работоспособности всего изделия [2]. Несмотря на большое количество исследований, посвященных древесным композитам, вопросам их старения не

было уделено достаточного внимания. Отсутствие результатов таких исследований порождает ошибки при прогнозировании гарантированных сроков службы древесных композитов и затрудняет выбор рациональной области их применения.

В связи с этим возникла необходимость в исследовании влияния искусственного (ускоренного) и естественного старения на физико-механические свойства древесных композитов. В качестве объектов исследования были взяты твердые древесноволокнистые плиты (ДВП) марки Т-С.

Анализ накопленных к настоящему времени экспериментальных данных позволил выделить наиболее агрессивные для полимерных композитных материалов виды воздействий, к которым относят температуру и световую радиацию, особенно ее УФ-часть [2]. Поэтому в качестве основных факторов ускоренного старения приняты УФ-облучение, создаваемое лампой ДРТ1000, повышенная температура (60, 80 и 100°C), создаваемая в установке для теплового старения, и естественное старение в условиях умеренного климата под воздействием солнечного света.

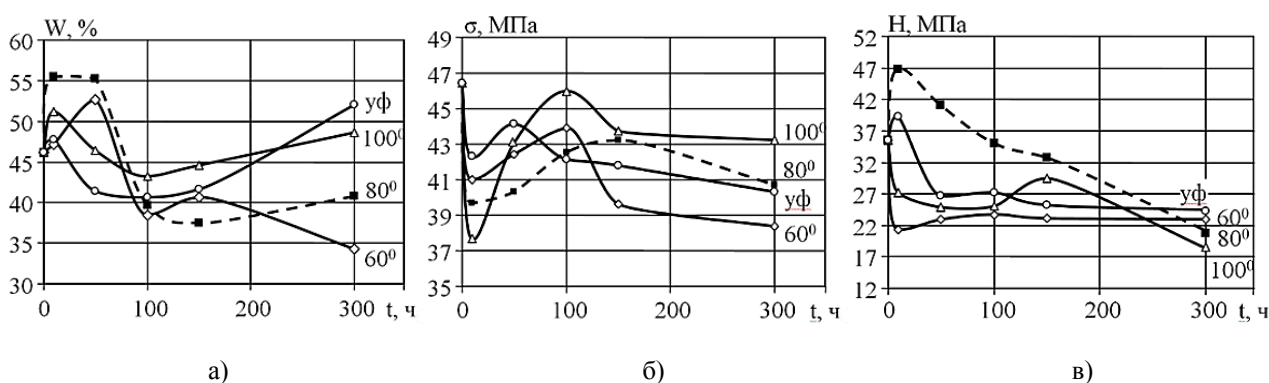


Рис. 1

На рис. 1 представлены результаты исследования влияния теплового старения и УФ-облучения на физико-механические

свойства ДВП: а) – водопоглощение W ; б) – прочность при поперечном изгибе σ ; в) – твердость H .

Исследование влияния ускоренного старения на физические свойства композита обнаружило снижение его плотности в среднем на 6% под действием теплового старения, что связано с испарением свободной и гигроскопической влаги. При этом наблюдается увеличение пористости, что подтверждается ростом водопоглощения W и набухания на начальных этапах теплового старения. Воздействие повышенной температуры более 150 ч вызывает доотверждение полимерной смолы и уплотнение стенок древесного наполнителя, в результате чего водопоглощение W и набухание композита снижаются. УФ-облучение в течение 300 ч оказывает слабое воздействие на изменение физических и гидрофи-

зических свойств, поскольку затрагивает тонкие поверхностные слои.

Нарушение структуры под действием факторов старения не может не сказаться на изменении механических свойств исследуемого композита. Увеличение пористости на начальных этапах теплового старения снижает прочность σ ДВП на 10%. Образование новых связей в композите в результате дополнительного структурирования полимерной смолы практически полностью восстанавливает прочность σ после 100...150 ч теплового старения. Однако после 300 ч действия факторов она снова снижается на 15% в результате термо- и фотоокислительной деструкции. Твердость H композитов также снижается после 300 ч действия факторов старения на 15%.

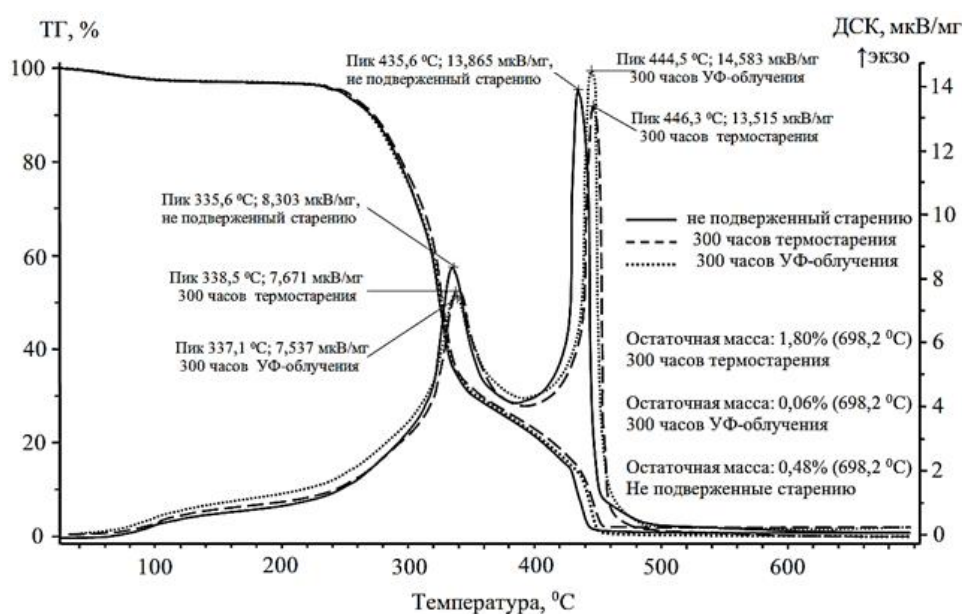


Рис. 2

Для оценки степени развития процессов деструкции было проведено исследование состаренного ДВП методом синхронного термического анализа. Термоаналитические ТГ и ДСК кривые образцов ДВП, подверженных УФ-облучению и тепловому старению в течение 300 ч, представлены на рис. 2.

Термический анализ выявил две основные стадии разложения. На первой в интервале температур 260...340°C происходит

термическая деструкция целлюлозы – основного компонента древесного волокна. Реакции разложения сопровождаются выделением большого количества теплоты, что подтверждает экзотермический пик, и образованием основной массы газообразных продуктов. При этом потеря массы на ТГ- кривых составляет в среднем 70 %. В температурном интервале 200...500°C также происходит термическое разложение лигнина, входящего в состав древесного наполнителя [3].

Вторая стадия термического разложения образцов ДВП находится в интервале температур 430...460°C. Потеря массы составляет около 26%, а на ДСК-кривых располагается второй экзотермический пик. Значительная величина экзотермического эффекта свидетельствует о разрушении более прочных связей синтетических термостойких полимеров [3].

Критерием устойчивости материала к действию факторов старения может высту-

пать энергия активации термоокислительной деструкции E_d , кДж/мольК, значения которой представлены в табл. 1. Длительное действие повышенной температуры и УФ-облучения снижает параметр E_d на первой стадии в среднем на 14%, что объясняется разрушением структурных связей в древесном наполнителе. Наблюдаемый на второй стадии рост энергии активации E_d свидетельствует о частичной сшивке макромолекул полимерной матрицы [3].

Т а б л и ц а 1

Вид воздействия		Первая стадия 260...340°C	Вторая стадия 430...460°C
Без воздействия		116	105
УФ-облучение	300 ч	99,3	109
Тепловое старение	300 ч	100,2	110,6

Важной задачей является установление процессов, протекающих при реальной эксплуатации древесных композитов. С этой целью было проведено естественное старение древесных плит в условиях умеренного климата. При этом отслеживали изменение прочности композита. В результате совместного действия переменной температуры, влажности и солнечной радиации прочность плит снизилась в среднем на 6%, что вызвано протекающими реакциями термоокислительной, фотоокислительной и

гидролитической деструкции. При естественном старении реакции деструкции инициируются УФ-частью солнечного света, а температура и влажность оказывают каталитическое действие на них.

Для прогнозирования изменения прочности при естественном старении по результатам ускоренного (лабораторного) старения в табл. 2 приведено сопоставление времени их воздействия на прочность древесного композита.

Т а б л и ц а 2

Уровень остаточной прочности	Продолжительность старения, ч				
	ускоренного лабораторного				естественного
	тепловое старение при температуре, °C			УФ-облучение	
	60	80	100		
0,94	120	100	60	50	2160 (3 мес)

Протекающие под действием факторов старения физико-химические превращения оказывают влияние на долговечность древесных композитов, рассматриваемую в данном исследовании с позиций термофлуктуационной теории разрушения твердого тела [4], [5]. На рис. 3 представлена зависимость времени до разрушения (долговечность) I_{gt} от напряжения σ при поперечном изгибе ДВП, не подверженного старению. Наличие в материале недоотвержденного связующего и структурных связей промежуточной величины подтверждается

видом зависимости, представляющей собой параллельные прямые.

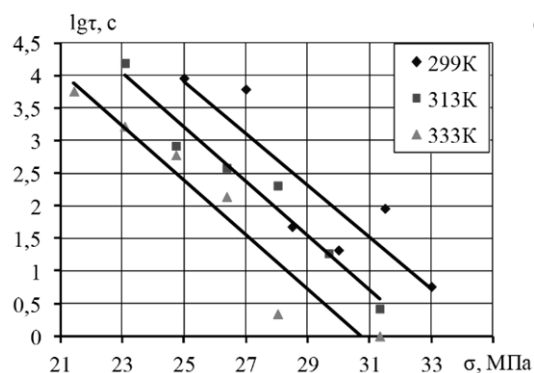


Рис. 3

Структурные изменения, протекающие в композите при его старении, меняют вид зависимостей долговечности lgt от напряжения σ при поперечном изгибе, представленных на рис. 4. Испарение влаги и релаксация внутренних напряжений после 10 ч теплового старения несколько упорядочивают структуру композита, о чем свидетельствует "прямой пучок" на рис. 4-а. Параллельные прямые на рис. 4-б говорят о нарушении контакта "связующее-наполнитель" и образовании связей промежуточной

величины в результате доотверждения смолы после 120 ч прогрева.

УФ-облучение в течение 10 ч затрагивает только поверхностный слой ДВП, не вызывая серьезных изменений его внутренней структуры, поэтому вид зависимости на рис. 4-в такой же, как и на рис. 4-а. После 300 ч увеличивается глубина проникания УФ-облучения в композит, в результате чего растет число дефектов в его структуре. Поэтому на рис. 4-г термоактивационные закономерности образуют "прямой пучок".

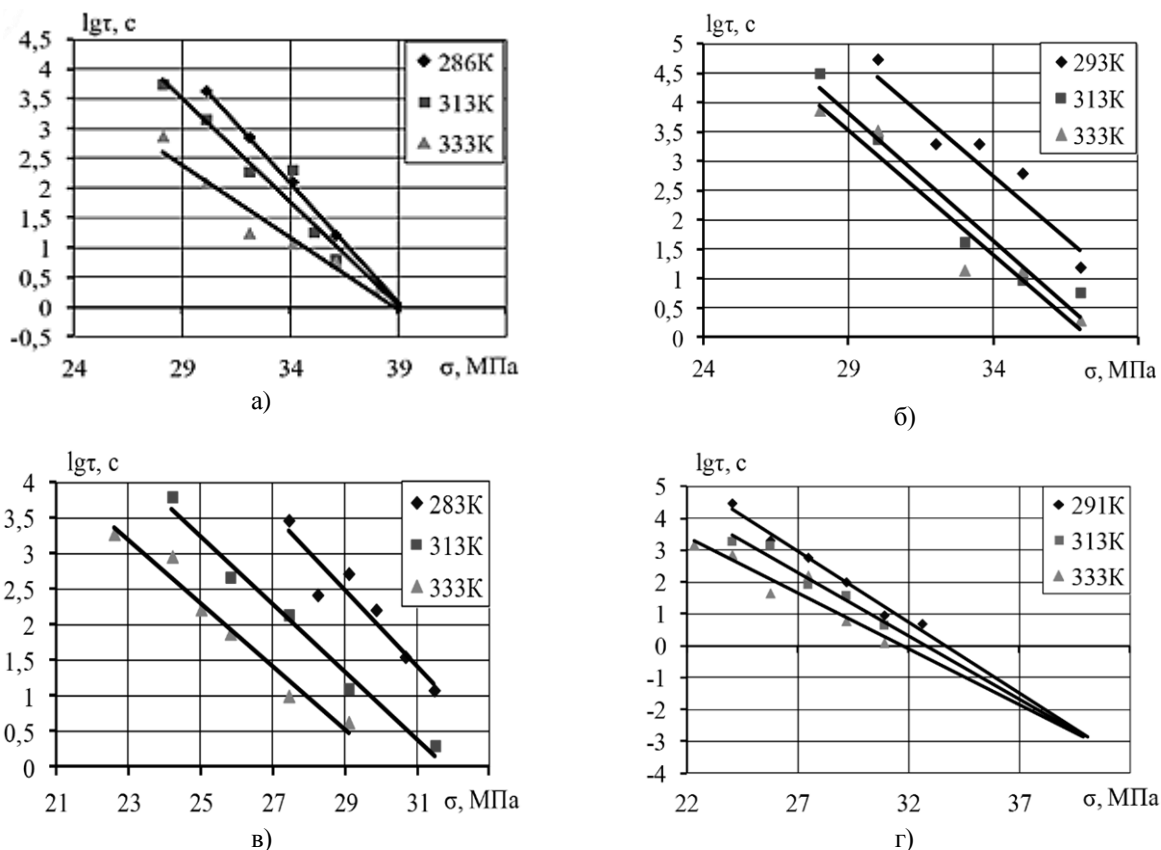


Рис. 4

Процессы старения сказываются на величине термофлуктуационных констант, характеризующих строение твердого тела. В табл. 3 представлены значения констант

для ДВП, подверженных тепловому старению (ТС) и УФ-облучению (УФ) разной продолжительности.

Т а б л и ц а 3

Вид и время воздействия	$\tau_m(\tau_m^*)$, с	$T_m(T_m^*)$, К	$U_0(U_0^*)$, кДж/моль	$\gamma(\gamma^*)$, кДж/(моль·МПа)	τ^* , с	U , кДж/моль	β , 1/МПа
ТС	0 ч	-	-	-	$10^{-1,17}$	88,74	0,411
	10 ч	$10^{-0,21}$	461	238,7	6,01	-	-
	120 ч	-	-	-	$10^{5,77}$	64,18	0,426
УФ	10 ч	-	-	-	$10^{-1,25}$	101,14	0,485
	100 ч	-	-	-	$10^{-1,07}$	104,5	0,493
	300 ч	$10^{-3,15}$	721,4	171,63	4,21	-	-

Рост числа дефектов и перенапряженных связей в структуре композита с увеличением продолжительности теплового старения увеличивает значения структурно - механической константы β . Рост констант τ_m и U говорит о доотверждении связующего и переходе процесса разрушения в процесс деформирования, что связано с ростом пластических свойств наполнителя. Такое изменение констант увеличивает долговечность I_{gt} ДВП после 120 ч в 1,3 раза, однако наблюдается большая величина прогиба, что недопустимо при эксплуатации.

Фотоокислительная деструкция в течение 300 ч уменьшает величину минимальной долговечности τ_m и увеличивает значения структурно - механической константы γ , что говорит об уменьшении размеров кинетических единиц, участвующих в разрыве связей. Дополнительное структурирование полимерной смолы и повышение прочности древесного наполнителя под действием УФ-облучения повышает величину энергии активации U_0 . В результате после 300 ч облучения долговечность I_{gt} ДВП снижается на 10%.

ВЫВОДЫ

1. Исследование стойкости ДВП к действию искусственного старения обнаружило нарушение адгезионного взаимодействия между древесным наполнителем и полимерным связующим, в результате которого снижаются его механические свойства и долговечность.

2. Естественное старение в условиях умеренного климата в результате совокупности физико-химических превращений снижает механические свойства композита. Установленное соответствие между продолжительностями искусственного и есте-

ственного старения позволяет прогнозировать изменение механических свойств композита по результатам ускоренных лабораторных режимов испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Азаров В.И., Буров А.В., Оболенская А.В.* Химия древесины и синтетических полимеров. – СПб.: СПбЛТА, 1999.
2. *Павлов Н.Н.* Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. – М.: Химия, 1982.
3. *Вайтулевич Е.А., Бабкина О.В., Светличный В.А.* Термический анализ органических полимерных материалов и композитов. – Томск: Томский государственный университет, 2011.
4. *Ярцев В.П., Киселева О.А., Сашин М.А.* Прогнозирование прочностной и деформационной работоспособности древесины и древесных композитов // Вестник Тамбовского гос. технич. ун-та. – 2006. Т.12. № 1. С. 145...153.
5. *Ерофеев А.В., Ярцев В.П.* Влияние атмосферных воздействий на прочность декоративных плит // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2014, № 1 (50). С.114...118.

REFERENCES

1. *Azarov V.I., Burov A.V., Obolenskaja A.V.* Himija drevesiny i sinteticheskikh polimerov. – SPb.: SPbLTA, 1999.
2. *Pavlov N.N.* Starenie plastmass v estestvennyh i iskusstvennyh uslovijah. – M.: Himija, 1982.
3. *Vajtulevich E.A., Babkina O.V., Svetlichnyj V.A.* Termicheskij analiz organicheskikh polimernyh materialov i kompozitov. – Tomsk: Tomskij gosudarstvennyj universitet, 2011.
4. *Jarcev V.P., Kiseleva O.A., Sashin M.A.* Prognozirovanie prochnostnoj i deformacionnoj rabotosposobnosti drevesiny i drevesnyh kompozitov // Vestnik Tambovskogo gos. tehnic. un-ta. – 2006. T.12. № 1. S. 145...153.
5. *Erofeev A.V., Jarcev V.P.* Vlijanie atmosferyh vozdejstvij na prochnost' dekorativnyh plit // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. – 2014, № 1 (50). S.114...118.

Рекомендована кафедрой конструкции зданий и сооружений. Поступила 01.06.16.

ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНЫЕ ПЛИТЫ ДЛЯ ФАСАДНОЙ ОТДЕЛКИ ЗДАНИЙ

DECORATIVE AND PROTECTIVE PLATES FOR FACADE DECORATION OF BUILDINGS

A.V. ЕРОФЕЕВ, В.П. ЯРЦЕВ, П.В. МОНАСТЫРЕВ
A.V. EROFEEV, V.P. YARTSEV, P.V. MONASTYREV

(Тамбовский государственный технический университет,
Институт архитектуры, строительства и транспорта)
(Tambov State Technical University,
Institute of Architecture, Civil Engineering and Transport)
E-mail: AV.Erofeev@yandex.ru

В статье рассматриваются разработанные на основе древесных композитов фасадные декоративно-защитные плиты, которые являются одной из разновидностей финишной отделки фасадов зданий, призванной, с одной стороны, придать фасаду неповторимый уникальный облик, а с другой стороны – защитить утеплитель от действия атмосферных факторов. Применение утеплителя обуславливается повышенными требованиями по теплозащите зданий и сооружений. Рассматриваются основные эксплуатационные характеристики разработанных декоративно-защитных плит, а также их изменения в процессе эксплуатации.

In the article developed on the basis of wood composites facade decorative and protective plates, which are one variety of finishing facades of buildings, designed on the one hand to give the facade a unique look and with the other hand to protect the insulation from the action of atmospheric factors. The use of insulation is due to increased requirements for thermal protection of buildings and structures. The article discusses the main performance characteristics of the developed decorative and protective plates, and also their changes in process of operation.

Ключевые слова: декоративно-защитные плиты, отделка фасадов, теплозащита.

Keywords: decorative and protective plate, the decoration of the facades, thermal protection.

Декоративно-защитные плиты для фасадной отделки зданий разработаны в виде слоистого композита, состоящего из подложки (основа), связующего и материала декоративного слоя. В качестве основы декоративно-защитных плит предложены: цементно-стружечная плита марки ЦСП-1, древесно-стружечная плита марки П-Б, древесноволокнистая плита, фанера марки ФСФ [1]. Приведенные материалы являются широко распространенными, отличаются высоким уровнем теплозащитных

свойств и прогнозируемой способностью создания прочного адгезионного соединения со смолами. В качестве связующего декоративно-защитных плит предложены термореактивные смолы: полиэфирная смола марки ПН-1 и эпоксидная смола марки ЭД-20, которые после полимеризации становятся экологически безопасными материалами [1]. В качестве материала декоративного слоя предложены: керамзитовый песок фракции 0...5 мм с размером частиц от 0,14 до 5 мм, древесные опилки

хвойных пород длиной не более 5 мм и влажностью не более 10% и природный песок средней крупности [1]. Выбор материала декоративного слоя обусловлен низкой стоимостью и доступностью.

Для рационального использования материальных ресурсов при производстве декоративно-защитных плит необходимо знать оптимальный расход материала декоративного слоя на единицу площади, который определялся экспериментально путем нанесения на основу материала декоративного слоя массой в 20, 40, 60 и 80% от максимального. Оптимальный расход керамзитового песка составляет 80% (2,94 кг/м² / 2,1 кг/м²) от максимального, древесных опилок – 60% (0,251 кг/м² / 0,083 кг/м²) и природного песка – 40% (0,276 кг/м² / 0,152 кг/м²) для декоративно-защитных плит со связующим из полиэфирной / эпоксидной смолы [2].

Основными эксплуатационными прочностными характеристиками декоративно-защитных плит являются прочность при поперечном изгибе, адгезионная прочность соединения "связующее – основа" и твердость декоративного слоя.

Сравнительно небольшой разброс прочности при поперечном изгибе для декоративно-защитных плит на идентичной основе позволяет сделать вывод о том, что прочность плит преимущественно зависит от материала основы [3]. Данный вывод позволяет снизить стоимость декоративно-защитных плит путем применения дешевых видов смол. Однако такая замена не должна ухудшать экологичность плит.

Изменение прочности декоративно-защитных плит после теплового и ультрафиолетового старения подчиняется зависимости [4]:

$$\sigma = a_{\sigma}t^2 + b_{\sigma}t + c_{\sigma}, \quad (1)$$

а при циклическом замораживании-оттаивании [4]:

$$\sigma = a_{\sigma}n^2 + b_{\sigma}n + c_{\sigma}, \quad (2)$$

где σ – прочность при поперечном изгибе, МПа; t – время действия рассматриваемых

атмосферных факторов, ч; n – количество циклов замораживания-оттаивания, шт.; a_{σ} , b_{σ} , c_{σ} – коэффициенты, зависящие от вида основы, связующего и материала декоративного слоя, а также от вида воздействия. Значение коэффициента c_{σ} определяет исходную прочность декоративно-защитной плиты.

При циклическом замораживании-оттаивании наблюдается падение прочности декоративного слоя, которое объясняется деструкцией материала при переходе жидкости из одного агрегатного состояния в другое с увеличением объема.

При тепловом и ультрафиолетовом старении наблюдается увеличение начальной прочности вследствие дополнительной полимеризации термореактивной смолы. После завершения процесса полимеризации смолы прочность декоративно-защитных плит начинает падать. Падение прочности декоративно-защитных плит после теплового старения объясняется с позиции термофлуктуационной концепции. Кинетическая единица, находящаяся в потенциальной яме, колеблется около положения равновесия. Существует вероятность того, что в определенный момент времени она сможет преодолеть энергетический барьер. Следовательно, кинетическая единица теряет свое местоположение, образовав в структуре материала дефект. При повышении температуры вероятность образования дефектов возрастает. Образование большого числа дефектов приводит к снижению прочности.

Падение прочности декоративно-защитных плит и твердости декоративного слоя после ультрафиолетового старения обусловлено тем, что уровень УФ-радиации выше, чем уровень, при котором происходит разрушение химических связей в полимерных цепях. Таким образом, поглощенная энергия вызывает разрушение наиболее слабых химических связей. При этом образуются активные свободные радикалы, которые инициируют деструкцию полимера.

Наименьшую адгезионную прочность имеет соединение "полиэфирная смола – ЦСП" (0,53 МПа) и "эпоксидная смола –

ЦСП" (0,74 МПа). Данный факт объясняется с позиции механической теории адгезии: ЦСП имеет низкую степень шероховатости поверхности (80 мкм) и пористости, смолы не пропитывают граничные слои. Следовательно, площадь контакта в данном случае значительно ниже площади контакта в соединениях "смола – ДСП" и "смола – фанера", в которых смолы пропитывают граничные слои основы. Причем в первом случае глубина пропитки в несколько раз выше, чем во втором. Тогда согласно механической теории адгезионная прочность соединений "полиэфирная смола – ДСП" (1,4 МПа) и "эпоксидная смола – ДСП" (1,55 МПа) должна быть выше, чем для соединений "полиэфирная смола – фанера" (2,4 МПа) и "эпоксидная смола – фанера" (3,17 МПа). Полученные опытным путем данные дают диаметрально противоположную картину. Данный факт объясняется тем, что разрушение соединений происходит вне зоны пропитки граничных слоев, то есть происходит не адгезионное, а когезионное разрушение.

Декоративно-защитные плиты на основе ЦСП со связующим из полиэфирной и эпоксидной смол не выдержали четырех и восьми циклов замораживания-оттаивания соответственно, так как произошло отслоение декоративного слоя от основы. Этот факт также подтверждает вывод о низкой адгезионной прочности соединений "ЦСП – полиэфирная смола" и "ЦСП – эпоксидная смола" [1].

Основными эксплуатационными теплофизическими свойствами декоративно-защитных плит являются тепловое сопротивление, коэффициенты линейного термического расширения и теплопроводности.

Коэффициент линейного термического расширения для плиты на основе фанеры со связующим из полиэфирной смолы равен $5,82 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, а со связующим из эпоксидной смолы – $2,92 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Испытания показали, что для рассмотренных плит различие коэффициентов линейного термического расширения исходных материалов не приводит к разрушению комбинированного материала. Вид атмосферного воздействия

и его продолжительность не оказывают влияния на характер дилатометрических кривых. Однако коэффициент линейного термического расширения после атмосферных воздействий изменяется, что говорит о незначительных изменениях, происходящих в структуре материала.

Коэффициенты теплопроводности декоративно-защитных плит на основе фанеры в зависимости от вида связующего и материала декоративного слоя лежат в диапазоне от 0,116 до 0,123 Вт/(м·К). В полученный диапазон попадает коэффициент теплопроводности фанеры (0,12 Вт/(м·К)). Следовательно, связующие и материал декоративного слоя практически не оказывают влияния на коэффициент теплопроводности и тепловое сопротивление декоративно-защитных плит, которые определяются теплофизическими свойствами основы плиты.

ВЫВОДЫ

1. На основании проведенных исследований для фасадной отделки зданий можно рекомендовать декоративно-защитные плиты на основе фанеры, для которых эксплуатационная долговечность составляет не менее 15 лет [1]. От применения плит на основе ЦСП, ДСП и ДВП для фасадной отделки зданий рекомендуется отказаться из-за низкой адгезионной прочности соединения "основа – смола", высоких влажностных деформаций и коробления плит при циклическом замачивании – высушивании соответственно.

2. На основе расчета дополнительных напряжений, возникающих в материале при отсутствии возможности свободного расширения при повышении температуры, доказано, что при монтаже декоративно-защитных плит на основе фанеры необходимость устройства зазора отсутствует, так как дополнительные напряжения не превышают 1 МПа [5].

Запас по прочности для Тамбовской области для декоративно-защитных плит на основе фанеры размерами 60×60 см составит не менее 95%.

1. *Ерофеев А.В.* Долговечные декоративно-защитные плиты на основе древесных композитов для фасадной отделки зданий: Дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2014.

2. *Ерофеев А.В., Ярцев В.П.* О рациональном использовании материала декоративного слоя при производстве защитных плит // Интернет-вестник ВолгГАСУ. – 2013, № 1 (25). С. 1...4. – <http://vestnik.vgasu.ru>

3. *Ярцев В.П., Ерофеев А.В.* Прочность декоративных плит при поперечном изгибе // Сб. мат. XIII Междунар. научн.-техн. конф.: Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии. – Тула, 2012. С. 122...123.

4. *Ерофеев А.В., Ярцев В.П.* Влияние атмосферных воздействий на прочность декоративных плит // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – Тамбов, 2014, №1 (50). С.114...118.

5. *Ерофеев А.В.* Разработка долговечных декоративно-защитных плит на основе древесных композитов для фасадной отделки зданий (Development of durable exterior insulation finishing systems based on composite timber technology for building facades) // Advanced materials and technologies. – 2016, №2. P.61...68.

1. *Erofeev A.V.* Dolgovechnye dekorativno-zashhitnye plity na osnove drevesnykh kompozitov dlja fasadnoj otdelki zdaniy: Dis. ... kand. tehn. nauk. – Voronezh, 2014.

2. *Erofeev A.V., Jarcev V.P.* O racional'nom ispol'zovanii materiala dekorativnogo sloja pri proizvodstve zashhitnykh plit // Internet-vestnik VolgGASU. – 2013, № 1 (25). S. 1...4. – <http://vestnik.vgasu.ru>

3. *Jarcev V.P., Erofeev A.V.* Prochnost' dekorativnykh plit pri poperechnom izgibe // Sb. mat. XIII Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Aktual'nye problemy stroitel'stva i stroitel'noj industrii. – Tula, 2012. S.122...123.

4. *Erofeev A.V., Jarcev V.P.* Vlijanie atmosferynykh vozdeystvij na prochnost' dekorativnykh plit // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. – Tambov, 2014, №1 (50). S.114...118.

5. *Erofeev A.V.* Razrabotka dolgovechnykh dekorativno-zashhitnykh plit na osnove drevesnykh kompozitov dlja fasadnoj otdelki zdaniy (Development of durable exterior insulation finishing systems based on composite timber technology for building facades) // Advanced materials and technologies. – 2016, №2. P.61...68.

Рекомендована кафедрой конструкции зданий и сооружений ТГТУ. Поступила 01.06.16.

УДК 691.175

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭКСТРУЗИОННОГО ПЕНОПОЛИСТИРОЛА "ПЕНОПЛЭКС"

PHYSICAL AND TECHNICAL BASES OF OPERABILITY OF THE EXTRUDED POLYSTYRENE "PENOPLEX"

А.А. МАМОНТОВ, В.П. ЯРЦЕВ
A. A. MAMONTOV, V.P. YARTSEV

(Тамбовский государственный технический университет)
(Tambov State Technical University)
E-mail: sansanich1409@yandex.ru

В статье рассматривается проблема выявления границ работоспособности экструзионного пенополистирола, соблюдение которых обеспечит его надежную эксплуатацию. Представлены результаты исследования процессов разрушения и деформирования пенопласта с позиций термофлуктуационной теории прочности. Экспериментально установлен вид описывающих их аналитических зависимостей и значения термофлуктуационных констант. Получены диаграммы работоспособности, позволяющие прогнозировать

вать долговечность утеплителя в заданном температурно-силовом диапазоне. С их помощью также можно определить предельную величину нагрузки или температуры, обеспечивающей длительную эксплуатацию экструзионного пенополистирола.

The problem of identifying the boundaries of operability of the extruded polystyrene is considered in the article. Keeping of these limits will provide of reliable operation of the heater. The results of research of destruction and deformation processes of the plastic foams from the standpoint of the thermalfluctuation theory of strength is presented. The form of analytical dependences, describing these processes, is experimentally established. Also values of the thermalfluctuation constants is defined. Charts to predict the longevity of the insulation at a predetermined temperature and force range is obtained. With their help, you can also define the limiting value of load or temperature, providing of long operation of extruded polystyrene.

Ключевые слова: экструзионный пенополистирол "ПЕНОПЛЭКС", работоспособность, термофлуктуационная концепция, поперечный изгиб, сжатие.

Keywords: extruded polystyrene "PENOPLEX", performance, thermalfluctuation concept, transverse bending, compression.

В настоящее время широко распространенным теплоизоляционным материалом являются плиты экструзионного пенополистирола "ПЕНОПЛЭКС". Как правило, они применяются в многослойных конструкциях, работоспособность которых определяется работоспособностью входящих в них материалов. Известно, что ресурс работоспособности теплоизоляционного материала, в отличие от конструкционного, исчерпывается быстрее [1]. Связано это не столько с его несущей способностью, что также немаловажно, сколько с теплоизолирующими свойствами. В процессе эксплуатации в утеплителе возникают напряжения, вызываемые механическими и атмосферными воздействиями. Они ускоряют деструкцию полимера, нарушается замкнутость ячеек, увеличивается проницаемость пенополистирола и, как следствие, его теплопроводность [2]. В свою очередь, это приводит к частым ремонтам конструкций и значительным эксплуатационным затратам, связанным с заменой утеплителя.

Одной из актуальных научных проблем в области полимерных теплоизоляционных материалов является исследование их работоспособности. Поскольку эксплуатация

утеплителя сопровождается одновременным действием механических нагрузок и температур, исследовать его работоспособность необходимо с позиций термофлуктуационной теории разрушения и деформирования твердых тел, позволяющей учесть оба фактора.

С точки зрения термофлуктуационной теории для любого материала существуют три взаимосвязанные границы работоспособности: силовая, временная и температурная [3]. Направленное изменение любого из указанных параметров возможно посредством изменения двух других, что позволяет наиболее полно использовать ресурс материала.

Согласно [3] границами прочностной работоспособности являются соответственно предел длительной прочности (σ , МПа), долговечность (τ , с) и термостойкость (T , °С). Деформационная работоспособность характеризуется пределом длительной текучести (σ_T , МПа), деформационной долговечностью (θ , с) и теплостойкостью (T , °С).

Работоспособность материала определяется небольшой группой физических констант, которые связаны с его составом и

строением. Для определения значений констант необходимо исследовать процессы разрушения и деформирования материала с термоактивационных позиций в условиях одновременного действия нагрузок и температур.

В связи с этим выполнялось исследование работоспособности экструзионного пенополистирола с позиций термофлуктуационной теории разрушения и деформирования твердых тел.

Для определения вида температурно-временной зависимости прочности и величин констант экструзионного пенополистирола "ПЕНОПЛЭКС" проводили длительные механические испытания образцов поперечным изгибом и сжатием по методике, описанной в [3]. По полученным экспериментальным данным в полулогарифмической системе координат строили графики, характеризующие зависимость времени достижения материалом критического состояния от величины возникающих в нем напряжений при соответствующих температурах. Значения физических констант рассчитывали графоаналитическим способом [3].

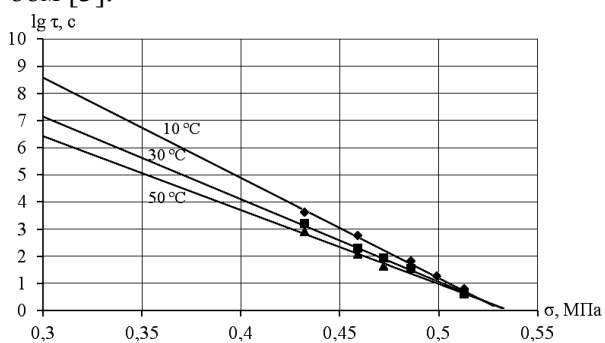


Рис. 1

На рис. 1 представлены зависимости логарифма долговечности ($\lg \tau$, с) пенополистирола "ПЕНОПЛЭКС" от напряжений при поперечном изгибе (σ , МПа) при температурах 10, 30 и 50 °С.

Видно, что графики имеют линейный характер и образуют семейство прямых, сходящихся в одну точку – "полюс". Процесс разрушения экструзионного пенополистирола имеет термофлуктуационную природу. Аналитическая зависимость, связывающая время до разрушения τ , напряжение σ и температуру T , описывается следующим уравнением [3]:

$$\tau = \tau_m \exp \left[\frac{U_0 - \gamma \sigma}{RT} \left(1 - \frac{T}{T_m} \right) \right], \quad (1)$$

где τ_m – минимальная долговечность (период колебания кинетических единиц: атомов, молекул, сегментов), с; U_0 – максимальная энергия активации процесса разрушения, кДж/моль; γ – структурно-механическая константа, кДж/(моль·МПа); T_m – предельная температура существования твердого тела (температура разложения), К; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); τ – время до разрушения (долговечность), с; σ – напряжение, МПа; T – температура, К.

Значения физических констант τ_m , T_m , U_0 , γ для экструзионного пенополистирола "ПЕНОПЛЭКС", эксплуатируемого в условиях поперечного изгиба, приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Физические константы при изгибе "ПЕНОПЛЭКС"			
τ_m , с	T_m , К	U_0 , кДж/моль	γ , кДж/(моль·МПа)
100,37	525	226	432

Из табл. 1 видно, что значения предельной температуры существования T_m и энергии активации U_0 близки соответствующим константам для беспрессового пенополистирола и исходного полимера – полистирола [4], [5]. Незначительное их расхождение объясняется рецептурными особенно-

стями материалов, присутствием в полимере различных добавок. Однородная и упорядоченная структура экструзионного пенополистирола сказывается на величине структурно-механической константы γ , значение которой в 1,2 раза меньше, чем у беспрессовых пенопластов. Достаточно

большое в сравнении с другими пенопластами значение τ_m подтверждает повышенную прочность и жесткость исследуемого материала.

Подставляя полученные значения физических констант в уравнение (1), можно прогнозировать долговечность "ПЕНОПЛЭКС", работающего при поперечном изгибе, в широком диапазоне напряжений и температур, а также определить предел длительной прочности (σ , МПа) и термостойкость (Т, К) материала в любое время эксплуатации (τ , с), выразив их из уравнения.

Прогнозирование границ работоспособности удобно вести с помощью диаграммы, позволяющей оценить как долговечность материала (срок эксплуатации, годы) в заданном температурно-силовом интервале, так и температуру или нагрузку, обеспечивающие его надежную работу при поперечном изгибе в течение установленного срока (рис. 2).

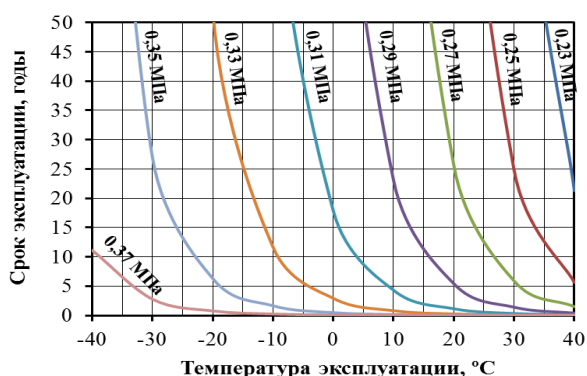


Рис. 2

На основании данной диаграммы можно предположить, что исследуемый материал прослужит более 50 лет, если напряжения, возникающие в нем при изгибе, не будут превышать 0,25 МПа, а температура окружающей среды будет около 25°C.

Деформирование тел, как и разрушение, имеет термофлуктуационную природу, но происходит через разрыв и последующее возникновение межмолекулярных связей.

Этот процесс описывается аналогичным уравнением, в котором изменяется лишь физический смысл констант [3]: T_m – предельная температура размягчения, выше которой полимер не может вести себя как твердое тело; θ_m – период колебания кинетических единиц – сегментов; U_0 – максимальная энергия активации процесса размягчения, которая определяется энергией связей, препятствующих потере формы тела; γ – структурно-механическая константа, характеризующая эффективность механического поля при действии нагрузки.

На рис. 3 показаны зависимости логарифма долговечности ($\lg \theta$, с) пенополистирола "ПЕНОПЛЭКС" от напряжений (σ , МПа) при сжатии до 10% деформации при температурах 20, 40 и 60°C, иллюстрирующие результаты исследования деформационной работоспособности утеплителя.

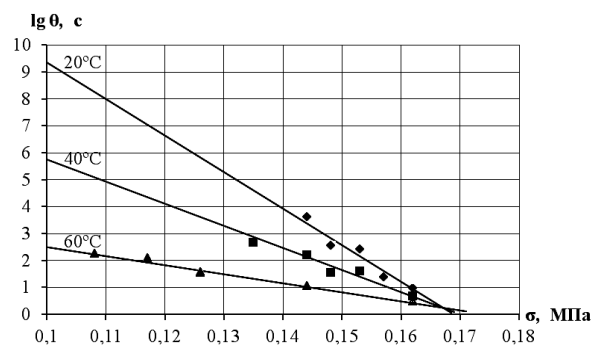


Рис. 3

Видно, что при различных температурах испытаний зависимости логарифма долговечности ($\lg \theta$, с) от напряжений (σ , МПа) имеют линейный характер и сходятся в одну точку – полюс. Деформирование пенополистирола также подчиняется термофлуктуационному механизму. Аналитическое выражение, описывающее их, аналогично уравнению (1), только вместо τ и τ_m следует писать θ и θ_m .

Значения физических констант θ_m , T_m , U_0 , γ для "ПЕНОПЛЭКС" при сжатии до 10% деформации приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Физические константы при сжатии "ПЕНОПЛЭКС"			
θ_m , с	T_m , К	U_0 , кДж/моль	γ , кДж/(моль·МПа)
$10^{0,25}$	349	804	4816

Величины констант θ_m , U_0 , γ значительно превышают соответствующие показатели для беспрессового пенополистирола [4], [5], что объясняется более однородной и жесткой структурой исследуемого материала. При деформировании на 10% в работу включается весь объем образца, что приводит к изменению полного сегмента полимерной цепи. Это подтверждается увеличенным значением θ_m . В отличие от поперечного изгиба температура полюса T_m соответствует начальной температуре размягчения пенополистирола.

Подставляя полученные значения констант в уравнение (1), можно прогнозировать деформационную долговечность "ПЕНОПЛЭКС", работающего в условиях сжатия до 10% деформации в широком диапазоне напряжений и температур. Из уравнения (1) можно определить два других параметра деформационной работоспособности материала: предел длительной текучести (σ , МПа) и теплостойкость (T , К) в любой момент эксплуатации (θ , с).

Использование диаграммы работоспособности экструзионного пенополистирола "ПЕНОПЛЭКС" при деформировании сжатием до 10% деформации (рис. 4) упрощает решение подобных задач.

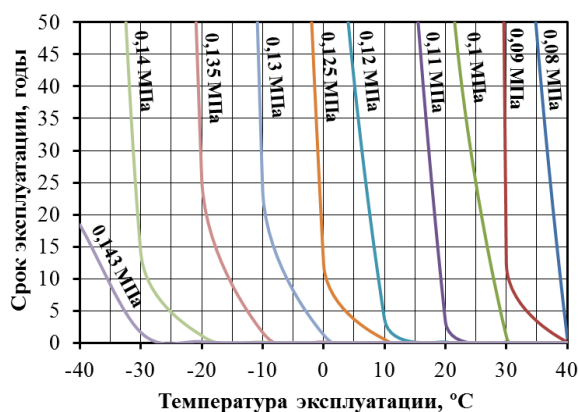


Рис. 4

Из диаграммы видно, что для того, чтобы деформации сжатия пенополистирола, работающего при температуре около 25°C, достигли своего критического значения не ранее 30 лет эксплуатации, уровень

возникающих в нем напряжений должен быть менее 0,1 МПа.

ВЫВОДЫ

1. Процессы разрушения и деформирования экструзионного пенополистирола подчиняются принципу температурно-силовой-временной эквивалентности.

2. Прогнозирование основных параметров работоспособности экструзионного пенополистирола необходимо осуществлять с применением термофлуктуационного подхода.

3. Получены диаграммы работоспособности экструзионного пенополистирола "ПЕНОПЛЭКС", позволяющие прогнозировать продолжительность его эксплуатации в заданных условиях, а также величину температурно-силовых воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александровский С.В. Долговечность наружных ограждающих конструкций. – М.: НИИСФ РААСН, 2004.
2. Гуюмджян П.П., Коканин С.В., Цыбакин С.В. Исследование долговечности пенополистирола строительного назначения // Вестник МГСУ. – 2012, №1. С. 88...93.
3. Ратнер С.Б., Ярцев В.П. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? – М.: Химия, 1992.
4. Андрианов К.А., Ярцев В.П. Влияние состава на прочность, долговечность и термостойкость пенополистирола // Вестник Тамбовского гос. технич. ун-та. – 2002. Т.8, №2. С. 331...335.
5. Мамонтов С.А., Киселева О.А. Влияние старения на долговечность пенополистирола // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2012, №2(40). С. 39...44.

REFERENCES

1. Aleksandrovskij S.V. Dolgovechnost' naruzhnyh ograzhdajushih konstrukcij. – M.: NIISF RAASN, 2004.
2. Gujumdzhan P.P., Kokanin S.V., Cybakin S.V. Issledovanie dolgovechnosti penopolistirola stroitel'nogo naznachenija // Vestnik MGSU. – 2012, №1. S. 88...93.
3. Ratner S.B., Jarcev V.P. Fizicheskaja mehanika plastmass. Kak prognoziruut rabotosposobnost'? – M.: Himija, 1992.

4. Andrianov K.A., Jarcev V.P. Vlijanie sostava na prochnost', dolgovechnost' i termostojkost' penopolistirola // Vestnik Tambovskogo gos. tehnic. un-ta. – 2002. T.8, №2. S. 331...335.

5. Mamontov S.A., Kiseleva O.A. Vlijanie starenija na dolgovechnost' penopolistirola // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. – 2012, №2(40). S. 39...44.

Рекомендована кафедрой конструкции зданий и сооружений. Поступила 01.06.16.

УДК 691+677

**ВЛИЯНИЕ ВИДА СВЯЗУЮЩЕГО
НА ПРОЧНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ИЗ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ**

**INFLUENCE OF THE BINDER
ON DURABILITY OF COMPOSITE SLABBY MATERIALS
FROM LIGNOTSELLYULOZNY WASTE**

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

(Костромской государственный университет)
(Kostroma State University)
E-mail: info@kstu.ed.ru

В статье выполнено исследование влияния видов связующих на предел прочности при изгибе плитных материалов, изготовленных на совмещенном наполнителе «льняная пыль + древесные опилки».

In the article the research of influence of types binding on strength is executed in case of a bend of the slabby materials made on the combined filler "linen dust + wood sawdust".

Ключевые слова: отходы текстильных предприятий, опилки, композиционные материалы, связующее, статический изгиб, прочность.

Keywords: waste of the textile entities, sawdust, composite materials, binding, static bend, durability.

На предприятиях по переработке льняного волокна доля пылевых невозвратных отходов составляет до 1% сырья [1...4]. Процессы переработки древесины имеют значительный сырьевой ресурс, поэтому в работе выполнено исследование на совмещенном наполнителе "льняная пыль + древесные опилки". Изготавливался компози-

ционный плитный материал низкой плотности (теплоизоляционного назначения), аналог его – древесно-волокнистые плиты мокрого способа производства [5...7]. Пресс-композиция имеет следующий состав наполнителя: льняная пыль 50%, древесные опилки хвойных пород 50%.

При использовании лигноцеллюлозных отходов в качестве сырьевого ресурса для производства композиционных строительных материалов необходимо оценить, какие виды связующих значимо влияют на предел прочности при изгибе плитных материалов. В качестве вариантов связующего для композиционного материала были выбраны: поликонденсационные терморезактивные смолы – карбамидоформальдегидная смола (КФС) с отвердителем NH_4Cl и фенолоформальдегидная смола марки СФЖ-3014; жидкое стекло – $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$, (модуль $n = 1,6 \dots 3,75$), алюмохромфосфатное связующее $\text{CrAl}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_n$, ($n = 8,8 \dots 9,6$). Образцы композиционного

плитного материала данного состава были изготовлены и испытаны на статический изгиб.

Проверку наличия влияния вида связующего на выходную величину – предел прочности при изгибе – выполняли с использованием однофакторного дисперсионного анализа [8]. Фактор А – вид связующего, варьировался на следующих уровнях: a_1 – КФС + NH_4Cl ; a_2 – СФЖ; a_3 – жидкое стекло; a_4 – алюмохромфосфатное связующее. План и результаты экспериментального исследования влияния фактора на предел прочности плит при статическом изгибе приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уровни фактора А		Значение предела прочности при изгибе σ_n , МПа Y_{ij}	Среднее арифметическое уровня \bar{Y}_i	Дисперсия уровня S_i^2
Натуральное обозначение уровня – вид связующего	Кодированное обозначение			
КФС + NH_4Cl	a_1	0,015; 0,066; 0,009; 0,048; 0,054	0,0384	0,0006
СФЖ	a_2	0,096; 0,051; 0,103; 0,064; 0,096	0,082	0,0005
Жидкое стекло	a_3	0,139; 0,133; 0,117; 0,152; 0,108	0,13	0,0003
Алюмохромфосфатное связующее	a_4	0,247; 0,205; 0,210; 0,348; 0,245	0,251	0,003

Однородность дисперсий в разных точках экспериментального плана (на разных уровнях фактора А) проверяли по критерию Кохрена. Табличное значение критерия Кохрена определяли по уровню значимости $q = 0,05$, количеству выборок $m = 4$ и числу степеней свободы каждой выборки $f = n - 1 = 5 - 1 = 4$: $G_T(q=0,05; m=4; f=5-1=4) = 0,63$.

Расчетное значение критерия Кохрена $G_p = 0,597$, поскольку выполняется условие $G_p \leq G_T$, дисперсии экспериментальных

данных на всех уровнях однородны, разброс результатов эксперимента является случайным и не влияет на достоверность статистических результатов. Результаты определения дисперсии S_A^2 , характеризующей рассеяние между средними арифметическими на $m = 4$ уровнях и общим средним по всему эксперименту, и остаточной дисперсии S_n^2 , приведены в табл. 2. Однородность дисперсий проверяли по критерию Фишера.

Т а б л и ц а 2

Дисперсии		Значения критерия Фишера		Значимость влияния фактора
Фактора А S_A^2	Остаточная S_n^2	Табличное F_T	Расчетное F_p	
0,055	0,0011	3,24	50	Значим

Остаточная дисперсия характеризует среднее рассеяние в эксперименте между элементами выборки и средним арифметическим по всему эксперименту. Поскольку выполняется соотношение $F_p > F_T$, дисперсия фактора А S_A^2 и остаточная дисперсия

S_n^2 неоднородны, фактор А (вид связующего) значимо влияет на выходную величину – предел прочности композиционных плит при статическом изгибе. Поскольку эти дисперсии неоднородны, то разброс между средними арифметическими по

уровням \bar{Y}_i и общим средним по эксперименту \bar{Y} не сопоставим с разбросом внутри каждого уровня S_i^2 и не может объясняться случайными ошибками опыта.

ВЫВОДЫ

Использование алюмохромфосфатного связующего (АХФС) позволяет создать более гибкую клеевую систему, в результате чего увеличение внешней нагрузки приводит к перераспределению плотности связей между соседними цепями. Конкуренция между процессами разрушения и релаксации связующего позволяет получить для образцов композита на АХФС предельную прочность при статическом изгибе, значительно превышающую данный показатель для прочих связующих, использованных в данном эксперименте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ишматов А.Б., Рудовский П.Н., Яминова З.А. Применение серицина для шлихтования основ // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности – 2012, № 6. С. 98...102.
2. Ишматов А.Б., Рудовский П.Н. Получение пряжи из отходов шелкомотальных фабрик // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2012, № 1 (28). С. 18...20.
3. Титунин А.А., Вахнина Т.Н. Исследование эксплуатационных показателей древесных композиционных материалов с использованием вторичного древесного сырья // Вестник МГСУ. – 2011, №7. С.641...645.
4. Сусоева И.В. Новый способ измерения интенсивности пылесаждения на текстильном предприятии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №5. С. 134...137.
5. Сусоева И.В., Вахнина Т.Н., Ибрагимов А.М. Исследование физико-механических свойств строительных композиционных материалов на основе пылевидных лигноцеллюлозных отходов текстильных предприятий // Вестник Костромского гос. ун-та. – 2016, №1(36). С. 73.
6. Вахнина Т.Н., Сусоева И.В., Румянцев С.Н., Цыбакин С.В. Исследование физико-механических свойств строительных композиционных материалов на основе пылевидных лигноцеллюлозных отходов текстильных предприятий // Вестник Костромского гос. ун-та. Серия "Экономические науки" – 2016, №1(6). С. 28.

7. Сусоева И.В., Вахнина Т.Н., Ибрагимов А.М. Исследование интенсивности образования пылевидных отходов текстильных предприятий, используемых для производства строительных лигноцеллюлозных композиционных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №2. С. 219...222.

8. Вахнина Т.Н. Методы и средства научных исследований. – В 2-х ч. Ч. 2.: Расчетно-графические и исследовательские работы. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технолог. ун-та, 2015.

REFERENCES

1. Ishmatov A.B., Rudovskij P.N., Jaminova Z.A. Primenenie sericina dlja shlihtovaniya osnov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti – 2012, № 6. S. 98...102.
2. Ishmatov A.B., Rudovskij P.N. Poluchenie prjazi iz othodov shelkomotal'nyh fabrik // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2012, № 1 (28). S. 18...20.
3. Titunin A.A., Vahnina T.N. Issledovanie jekspluatacionnyh pokazatelej drevesnyh kompozicionnyh materialov s ispol'zovaniem vtorichnogo drevesnogo syr'ja // Vestnik MGSU. – 2011, №7. S.641...645.
4. Susoeva I.V. Novyj sposob izmerenija intensivnosti pyleosazhdenija na tekstil'nom predpriyatii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №5. S. 134...137.
5. Susoeva I.V., Vahnina T.N., Ibragimov A.M. Issledovanie fiziko-mehaničeskikh svojstv stroitel'nyh kompozicionnyh materialov na osnove pylevidnyh lignocelljuloznyh othodov tekstil'nyh predpriyatij // Vestnik Kostromskogo gos. un-ta. – 2016, №1(36). S.73.
6. Vahnina T.N., Susoeva I.V., Rumjancev S.N., Cybakin S.V. Issledovanie fiziko-mehaničeskikh svojstv stroitel'nyh kompozicionnyh materialov na osnove pylevidnyh lignocelljuloznyh othodov tekstil'nyh predpriyatij // Vestnik Kostromskogo gos. un-ta. Serija "Jekonomičeskie nauki" – 2016, №1(6). S.28.
7. Susoeva I.V., Vahnina T.N., Ibragimov A.M. Issledovanie intensivnosti obrazovaniya pylevidnyh othodov tekstil'nyh predpriyatij, ispol'zuemyh dlja proizvodstva stroitel'nyh lignocelljuloznyh kompozicionnyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, №2. S. 219...222.
8. Vahnina T.N. Metody i sredstva nauchnyh issledovanij. – V 2-h ch. Ch. 2.: Raschetno-grafičeskie i issledovatel'skie raboty. – Kostroma: Izd-vo Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta, 2015.

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 07.02.17.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАКУУМНЫХ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПАНЕЛЕЙ

POSSIBILITY OF COTTON FIBERS APPLICATION FOR PRODUCTION OF VACUUM INSULATING PANELS

В.П. СЕЛЯЕВ, А.М. ДАНИЛОВ, П.В. СЕЛЯЕВ, Н.Н. КИСЕЛЕВ, О.Г. МАШТАЕВ, Е.Л. КЕЧУТКИНА
V.P. SELYAEV, A.M. DANILOV, P.V. SELYAEV, N.N. KISELEV, O.G. MASHTAEV, E.L. KECHUTKINA

(Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)
(Mordovian State University named after N.P. Ogarev,
Penza State University of Architecture and Building)
E-mail: ntorm80@mail.ru; fmatem@pguas.ru

Экспериментально обоснована возможность применения в качестве наполнителя для вакуумных изоляционных панелей хлопкового волокна.

Установлено, что на его основе можно производить панели с коэффициентом теплопроводности 0,005 Вт/м °С. Разработаны на основе плана Кифера-Коно математические модели, позволяющие оптимизировать соотношение зернистого и волокнистого наполнителя для получения панелей типа VIP с заданными показателями по теплопроводности.

Экспериментальные исследования подтвердили конкурентоспособность предлагаемых панелей VIP с зарубежными аналогами. Показано влияние вида и количественного соотношения компонентов наполнителя на теплопроводность панелей.

There is experimental justification of possibility of using cotton fiber as a filler for vacuum insulating panels.

During the research, the possibility of creating vacuum insulating panels based on cotton fiber with a coefficient of thermal conductivity of 0.005 W /m°C was confirmed. Mathematical models were developed on the basis of the Kiefer-Kono plan, which allows to optimize the ratio of granular and fibrous filler to obtain vacuum insulating panels with specified parameters for thermal conductivity.

Experimental research work has confirmed the competitiveness of the proposed vacuum insulating panels with foreign counterparts. The influence of the type and the quantitative ratio of the filler components on the thermal conductivity of the panels was shown. The possibility of using cotton fiber as a filler for vacuum insulating panels has been experimentally substantiated.

Ключевые слова: вакуумная изоляционная панель, тонкодисперсный кремнезем, хлопковое волокно, диатомит, коэффициент теплопроводности.

Keywords: vacuum insulating panel, finely divided silica, cotton fiber, diatomite, thermal conductivity coefficient.

Энергосбережение – одна из основных задач современности. Исследования показывают, что из-за нерациональных проектных решений тепловой защиты зданий и сооружений около 40% тепла теряется через

ограждающие конструкции [1]. Поэтому разработка высокоэффективных систем теплоизоляции зданий является актуальной задачей.

В последние годы исследователи развитых стран уделяют большое внимание разработке вакуумных изоляционных панелей (типа VIP) на основе наноструктурированного дисперсного минерального порошка [2...7].

Многочисленными исследованиями установлено, что для производства вакуумных изоляционных панелей необходимо особое внимание уделить наполнителям: минеральным дисперсным порошкам, волокнам и добавкам, блокирующим перенос тепла излучением [6], [8], [9].

Многие исследователи считают [6], [7], [10...12], что в качестве дисперсного наполнителя наиболее подходящим является дисперсный порошок кремнезема с размером частиц 20...100 нм и содержанием оксида кремния более 95%. Задача создания технологий производства подобного кремнезема решается различными способами [13...17]. Авторами предложена технология получения порошка аморфного кремнезема золь-гель методом из природного диатомита [18].

В качестве волокнистого наполнителя, который составляет 5...20% от общей массы наполнителя, предлагают применять волокна из стекла, базальта [6], [11]. Предполагаем, что волокна органического происхождения, отходы ткацкого производства могут быть вполне конкурентоспособными

базальтовым или стеклянным и даже снизить стоимость и теплопроводность панелей.

Целью настоящей работы является изучение возможности применения и влияния хлопкового волокна на теплозащитные свойства вакуумных панелей, разработка экспериментально-статистических полиномиальных моделей влияния вида и соотношения наполнителей на теплопроводность вакуумных панелей.

Для исследования влияния вида зернистого и волокнистого наполнителя на теплозащитные свойства панелей типа VIP были изготовлены образцы панелей размером 140×125×10 мм и 160×140×10 мм. Оболочка выполнялась из металлизированной полимерной пленки PA/PE. В качестве дисперсного наполнителя применяли: природный измельченный диатомит; микрокремнеземы осажденные, пирогенные, конденсированные и полученные по предложению авторов золь-гель методом. Волокнистые наполнители применялись на основе стекла, базальта и хлопка. Добавкой-блокиратором являлся порошок диоксида титана. В исследуемых составах варьирование двух переменных факторов (x_1, x_2 – массовое, количество волокна и порошка) проводили на трех уровнях – 1; 0; +1 по плану Кифера-Коно (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Варьируемые факторы	Уровень фактора в i-м опыте								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_1 – количество волокна	0	1	0	-1	0	1	1	-1	-1
x_2 – количество порошка	0	0	1	0	-1	1	-1	-1	1

Изготовление VIP-панелей осуществляли с применением вакуумного упаковщика Henkelman Polar 52. Определение коэффициента теплопроводности выполняли путем измерения плотности теплового потока с применением прибора ИПП-2 на лабораторной установке согласно ГОСТу 7076–99. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме, ГОСТу 25380–92. Метод измерения плотности теп-

ловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции.

Достоверность экспериментальных данных оценивали методами статистического анализа. Аналитическое описание зависимости теплопроводности от состава и соотношения дисперсных и волокнистых наполнителей проводили на основе полиномиальных моделей, полученных путем реализации D-оптимальных планов Кифера-Коно, построенных на кубе при $n = 2$ [24].

Реализация плана Кифера-Коно позволила описать зависимость теплопроводности VIP-панелей от содержания волокна (x_1) и минерального порошка (x_2) регрессионным уравнением второго порядка вида:

$$y = \vartheta_0 + \vartheta_1 x_1 + \vartheta_2 x_2 + \vartheta_{12} x_1 x_2 + \vartheta_{11} x_1^2 + \vartheta_{22} x_2^2. \quad (1)$$

Коэффициенты регрессии определяли по формуле:

$$\vartheta_{ij} = (A^T A)^{-1} A^T y_i = C A^T y_i.$$

Последовательность и методика построения матрицы A , оценки значимости коэффициентов регрессии по t -критерию и адекватности уравнения по F -критерию приведены в работе [25].

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Состав наполнителя VIP	Градиент, °С	Уровни варьирования			Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м °С
			безразмерные	$x_1, 2$	$x_2, 2$	
1	Белая сажа + хлопковое волокно	10	-1	2,5	87,5	0,009
			0	5,0	90,0	0,004
			+1	7,5	92,5	0,006
2	Белая сажа + хлопковое волокно	20	-1	2,5	87,5	0,012
			0	5,0	90,0	0,008
			+1	7,5	92,5	0,011
3	Белая сажа + хлопковое волокно	20 без вакуума	-1	2,5	87,5	0,022
			0	5,0	90,0	0,024
			+1	7,5	92,5	0,021
4	Белая сажа + базальтовое волокно	20	-1	5,0	100,0	0,012
			0	10,0	125,0	0,016
			+1	15,0	150,0	0,015
5	Диатомит + стекловолокно	10	-1	5,0	100,0	0,016
			0	7,0	125,0	0,015
			+1	9,0	150,0	0,012
6	Диатомит + стекловолокно	20	-1	5,0	100,0	0,0175
			0	7,0	125,0	0,020
			+1	9,0	150,0	0,02
7	Белая сажа + стекловолокно	20 без вакуума	-1	10,0	55,0	0,053
			0	15,0	60,0	0,049
			+1	20,0	65,0	0,046
8	Микрокремнезем золь-гель метод + стекловолокно	-	-	-	-	0,009
9	VIP – "Дейли", Китай, огнестойкий	-	-	-	-	0,005 0,008
10	Пенополистирол экструдированный	-	-	-	-	0,018
11	Пенопласт	-	-	-	-	0,022

Т а б л и ц а 3

№ п/п	Панели VIP с наполнителем	Градиент, °С	Коэффициенты регрессии					
			ϑ_0	ϑ_1	ϑ_2	ϑ_{11}	ϑ_{22}	ϑ_{12}
1	Белая сажа + хлопковое волокно	10	0,005	0,000	-0,001	0,001	0,002	0,000
2	Белая сажа + хлопковое волокно	20	0,007	0,001	-0,001	0,002	0,002	-0,001
3	Белая сажа + хлопковое волокно	20 без вакуума	0,021	0,001	-0,001	0,001	0,000	-0,001
4	Диатомит + стекловолокно	10	0,013	0,001	-0,003	0,001	0,001	-0,001
5	Диатомит + стекловолокно	20	0,016	0,002	-0,002	0,003	0,001	-0,002
6	Белая сажа + стекловолокно	20 без вакуума	0,054	-0,001	-0,004	-0,001	-0,001	-0,001

Для того чтобы оценить возможность применения хлопкового волокна в качестве наполнителя при изготовлении VIP-панелей, были изготовлены и испытаны вакуумные панели, наполненные белой сажей и хлопковым волокном при градиенте температур 10 и 20°C, вакуумированные и с нормальным давлением внутри оболочки.

Для определения эффективности влияния на теплозащитные свойства хлопкового волокна были испытаны подобные панели, наполненные базальтовым наполнителем и стекловолокном. Результаты, полученные после статистической обработки результатов эксперимента, представлены в табл. 2, 3 и на графиках рис. 1.

В табл. 2 приведены: составы и количественное содержание по массе в граммах наполнителей; значения измеренных коэффициентов теплопроводности; условия испытания.

В первых семи строках табл. 2 представлены данные о варьировании переменных факторов x_1 и x_2 при реализации плана эксперимента по матрице Кифера-Коно.

В табл. 3 с учетом оценки значимости даны коэффициенты регрессии уравнения (1), позволяющие оценивать влияние вида наполнителя на теплопроводность VIP-панелей.

На рис. 1 (зависимость теплопроводности вакуумной теплоизоляционной панели от содержания в качестве наполнителя порошка белой сажи и хлопкового волокна (б, в, г), стекловолокна (а); измерения проводили при градиенте температуры 10°C (б) и 20°C (г); на рис. 1-в и 1-г панели изготовлены без вакуумирования) представлены графики, позволяющие прогнозировать значения коэффициента теплопроводности при изменении соотношения между дисперсным зернистым и волокнистым наполнителями.

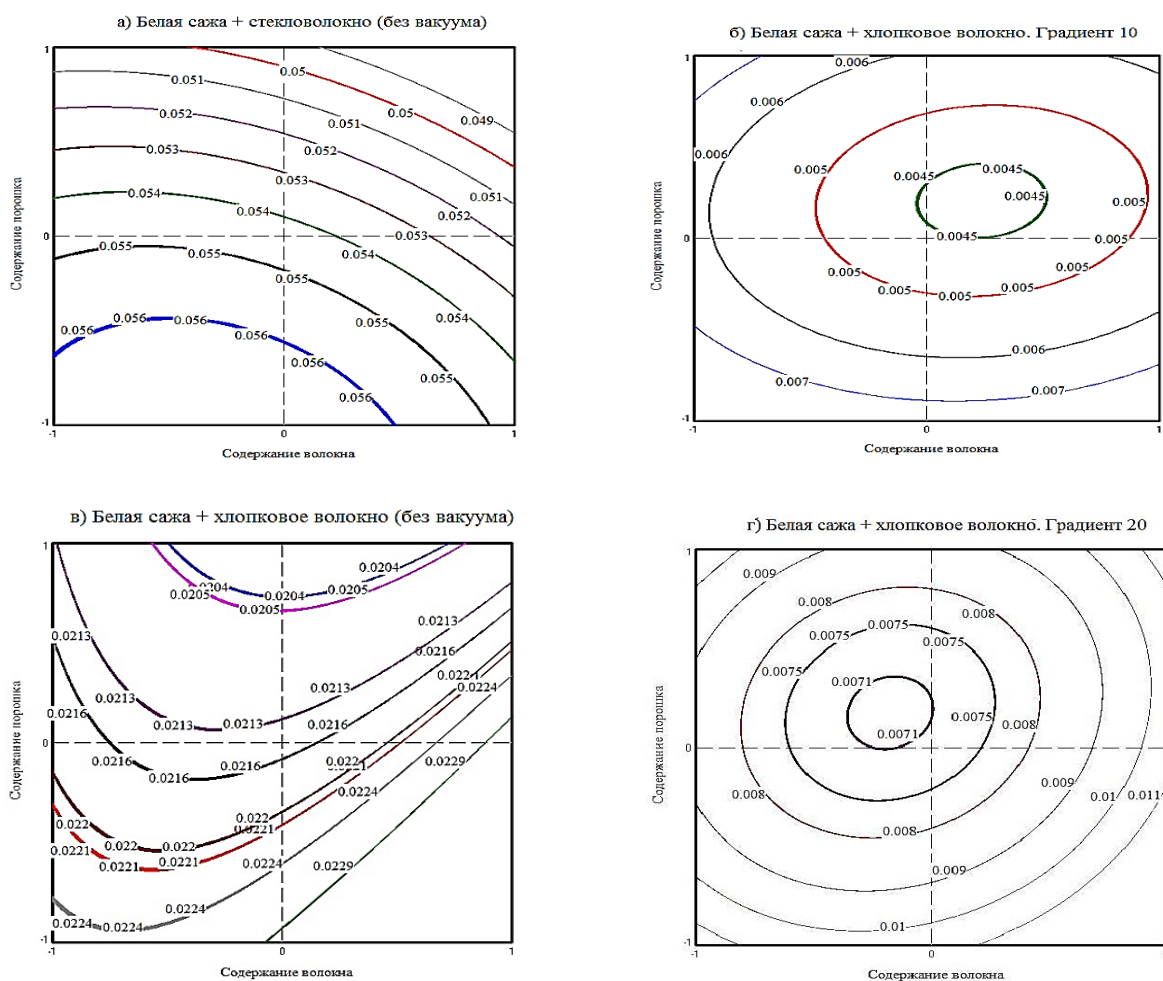


Рис. 1

В результате анализа экспериментальных данных, представленных в табл. 2, 3 и на рис. 1, установлено:

- применение хлопкового волокна в качестве наполнителя дает возможность снизить значения коэффициента теплопроводности VIP до 0,004 Вт/м °С, почти в три раза по сравнению с панелями, наполненными базальтовым или стекловолокном. Оптимальным является содержание волокна в пределах (5...6)% от общей массы наполнителя;

- изменение градиента температуры в диапазоне 10...20° при измерении теплопроводности практически не влияет на количественное значение коэффициента λ , Вт/м °С;

- вакуумированная панель сохраняет теплозащитные свойства и после потери вакуума вследствие длительной эксплуатации или механического повреждения защитной оболочки. Коэффициент теплопроводности панели VIP без вакуумирования увеличивается до 0,02 Вт/м °С, то есть теплозащитные свойства в этом случае соответствуют пенополистиролу;

- теплозащитные панели VIP, с наполнителем из белой сажи и хлопкового волокна, по количественным значениям коэффициента теплопроводности соответствуют китайским аналогам VIP – Дейли.

Полиномиальные модели, представленные уравнением (1), дают возможность оценить влияние каждого варьируемого фактора x_1 и x_2 и возможное синергетическое воздействие факторов на теплопроводность изделий. По величине коэффициента ϵ_0 можно судить о теплопроводности панели при значениях x_1 и x_2 в центре эксперимента, так как $\epsilon_0 = \lambda(x_1 = 0; x_2 = 0)$. Анализируя значения остальных коэффициентов регрессии, можно утверждать: для уменьшения коэффициента теплопроводности панелей VIP необходимо в объеме панели увеличивать долю зернистого наполнителя и снижать до среднего уровня долю волокон; количественные значения коэффициента ϵ_{12} свидетельствуют о том, что в системе наполнителя "минеральный порошок + волокно" синергетический эффект не наблюдается.

Сделанные выводы подтверждаются анализом графиков на рис. 1.

ВЫВОДЫ

1. Хлопковые волокна можно применять в качестве волокнистой составляющей наполнителя вакуумных изоляционных панелей. Они эффективны и дают возможность получить панели с коэффициентом теплопроводности ниже 0,005 Вт/м °С, что соответствует лучшим мировым аналогам.

2. В качестве зернистого наполнителя вакуумных изоляционных панелей рекомендуем применять белую сажу БС-100 и аморфный кремнезем, полученный авторами из диатомита золь-гель методом. Он не требует дополнительной обработки и очистки и содержит более 95% оксида кремния в виде частиц размером 20...100 нм.

3. Наиболее эффективными являются панели VIP, содержащие максимально возможное количество тонкодисперсного микрокремнезема и около 5% от общей массы наполнителя хлопкового волокна, что обеспечивает показатель качества по коэффициенту теплопроводности на уровне 0,005 Вт/м °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Caps R., Friscke J.* Konzepte für den Einsatz, von evakuierten Dämmungen bei Passivhäusern. 4 Passivhaus Tagung. – Kassel, Marz 2000. S. 171...177.
2. *Дульнев Г.Н., Сугалова Г.В.* Теплопроводность моно- и полидисперсных зернистых материалов. Строительная теплофизика. – М-Л.: Энергия, 1966. С. 40...47.
3. *Kumaran K.* Heat, air and moisture transfer in insulated envelope parts. IEA Final Report. – Vol.3 Task 3: Material Properties 1996.
4. *Caps R., Hetfleisch J., Rettelbach Th., Fricke J.* Thermal Conductivity of Spun Glass Fibers as Filler Material for Vacuum Insulations, Thermal Conductivity. – 23, 1966, P. 373...382.
5. *Schwab H., Wachtel J., Heinemann U., Beck A., Fricke J.* Vakuuminisolationspaneele unter baupraktischen Bedingungen. 1 // Conference "VIP-Bau", proceedings. – Rostock-Warnemi'nde, 2003, P. 68...76.
6. *Селяев В.П., Неверов В.А., Осипов А.К. и др.* Теплоизоляционные материалы и изделия на основе вакуумированных дисперсных порошков микрокремнезема и диатомита. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013.

7. Данилевский Л.Н. Вакуумная теплоизоляция и перспективы ее использования в строительстве // Архитектура и строительство. – 2006, №5. С.114...117.
8. Oehler S. Münsterländer Hof renoviert. 9 Internationale Passivhaustagung 2006. – Hannover, 2006. P.57...62.
9. Diefenbach N. Modernisierung von Zweifamilienhäusern auf unterschiedliche energetische Standards unter einatz von Grobelementen mit Vakuumdämmung. 9 Internationale Passivhaustagung 2006. – Hannover, 2006. P. 63...68.
10. Васильев Л.Л. Теплопроводность неметаллических зернистых систем // Строительная теплофизика. – М-Л.: Энергия, 1966. С. 48...56.
11. Дульнев Г.Н., Заричняк Ю.П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. – Л.: Энергия, 1974.
12. Селяев В.П., Осипов А.К., Неверов В.А., Куприяшкина Л.И., Маиштаев О.Г., Сидоров В.В. Теплоизоляционные свойства материалов на основе тонкодисперсных минеральных порошков // Строительные материалы. – 2013, № 1. С. 61...63.
13. Пат. 2474535. Российская Федерация, МПК С 01 В 33/12. Способ получения аморфного диоксида кремния / В.В. Наседкин, Я.О. Ильев, Е.Н. Иванов. Г.П. Галкин; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Технострой" (ООО Технострой).– №2011134416/05; заявл. 17.08.11; опубл. 10.02.13, Бюл. №4.– 18 с.
14. Пат. 2023664. Российская Федерация, МПК С 01 В 33/18, С 09 С1/28. Способ получения осажденного кремнеземного наполнителя / В.В. Дервянко, В.Ф. Соболев, Е.П. Попляков, Ю.Н. Зверев, В.М. Балабанов; заявитель Ленинский горно-химический завод, патентообладатель В.Ф. Соболев.– №5019457/26; заявл. 23.09.91; опубл. 30.11.94, Бюл. №27.– 3 с.
15. Пат. 2394764. Российская Федерация, МПК С 01 В 33/12, В 82 В 1/00. Способ получения диоксида кремния / Л.А. Земнухова, Г.А. Федорищева; заявитель и патентообладатель Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (статус государственного учреждения) (Институт химии ДВО РАН).– №2009114380/15; заявл. 15.04.09; опубл. 20.07.10, Бюл. №20.– 8 с.
16. Пат. 2385292. Российская Федерация, МПК С 01 В 33/18. Способ получения высокодисперсного диоксида кремния / Н.В.Туляков, Ю.Н. Назаров, В.А. Крохин; заявитель и патентообладатель Н.В. Туляков.– №2007131505/15; заявл. 20.08.07; опубл. 27.03.10, Бюл. №9.– 6 с.
17. Пат. 2378194. Российская Федерация, МПК С 01 В 33/18. Реактор синтеза диоксида кремния и способ его получения пламенным гидролизом / В.В. Вавилов, Г.И. Судьяров, П.А. Стороженко, А.Н. Поливанов, А.А. Кочурков; патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений".– №2008103719/15; заявл. 06.02.08; опубл. 10.01.10.
18. Пат.2526454. Российская Федерация, МПК С 01 В 33/18. Способ получения тонкодисперсного аморфного микрокремнезема / В.П. Селяев, А.К. Осипов, А.А. Седова, Л.И. Куприяшкина; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева".– №2013104054/05; заявл. 30.01.13; опубл. 20.08.14, Бюл. №23.– 7 с.
19. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В. и др. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / Под ред. Э.К. Лецкого, пер. с немецк. – М.: Изд-во Мир, 1977.
20. Селяев В.П., Куприяшкина Л.И., Седова А.А., Осипов А.К., Неверов В.А., Нурлыбаев Р.Е. Моделирование технологических режимов модификации природного диатомита для увеличения содержания аморфного диоксида кремния // Изв. вузов. Строительство. – 2015, №3. С.5...14.

REFERENCES

1. Caps R., Friscke J. Konzepte für den Einsatz, von evakuierten Dämmungen bei Passivhäusern. 4 Passivhaus Tagung. – Kassel, Marz 2000. S. 171...177.
2. Dul'nev G.N., Sigalova G.V. Teploprovodnost' mono- i polidispersnyh zernistykh materialov. Stroitel'naja teplofizika. – M-L.: Jenergija, 1966. S.40...47.
3. Kumaran K. Heat, air and moisture transfer in insulated envelope parts. IEA Final Report. – Vol.3 Task 3: Material Properties 1996.
4. Caps R., Hetfleisch J., Rettelbach Th., Fricke J. Thermal Conductivity of Spun Glass Fibers as Filler Material for Vacuum Insulations, Thermal Conductivity. – 23, 1966, P. 373...382.
5. Schwab H., Wachtel J., Heinemann U., Beck A., Fricke J. Vakuumisolationspaneele unter baupraktischen Bedingungen. I // Conference "VIP-Bau", proceedings. – Rostock-Warnemi' mde, 2003, P. 68...76.
6. Seljaev V.P., Neverov V.A., Osipov A.K. i dr. Teploizoljacionnye materialy i izdelija na osnove vakuumirovannyh dispersnyh poroshkov mikrokremlnezema i diatomita. – Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2013.
7. Danilevskij L.N. Vakuumnaja teploizoljacija i perspektivy ee ispol'zovanija v stroitel'stve // Arhitektura i stroitel'stvo. – 2006, №5. S.114...117.
8. Oehler S. Münsterländer Hof renoviert. 9 Internationale Passivhaustagung 2006. – Hannover, 2006. P.57...62.
9. Diefenbach N. Modernisierung von Zweifamilienhäusern auf unterschiedliche energetische Standards unter einatz von Grobelementen mit Vakuumdämmung. 9 Internationale Passivhaustagung 2006. – Hannover, 2006. P. 63...68.
10. Vasil'ev L.L. Teploprovodnost' nemetallicheskikh zernistykh sistem // Stroitel'naja teplofizika. – M-L.: Jenergija, 1966. S. 48...56.
11. Dul'nev G.N., Zarichnjak Ju.P. Teploprovodnost' smesej i kompozicionnyh materialov. – L.: Jenergija, 1974.

12. Seljaev V.P., Osipov A.K., Neverov V.A., Kuprijashkina L.I., Mashtaev O.G., Sidorov V.V. Teploizoljacionnye svojstva materialov na osnove tonkodispersnyh mineral'nyh poroshkov // Stroitel'nye materialy. – 2013, № 1. S. 61...63.
13. Pat. 2474535. Rossijskaja Federacija, MPK S 01 V 33/12. Sposob poluchenija amorfного dioksida kremnija / V.V. Nasedkin, Ja.O. Il'ev, E.N. Ivanov. G.P. Galkin; zajavitel' i patentoobladatel' Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvenost'ju "Tehnostroj" (OOO Tehnostroj).– №2011134416/05; zajavl. 17.08.11; opubl. 10.02.13, Bjul. №4.– 18 s.
14. Pat. 2023664. Rossijskaja Federacija, MPK S 01 V 33/18, S 09 S1/28. Sposob poluchenie osazhdenogo kremnezemного napolnitelja / V.V. Derevjanko, V.F. Sobolev, E.P. Popljakov, Ju.N. Zverev, V.M. Balabanov; zajavitel' Leninskij gorno-himicheskij zavod, patentoobladatel' V.F. Sobolev.– №5019457/26; zajavl. 23.09.91; opubl. 30.11.94, Bjul. №27.– 3 s.
15. Pat. 2394764. Rossijskaja Federacija, MPK S 01 V 33/12, V 82 V 1/00. Sposob poluchenija dioksida kremnija / L.A. Zemnuhova, G.A. Fedorishheva; zajavitel' i patentoobladatel' Institut himii Dal'nevostochnogo otdelenija Rossijskoj akademii nauk (status gosudarstvenного uchrezhdenija) (Institut himii DVO RAN).– №2009114380/15; zajavl. 15.04.09; opubl. 20.07.10, Bjul. №20.– 8 s.
16. Pat. 2385292. Rossijskaja Federacija, MPK S 01 V 33/18. Sposob poluchenija vysokodispersного dioksida kremnija / N.V. Tuljakov, Ju.N. Nazarov, V.A. Krohin; zajavitel' i patentoobladatel' N.V. Tuljakov.– №2007131505/15; zajavl. 20.08.07; opubl. 27.03.10, Bjul. №9.– 6 s.
17. Pat. 2378194. Rossijskaja Federacija, MPK S 01 V 33/18. Reaktor sinteza dioksida kremnija i sposob ego poluchenija plamennym gidrolizom / V.V. Vavilov, G.I. Sud'jarov, P.A. Storozhenko, A.N. Polivanov, A.A. Kochurkov; patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatie "Gosudarstvennyj ordena Trudovogo Krasnogo Znameni nauchno-issledovatel'skij institut himii i tehnologii jelementoorganicheskikh soedinenij".– №2008103719/15; zajavl. 06.02.08; opubl. 10.01.10.
18. Pat.2526454. Rossijskaja Federacija, MPK S 01 V 33/18. Sposob poluchenija tonkodispersного amorfного mikrokmnezema / V.P. Seljaev, A.K. Osipov, A.A. Sedova, L.I. Kuprijashkina; patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija "Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N.P. Ogareva".– №2013104054/05; zajavl. 30.01.13; opubl. 20.08.14, Bjul. №23.– 7 s.
19. Hartman K., Leckij Je., Shefer V. i dr. Planirovanie jeksperimenta v issledovanii tehnologicheskikh processov / Pod red. Je.K. Leckogo, per. s nemeck. – M.: Izd-vo Mir, 1977.
20. Seljaev V.P., Kuprijashkina L.I., Sedova A.A., Osipov A.K., Neverov V.A., Nurlybaev R.E. Modelirovanie tehnologicheskikh rezhimov modifikacii prirodного diatomita dlja uvelichenija sodержanija amorfного dioksida kremnija // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. – 2015, №3. S.5...14.

Рекомендована кафедрой строительных конструкций Мордовского гос. ун-та им. Н.П. Огарева. Поступила 07.02.17.

УДК 677.021.1.025

**ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ КРЕПЛЕНИЯ КОЛКОВ
ОЧИСТИТЕЛЯ ХЛОПКА-СЫРЦА
НА ОЧИСТИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ**

**INFLUENCE OF STIFFNESS FIXATION
PEGS CLEANER FOR RAW COTTON
ON CLEANING EFFECT**

*P.X. ROSULOV
R.KH. ROSULOV*

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)
(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)
Email: rasulov.ruzimurad@mail.ru

Экспериментально подтверждено влияние жесткости крепления колков очистителя крупного сора для хлопка-сырца на очистительный эффект.

Experiments confirmed the effect the elasticity fixing pegs for the cleaner for raw cotton on cleaning effect.

Ключевые слова: хлопок-сырец, очистка, влажность, засоренность, коллок, упругость, очистительный эффект.

Keywords: raw cotton, cleaning, moisture, debris, peg, elasticity, cleaning effect.

Повышение технологической надежности колково-барабанной секции очистителя хлопка-сырца от сорных примесей должно идти по пути оптимизации динамических воздействий колков на волокнистые частицы и снижения повреждения семян хлопка-сырца.

Вопросам оптимизации параметров очистки хлопка-сырца посвящен ряд работ.

Одним из перспективных направлений совершенствования процессов очистки является применение упругих элементов в

конструкции рабочих органов хлопкоочистительных машин.

Наиболее значительные исследования по очистителям крупного сора проведены в работах [1], [2]. Так в частности, Е.Ф. Будиным [1] изучено влияние окружной скорости и диаметра пильчатого барабана на процесс очистки хлопка-сырца от крупного сора. Уточнены зазоры и разводки в основной секции машины – пильчато-колосниковых рабочих органах,

что позволило снизить порокообразование в процессе очистки.

Работы Р.Г. Махкамова [2], [3] посвящены исследованию поверхностей рабочих органов хлопкоочистительных машин и оптимизации их параметров с целью повышения качества волокна, и поэтому большой интерес представляет возможность применения в рабочих органах хлопкоочистительных машин полимерных материалов, позволяющих резко снизить силу трения при взаимодействии с хлопком [4]. Еще раньше такая мысль была высказана в работе [3], где предлагался новый способ питания очистителей крупного сора, позволяющий разделить комки хлопка-сырца на частицы из трех-четырех летучек. В [9] предложен показатель для оценки изменения структуры хлопка-сырца по переходам очистительного оборудования.

В работе И.И. Финкельштейна [5] приводится классификация видов контакта рабочих органов хлопкоочистительных машин с массой хлопка-сырца. Анализ технологического процесса очистки хлопка-сырца, применяемого в США, также доказывает, что требуемого качества волокна можно достичь, увеличивая число воздействий за счет увеличения числа колковых барабанов, которое может колебаться в пределах 20...30 [6].

Автор [7] отмечает, что податливые материалы предпочтительнее применять в качестве основания колков очистителей мелкого сора, потому что колок на податливом основании позволяет увеличить время нарастания нагрузки на перерабатываемый хлопок-сырец, снизить динамические воздействия и за счет этого уменьшить повреждаемость семян. Однако применение в качестве упругого элемента резины вызывает гашение колебаний колка и таким образом сокращает количество воздействий на массу хлопка-сырца с его стороны. Очистительный эффект зависит от характера и количества воздействий на элементарную массу хлопка-сырца в зоне очистки между очистительной сеткой и колками [7]. Увеличение очистительного эффекта путем прину-

дительного возбуждения вибрации в колках доказано в работе [8].

Одним из перспективных направлений модернизации очистителей является крепление колков с помощью упругих элементов. При правильном выборе жесткости крепления можно добиться возбуждения колебаний колка в процессе работы машины. Это позволит увеличить количество воздействий колка на очищаемую массу хлопка-сырца, и за счет этого увеличить очистительный эффект.

Нами разработана конструкция барабана очистителя с колками на упругом основании. На рис. 1 представлена схема крепления колка. Барабан состоит из обечайки 1, колков 2, закрепленных на упругой пластине 3. Пластины с колками крепятся к обечайке барабана заклепками 4.

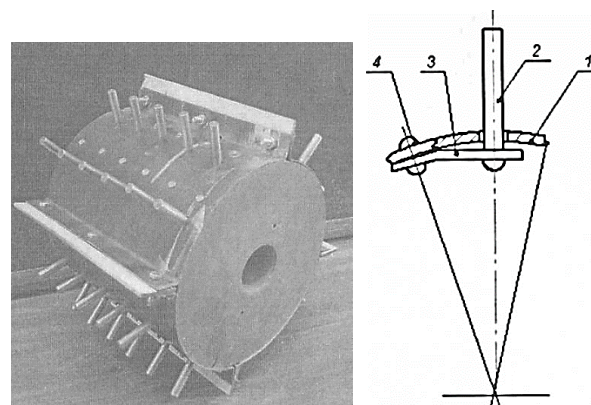


Рис. 1

Жесткость системы крепления колка определяется практически жесткостью пластины. Для проведения экспериментов по исследованию влияния жесткости колка на очистительный эффект было выбрано три варианта пластин, обеспечивающих коэффициент жесткости на конце колка 470, 1100 и 1580 Н/м. В качестве контрольного варианта применялось жесткое крепление колка к обечайке барабана, обеспечивающее коэффициент жесткости на конце колка $6 \cdot 10^5$ Н/м. Жесткость колка в его верхней точке определяли экспериментально.

Для оценки влияния жесткости крепления колков на очистительный эффект в экспериментах использовали хло-

пок-сырец средневолокнистых сортов разновидностей Порлок и Расейдон ручного сбора, I и II сортов, с исходной засоренностью 4,7 и 5,7% и влажностью 7,8...8,4%. Исходное содержание битых семян составило для разновидностей Пор-

лок и Расейдон ручного сбора, I и II сортов, 0,0016 и 0,0107% соответственно.

В табл. 1 приведены значения очистительного эффекта для экспериментального и контрольного вариантов.

Т а б л и ц а 1

Показатели	Очистительный эффект, %			
	колок на упругом основании			колок жестко закреплен
Жесткость колка, Н/м	470	1100	1580	$6 \cdot 10^5$ Н
Порлок с первоначальной засоренностью 4,7%	36,5	40,7	38,5	31,1
Расейдон с первоначальной засоренностью 5,7%	32,6	38,8	36,1	31,1

Из табл. 1 видно, что вначале с увеличением жесткости очистительный эффект растет, а затем начинает падать. Такой эффект объясняется тем, что при жесткости колка порядка 1100 Н/м его собственная частота близка к средней собственной частоте колебаний крупных сорных частиц, находящихся в массе хлопка-сырца [8]. Это приводит к возникновению резонансных колебаний сорных частиц и их более легкому отделению от массы хлопка-сырца.

Рациональным параметром жесткости пластины является 1100 Н/м, при этом очистительный эффект возрос при очистке сортов Порлок и Расейдон соответственно на 30 и 25%. Сумма пороков и сорных примесей в волокне разновидности Порлок снизилась в основном за счет уменьшения процента битых семян, жгутиков и мелкого сора.

В Ы В О Д Ы

Крепление колков очистителя крупного сора для хлопка-сырца на упругом основании позволяет повысить очистительный эффект в среднем на 27%.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Будин Е.Ф. Исследование колосниково - пильчатых рабочих органов очистителей хлопка-сырца машинного сбора средневолокнистых сортов: Дис...канд. техн. наук. – Ташкент: ТИТЛП, 1968.
2. Лугачев А.Е. Разработка теоретических основ питания и очистка хлопка применительно к поточной технологии его переработки. Дис. ...док. техн. наук. – Ташкент: ТИТЛП, 1998.
3. Махкамов Р.Г. Исследование поверхностей рабочих органов хлопкоочистительных машин, и оптимизация их параметров с целью повышения качества волокна: Дис...докт. техн. наук. – М., 1974.
4. Махкамов Р.Г. Основы процесса взаимодействия поверхностей твердых тел с волокнистой массой. – Ташкент: "Фан", 1979. С.43...76.
5. Финкельштейн И.И. Структурное преобразование хлопка в процессах рыхления и трепания: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 1947.
6. Попелло А.П., Усманов В.У., Давыдбаев Х.К., Фурсов С.И., Хафизов И.К., Тихомиров Е.А., Ульдяков А.И., Узиков А.Э. Техника и технология

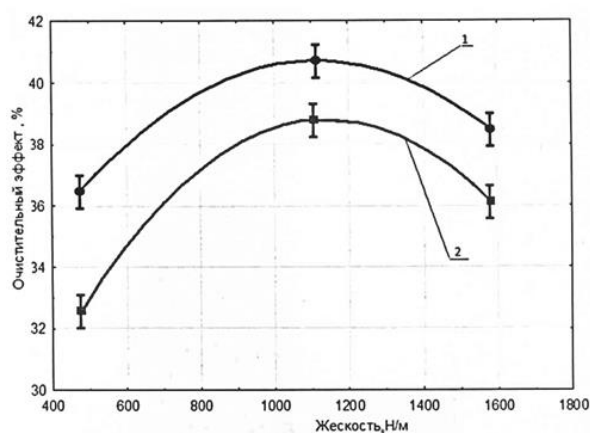


Рис. 2

На рис. 2 (график зависимости очистительного эффекта от жесткости толщины пластины: 1 – колок на упругом основании, разновидность хлопка Порлок; 2 – колок на упругом основании, разновидность хлопка Расейдон; 3 – колок жестко закреплен) приведены результаты аппроксимации экспериментальных данных параболическими зависимостями.

производства хлопка-сырца и его первичная обработка в США. – Ташкент: УзНИИНТИ, 1977.

7. Сафаев А.А. Повышение эффективности очистки хлопка-сырца тонковолокнистых сортов совершенствованием ударно-разрыхлительных устройств очистителя мелкого сора: Дис....канд. техн. наук. – Ташкент: ТИТЛП, 1984.

8. Кошакова М.Ж. Дис....канд. техн. наук. – Ташкент: ТИТЛП, 1984.

9. Газиева С.А., Курбонов Б.Д., Нуров М.Э., Иброгимов Х.И., Рудовский П.Н. Изменение структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам его переработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С. 131...135.

REFERENCES

1. Budin E.F. Issledovanie kolosnikovo - pil'chatyh rabochih organov ochistitelej hlopka-syrca mashinnogo sbora srednevoloknistyh sortov: Dis....kand. tehn. nauk. – Tashkent: TITLP, 1968.

2. Lugachev A.E. Razrabotka teoreticheskikh osnov pitanija i ochistka hlopka primenitel'no k potочноj tehnologii ego pererabotki. Dis. ...dok. tehn. nauk. – Tashkent: TITLP, 1998.

3. Mahkamov R.G. Issledovanie poverhnostej rabochih organov hlopkoochistitel'nyh mashin, i optimizacija ih parametrov s cel'ju povyshenija kachestva volokna: Dis...dokt. tehn. nauk. – M., 1974.

4. Mahkamov R.G. Osnovy processa vzaimodejst-vija poverhnostej tverdyh tel s voloknistoj massoj. – Tashkent: "Fan", 1979. S.43...76.

5. Finkel'shtejn I.I. Strukturnoe preobrazovanie hlopka v processah ryhlenija i trepanija: Dis...kand. tehn. nauk. – Ivanovo, 1947.

6. Popello A.P., Usmanov V.U., Davydbaev H.K., Fursov S.I., Hafizov I.K., Tihomirov E.A., Ul'djakov A.I., Uzakov A. Je. Tehnika i tehnologija proizvodstva hlopka-syrca i ego pervichnaja obrabotka v SShA. – Tashkent: UzNIINTI, 1977.

7. Safaev A.A. Povyshenie jeffektivnosti ochistki hlopka-syrca tonkovo-lknistyh sortov sovershenstvovan-aniem udarno-razryhlitel'nyh ustrojstv ochistitelja melkogo sora: Dis....kand. tehn. nauk. – Tashkent: TITLP, 1984.

8. Koshakova M.Zh. Dis....kand. tehn. nauk. – Tashkent: TITLP, 1984.

9. Gazieva S.A., Kurbonov B.D., Nurov M. Je., Ibrogimov H.I., Rudovskij P.N. Izmenenie strukturnogo pokazatelja hlopka-syrca po tehnologicheskim perehodam ego pererabotki // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 5. S. 131...135.

Рекомендована кафедрой технологических машин, оборудования и сервисного обслуживания. Поступила 07.10.16.

УДК 539.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ЛЕНТЫ, НАМОТАННОЙ НА ПРЯМОЙ КРУГОВОЙ ЦИЛИНДР
С СОХРАНЕНИЕМ ОРТОГОНАЛЬНОСТИ НИТЕЙ ОСНОВЫ И УТКА**

**ANALYSIS OF THE STRAIN-STRESS STATE OF THE TAPE
WOUND ON A CIRCULAR CYLINDER UNDER PRESERVATION
OF WEFT AND WARP THREADS ORTHOGONALITY**

Е.В. ПОЛЯКОВА, В.Е. РОМАНОВ, В.А. ЛУТОВ, А.М. ЧЕЛЫШЕВ, Е.М. КРАЙНОВ
E.V. POLYAKOVA, V.E. ROMANOV, V.A. LUTOV, A.M. CHELYSHEV, E.M. KRAINOV

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
Ивановский государственный политехнический университет)
(Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,
Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: romanov@stud.ru

Группой авторов были получены системы дифференциальных уравнений в частных производных, позволяющие определять напряженно-деформированное состояние ленты, намотанной на гладкую цилиндрическую поверхность, а также давление ленты на армируемую поверхность. В предлагаемой работе рассмотрен частный случай наличия винтовой симметрии ленты, наматываемой на прямой круговой цилиндр с сохранением ортогональности образующих ее нитей, и приведены результаты численного анализа.

Authors obtained the systems of partial equations that define the strain-stress state of the tape wound on the smooth cylindrical surface, as well as the tape pressure on the reinforced surface. In this paper the special case of the screw-symmetric tape wound on the circular cylinder under preservation of weft and warp threads orthogonality 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 продолжением исследования напряженно-деформированного состояния ленты, намотанной на гладкую цилиндрическую поверхность, и ее давления на армируемую поверхность, теоретические основы которого были заложены в [1...4].

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. Первые два уравнения полученной в [4] системы дифференциальных уравнений используются для определения положения произвольной частицы ленты, индивидуализируемой с помощью лагранжевых координат h и s , на поверхности армируемого тела после реализации процесса намотки, а третье уравнение – для последующего определения величины давления ленты на охватываемую поверхность.

Для многочисленных практических приложений предлагаемого исследования, лишь незначительная часть которых обсуждалась во введении к [4], особую ценность представляет определение давлений лент на поверхности армируемых прямых круговых цилиндров (в частности, труб и емкостей для хранения и транспортировки жидких и сыпучих продуктов) [5...8]. Поскольку реализуемые при этом технологические процессы прерывного и непрерывного наматывания лент обычно предполагают наличие винтовой симметрии укладываемых лент, представляется целесообразным провести детальное исследование данного частного случая.

Наличие винтовой симметрии при намотке ленты с сохранением ортогональности нитей 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].

Ограничимся далее рассмотрением наиболее типичного случая, когда труба является круговым цилиндром радиуса R и напряженно-деформированное состояние ленты обладает винтовой симметрией, что математически выражается в том, что производные по координате s от характеристик ее состояния λ_1 , λ_2 , σ_{11} и σ_{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.

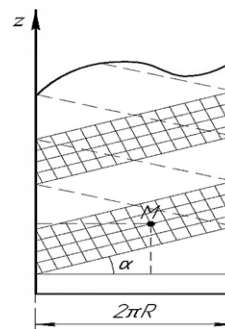


Рис. 1

Очевидно, что развертка ленты на плоскость представляет собой полосу, составляющую с направляющими трубы угол, равный углу подъема ленты α (рис. 1 – развертка цилиндра и намотанной на него ленты).

Если при принятых допущениях ячейки, образуемые нитями основы и утка, сохраняют прямоугольную форму (рис. 1), то 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:

$$\varphi(s, h) = \hat{\lambda}_1 \frac{s}{R} \cos \alpha - \hat{\lambda}_2 \frac{h}{R} \sin \alpha + \text{const}, \quad z(s, h) = \hat{\lambda}_1 s \sin \alpha + \hat{\lambda}_2 h \cos \alpha + \text{const}. \quad (1)$$

В силу (1) уравнения (30)...(32) первой части работы [4] примут вид:

$$q_1 \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2 = 0, \quad (2)$$

$$q_2 \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2 = 0, \quad (3)$$

$$q_n = \frac{1}{R \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2} \left(k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha + k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha \right). \quad (6)$$

Таким образом, при сделанных предположениях элементарное решение задачи, описываемое равенствами (1), существует только в том случае, когда на ленту действует только нормальное давление трубы.

Проанализируем выражение нормального давления (6). Очевидно, что при заданных упругих свойствах нитей основы и утка, кратностях их удлинений, а также фиксированном угле намотки ленты нормальное давление трубы обратно пропорционально ее радиусу. Этот результат представляется вполне естественным и может быть легко получен из рассмотрения условий равновесия некоторого конечного элемента ленты, располагающегося на поверхности трубы и подвергнутого растяжению.

Найдем частные производные q_n по параметрам $k_1, k_2, \hat{\lambda}_1, \hat{\lambda}_2$ и α :

$$\frac{\partial q_n}{\partial k_1} = \frac{(\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha}{R \hat{\lambda}_2},$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial k_2} = \frac{(\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha}{R \hat{\lambda}_1}, \quad (7)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \hat{\lambda}_1} = \frac{k_1 \cos^2 \alpha}{R \hat{\lambda}_2} - \frac{k_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha}{R \hat{\lambda}_1^2} =$$

$$= \frac{1}{R \hat{\lambda}_2 \hat{\lambda}_1^2} \left(k_1 \hat{\lambda}_1^2 \cos^2 \alpha - k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha \right), \quad (8)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \hat{\lambda}_2} = -\frac{k_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha}{R \hat{\lambda}_2^2} + \frac{k_2 \sin^2 \alpha}{R \hat{\lambda}_1} =$$

$$= \frac{1}{R \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2^2} \left(-k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \cos^2 \alpha + k_2 \hat{\lambda}_2^2 \sin^2 \alpha \right), \quad (9)$$

$$\frac{1}{R} \left(k_1 \frac{\hat{\lambda}_1 - 1}{\hat{\lambda}_2} \cos^2 \alpha + k_2 \frac{\hat{\lambda}_2 - 1}{\hat{\lambda}_1} \sin^2 \alpha \right) - q_n = 0. \quad (4)$$

Откуда будем иметь:

$$q_1 = 0, \quad q_2 = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \alpha} = \frac{\sin 2\alpha}{R \hat{\lambda}_1 \hat{\lambda}_2} \left(k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) - k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \right). \quad (10)$$

Поскольку кратности удлинений нитей основы и утка, очевидно, удовлетворяют условиям $\hat{\lambda}_1 \geq 1$ и $\hat{\lambda}_2 \geq 1$, то на основании равенств (7) будем иметь:

$$\frac{\partial q_n}{\partial k_1} \geq 0, \quad \frac{\partial q_n}{\partial k_2} \geq 0. \quad (11)$$

Рассмотрим далее простейший случай, когда при намотке ленты на круговой цилиндр с углом подъема α , $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$, растяжению подвергаются только нити основы, то есть $\hat{\lambda}_1 > 1$, $\hat{\lambda}_2 = 1$. При этих предположениях равенства (7), (8) и (10) дают:

$$\frac{\partial q_n}{\partial k_1} > 0, \quad \frac{\partial q_n}{\partial k_2} = 0,$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \hat{\lambda}_1} = \frac{k_1 \cos^2 \alpha}{R} > 0, \quad (12)$$

$$\frac{\partial q_n}{\partial \alpha} = -\frac{k_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) \sin 2\alpha}{R} < 0,$$

откуда, в частности, следует, 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 α .

На рис. 2 показаны зависимости $q_n R / k_1$ от кратности удлинения $\hat{\lambda}_1$ нитей основы

при трех различных значениях угла подъема в случае $\hat{\lambda}_2 = \alpha$. Очевидно, что в случае, когда нити утка не растянуты, эти зависимости являются аффинными.

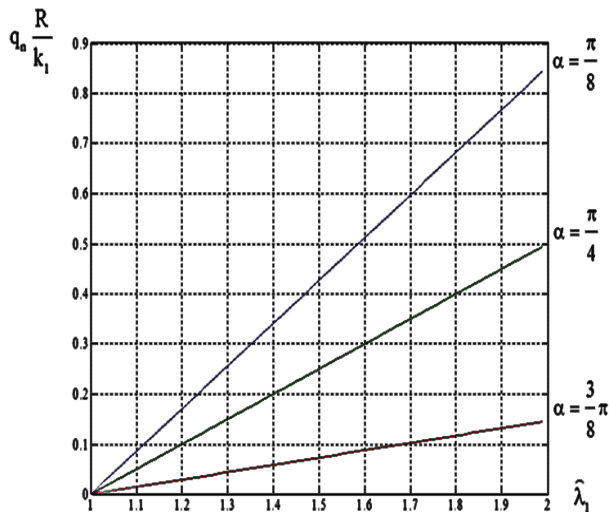


Рис. 2

В общем случае намотки ленты на круговой цилиндр, когда растяжению могут быть подвергнуты и нити утка, равенства (8)...(10) свидетельствуют о наличии неоднозначного характера зависимости нормального давления от кратностей удлинений нитей основы и утка, а также угла подъема ленты.

Действительно, на основании (8)...(10) будем иметь:

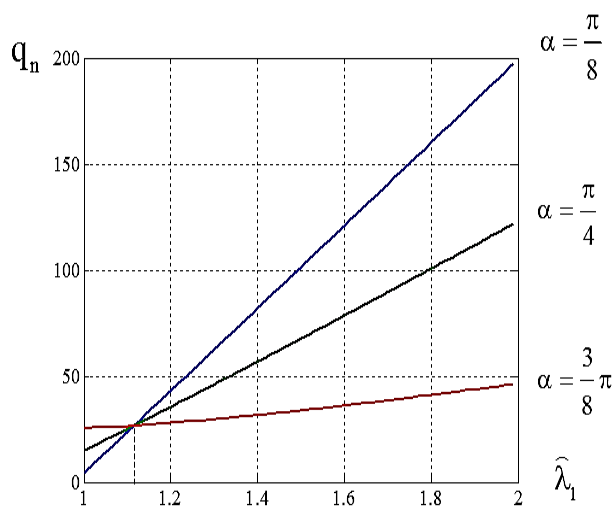


Рис. 3

$$\begin{aligned} \frac{\partial q_n}{\partial \hat{\lambda}_1} < 0 & \text{ при } \hat{\lambda}_1 < \lambda_1^*, \\ \frac{\partial q_n}{\partial \hat{\lambda}_1} = 0 & \text{ при } \hat{\lambda}_1 = \lambda_1^*, \\ \frac{\partial q_n}{\partial \hat{\lambda}_1} > 0 & \text{ при } \hat{\lambda}_1 > \lambda_1^*, \end{aligned} \quad (13)$$

где $\lambda_1^* = \text{tg} \alpha \sqrt{k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) / k_1}$.

Таким образом, если при прочих фиксированных параметрах $\lambda_1^* \leq 1$, то нормальное давление ленты на трубу, определяемое равенством (6), является возрастающей функцией кратности удлинения нитей основы $\hat{\lambda}_1$. Если же $\lambda_1^* > 1$, то есть если $\text{tg} \alpha \sqrt{k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) / k_1} > 1$, то нормальное давление имеет в точке $\lambda_1 = \lambda_1^*$ минимум, причем

$$q_n|_{\hat{\lambda}_1 = \lambda_1^*} = \frac{1}{R} \left(\sqrt{\frac{k_2 k_1 (\hat{\lambda}_2 - 1)}{\hat{\lambda}_2}} \sin 2\alpha - \frac{k_1}{\hat{\lambda}_2} \cos^2 \alpha \right). \quad (14)$$

Графики типичных зависимостей нормального давления ленты на трубу от $\hat{\lambda}_1$ для случаев $\lambda_1^* \leq 1$ и $\lambda_1^* > 1$ приведены на рис. 3 и 4 соответственно.

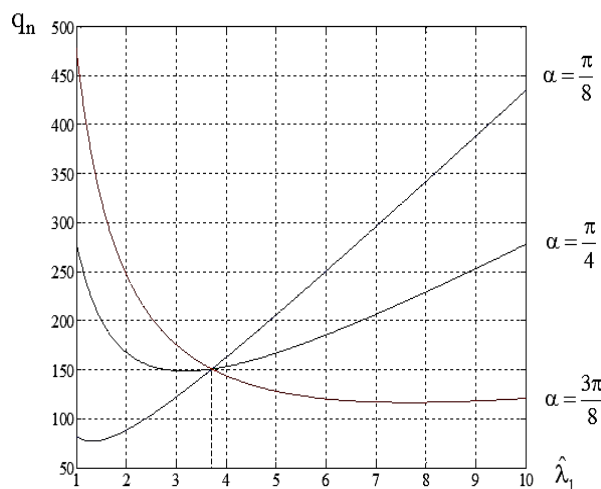


Рис. 4

Очевидно, что абсциссы точек пересечения кривых, соответствующих различным значениям угла подъема ленты, могут быть определены из условия:

$$k_1 \hat{\lambda}_1 (\hat{\lambda}_1 - 1) = k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1), \quad (15)$$

означающего, что при допустимом значении $\hat{\lambda}_1 = \left(1 + \sqrt{1 + 4 \frac{k_2}{k_1} \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1)} \right) / 2$ частная производная $\frac{\partial q_n}{\partial \alpha} = 0$.

Остановимся на более подробном обсуждении случая, при котором выполнено

$$k_1 \hat{\lambda}_1^2 \cos^2 \alpha - \hat{\lambda}_1 (k_1 \cos^2 \alpha + k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha) + k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha = 0, \quad (17)$$

дискриминант которого

$$D = (k_1 \cos^2 \alpha - k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha)^2.$$

$$|k_1 \cos^2 \alpha - k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha| = k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha - k_1 \cos^2 \alpha$$

и искомое значение:

$$\hat{\lambda}_1^1 = \frac{k_2}{k_1} \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \operatorname{tg}^2 \alpha. \quad (18)$$

$$\frac{1}{R} \left(\sqrt{\frac{k_2 k_1 (\hat{\lambda}_2 - 1)}{\hat{\lambda}_2}} \sin 2\alpha - \frac{k_1}{\hat{\lambda}_2} \cos^2 \alpha \right) < q_n \leq \frac{k_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha}{R}, \quad (19)$$

то каждому фиксированному значению \tilde{q}_n будут соответствовать два значения кратности удлинений нитей основы $\tilde{\lambda}_{1,1}$ и $\tilde{\lambda}_{1,2}$, $1 \leq \tilde{\lambda}_{1,1}, \tilde{\lambda}_{1,2} \leq \hat{\lambda}_1^1$.

Однако, учитывая то обстоятельство, что используемые в практической деятельности материалы при современном уровне технологий не допускают чрезмерно больших значений кратностей удлинений образующих их нитей, подобные зависимости следует подвергнуть критическому анализу в плане установления возможностей их ре-

условие $\lambda_1^* > 1$, и, следовательно, нормальное давление ленты на трубу имеет точку минимума.

Определим значение нормального давления при $\lambda_1^* = 1$, когда растянутыми являются только уточные нити:

$$q_n |_{\lambda_1=1, \lambda_2>1} = \frac{k_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) \sin^2 \alpha}{R}, \quad (16)$$

и найдем $\lambda_1^* > 1$, при котором нормальное давление принимает то же значение.

Легко видеть, что искомое $\lambda_1^* > 1$ является решением квадратного уравнения:

Поскольку исследуется случай, соответствующий условию

$$\operatorname{tg} \alpha \sqrt{k_2 \hat{\lambda}_2 (\hat{\lambda}_2 - 1) / k_1} > 1, \text{ то}$$

Таким образом, если при выполнении условий $\lambda_1^* > 1$, $\hat{\lambda}_2 > 1$ значения нормального давления лежат в пределах:

ализации и выделения допустимых с практической точки зрения интервалов изменения параметров задачи.

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, намотанной на цилиндрическую поверхность // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С. 54...60.

5. Образцов И.Ф., Васильев В.В., Бунаков В.А. Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов // Машиностроение. – 1977.

6. Steigmann D.J. Elements of the theory of elastic surfaces // *Nonlinear Elasticity: Theory and Applications* / Edited by I. B. Fu, R. W. Ogden. – Cambridge: Cambridge University Press, 2001. P. 268...304.

7. Криканов А.А. Расчет напряжений в композитной оболочке вращения, образованной намоткой ленты конечной ширины // ИПРИМ РАН Механика композиционных материалов и конструкций. – 2002, том 8, № 2. С. 151...160.

8. Ширihin В.Н., Ионова В.Ф., Шальнев О.В., Котляренко В.И. Эластичные механизмы и конструкции. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006.

REFERENCES

1. Chajkin V.A., Poljakova E.V. *Osnovy mehaniki m'jagkih obolochek i tkanej*. – Sankt-Peterburg, 2004.

2. Poljakova E.V., Chajkin V.A. *Prikladnye zadachi mehaniki m'jagkih obolochek i tkanej*. – 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 trubj 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 cilindricheskiju poverhnost' // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti*. – 2016, № 6. S. 54...60.

5. Obrazcov I.F., Vasil'ev V.V., Bunakov V.A. Optimal'noe armirovanie obolochek vrashhenija iz kompozicionnyh materialov // *Mashinostroenie*. – 1977.

6. Steigmann D.J. Elements of the theory of elastic surfaces // *Nonlinear Elasticity: Theory and Applications* / Edited by I. B. Fu, R. W. Ogden. – Cambridge: Cambridge University Press, 2001. P. 268...304.

7. Krikanov A.A. Raschet naprjazhenij v kompozitnoj obolochke vrashhenija, obrazovannoj namotkoj lenty konechnoj shiriny // *IPRIM RAN Mehanika kompozicionnyh materialov i konstrukcij*. – 2002, tom 8, № 2. S. 151...160.

8. Shirihin V.N., Ionova V.F., Shal'nev O.V., Kottljarenko V.I. *Jelastichnye mehanizmy i konstrukcii*. – Irkutsk: Izd-vo IrGTU, 2006.

Рекомендована кафедрой машиноведения СПГУПТД. Поступила 06.02.17.

УДК 677.023

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
МОТАЛЬНЫХ ПАКОВОК СОМКНУТОЙ СТРУКТУРЫ**

**CONDITIONS OF FORMATION
OF THE WINDING PACKAGE CLOSED STRUCTURE**

И.Н. ПАНИН, С.Д. НИКОЛАЕВ, О.В. КАЩЕЕВ, Н.А. НИКОЛАЕВА, А.В. ПОЛИКАРПОВ
I.N. PANIN, S.D. NIKOLAEV, O.V. KASCHEYEV, N.A. NIKOLAEVA, A.V. POLIKARPOV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)
(Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art)
E-mail: nsd0701@mal.ru

В статье приведены формулы, по которым можно рассчитать параметры наладки различных мотальных машин с различными условиями работы для получения мотальных паковок сомкнутой структуры. Для того, чтобы сформировалась сомкнутая намотка, необходимо обеспечить строго определенный угол сдвига между соседними витками и парой слоев намотки.

The article presents the formulas that can calculate the parameters of adjustment of various winding machines with different working conditions to obtain the winding of the package closed structure. In order to form closed winding, it is necessary to provide a well-defined angle shift between adjacent windings and a pair of winding layers.

Ключевые слова: мотальная паковка, структура, воздухопроницаемость, пористость, полипропилен, сомкнутая намотка.

Keywords: winding package, structure, permeability, porosity, polypropylene, closed winding.

Для того, чтобы сформировалась сомкнутая намотка, необходимо обеспечить строго определенный угол сдвига между витками m -й и $m+p$ -й парой слоев намотки. Величина этого угла в общем случае может быть определена по формуле:

$$\psi_{m,m+p} = 2\pi z \pm \psi_c, \quad (1)$$

где $z = 0, 1, \dots$ – кратность замыкания намотки.

Угол сдвига витков, соответствующий сомкнутой намотке:

$$\psi_c = \frac{d}{R \sin \frac{\beta}{2}} = \frac{2d}{D \sin \frac{\beta}{2}}, \quad (2)$$

где D – диаметр намотки цилиндрической бобины мотальной паковки.

При наматывании паковок на машинах с раздельным действием механизмов намотки и раскладки нити произведение $D \sin \frac{\beta}{2}$ остается за все время наматывания паковки более или менее постоянным, что обуславливает и постоянство величины угла ψ_c . Действительно:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{v_H}{v_O} = \frac{h_k n_k}{\pi D n_B} \frac{h}{\pi D i_O} \frac{2H}{k \pi D i_O}, \quad (3)$$

$$\sin \frac{\beta}{2} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}}} = \frac{2H}{\pi D k i_O \sqrt{1 + \frac{4H}{k^2 D^2 \pi^2 i_O^2}}}. \quad (4)$$

Величина квадратного корня мало отличается от единицы, достигая даже в самом начале наматывания паковки 1,05...1,08. Поэтому:

$$\sin \frac{\beta}{2} \approx \frac{2H}{\pi D k i_O}, \quad (5)$$

где H – высота намотки паковки.

Тогда:

$$\psi_c \frac{2d}{D \sin \frac{\beta}{2}} = \frac{2d \pi D k i_O}{D 2H} = \frac{d \pi k i_O}{H}. \quad (6)$$

Поскольку на прецизионных машинах $i_O = \text{const}$, то и $\psi_c = \text{const}$.

На машинах с совместным действием механизмов намотки и раскладки нити передаточное отношение от веретена к нитеводителю (мотальному барабанчику) является переменной величиной:

$$i_O = \frac{d_B}{D_K}, \quad (7)$$

где d_B – диаметр мотального барабанчика; D_K – контактный радиус намотки паковки.

$$\psi_c = \frac{d \pi k d_B}{H D_K} \neq \text{const}. \quad (8)$$

В то же время угол сдвига между витками m -й и $m+p$ -й парой слоев намотки:

$$\psi_{m,m+p} = 2\pi p(k i_O - n_1). \quad (9)$$

Тогда условие получения сомкнутой намотки на паковке может быть выражено равенством:

$$2\pi p(k \frac{d_B}{D_K} - n_1) = 2\pi z \pm \psi_c. \quad (10)$$

Для машин с совместным действием механизмов намотки и раскладки нити:

$$2\pi p(k \frac{d_B}{D_K} - n_1) = 2\pi z \pm \frac{d \pi k d_B}{H D_K}. \quad (11)$$

Решая это уравнение относительно произведения $k d_B$, которое назовем характеристикой барабанчика, получаем:

$$k d_B = \frac{(z + p n_1) D_K}{p \pm \frac{d}{2H}}. \quad (12)$$

Для получения на паковке, формируемой на машине с совместным действием механизмов намотки и раскладки нити, сомкнутой структуры необходимо, чтобы характеристика барабанчика возрастала пропорционально контактному диаметру намотки. Последнее требование практически невозможно выполнить, и вследствие этого паковки сомкнутой структуры в настоящее время формируют лишь на машинах с раздельным действием механизмов намотки и раскладки нити (на прецизионных мотальных машинах).

На рис. 1 приведена кинематическая схема мотальной головки машины Бандо-

мат фирмы Georg SANM (Германия), формирующей цилиндрические мотальные паковки.

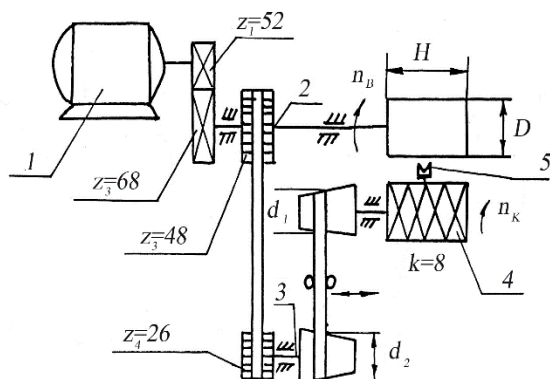


Рис. 1

Для получения требуемого угла сдвига витков $\psi_{m,m+p}$, определяемого формулой (9), необходимо подобрать соответствующую величину передаточного отношения i_0 (7). Для этого на мотальной машине Бандо-мат в кинематическую цепь между веретеном и кулачком нитеводителя включен ва-

риатор с очень малым диапазоном изменения передаточного отношения i ($0,995 \leq i \leq 1,005$).

Вращательное движение через зубчатые колеса z_1, z_2 передается веретену 2, а через зубчато-ременную передачу z_3, z_4 вал 3 и вариатор – кулачку нитеводителя 4. Общее передаточное отношение от веретена к кулачку нитеводителя:

$$i_0 = \frac{n_B}{n_K} = \frac{d_1 z_4}{d_2 z_3} = i \frac{z_4}{z_3} = i \frac{26}{48} = i \frac{13}{24}. \quad (13)$$

При $i = 1$ на мотальной паковке формируется трехзамкнутая намотка, так как $i_{03} = 13/24$, а

$$\psi_{m,m+p} = 2\pi r \left(8 \frac{13}{24} - n_1 \right) = \frac{2\pi r}{3}. \quad (14)$$

Несмотря на малый диапазон изменения передаточного отношения i на машине, возможно, создать довольно значительный угол сдвига витков.

Действительно, при $i = 0,995$

$$\psi_{m,m+p} = 360 \cdot 3 \left(8 \frac{13}{24} \cdot 0,995 - 4 \right) = 336,6^\circ; (-23,4^\circ); \quad (15)$$

при $i = 1,005$

$$\psi_{m,m+p} = 360 \cdot 3 \left(8 \frac{13}{24} \cdot 1,005 - 4 \right) = 383,4^\circ; (+23,4^\circ). \quad (16)$$

Достоинством таких мотальных машин является то, что на них можно получать сомкнутую намотку при любом диаметре перематываемой пряжи.

Однако в каждом случае требуется соответствующая настройка вариатора, которая осуществляется органолептически.

Для усовершенствования процесса наматывания паковок сомкнутой структуры желательно знать величину необходимого передаточного отношения между веретеном и кулачком нитеводителя, так как в этом случае вместо вариаторов возможно использование сменных шестерен.

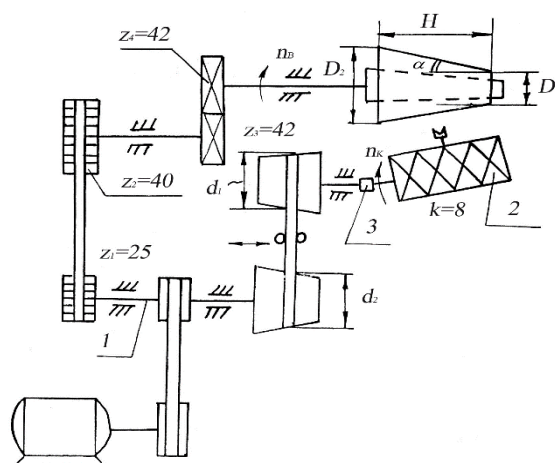


Рис. 2

На рис.2 представлена кинематическая схема мотальной головки машины Макромат фирмы Georg SAHM (Германия), служащая для формирования конических паковок. В этом случае передача вращения от конического вариатора к кулачку нитеводителя осуществляется через зубчатую муфту 3.

Вполне очевидно, что для получения на конической паковке сомкнутой намотки должны быть равны между собой необходимые углы сдвига витков ψ_{01} и ψ_{02} на ма-

но

$$\operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2} = \frac{v_H}{v_{01}} = \frac{h_K n_K}{\pi D_1 n_B} \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \frac{\beta_2}{2} = \frac{v_{H_2}}{v_{02}} = \frac{h_K n_K}{\pi D_2 n_B}, \quad (19)$$

поэтому:

$$D_1 \sin \frac{\beta_1}{2} \approx D_1 \frac{h_K n_K}{\pi D_1 n_B} = \frac{h_K}{\pi i_0} \quad \text{и} \quad D_2 \sin \frac{\beta_2}{2} \approx \frac{h_K}{\pi i_0}. \quad (20)$$

Таким образом, равенство (17) в этом случае выполняется, и на паковке может быть сформирована сомкнутая намотка. При больших углах β :

$$\sin \frac{\beta_1}{2} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2}} = \frac{h_K}{D_1 \pi i_0 \sqrt{1 + \frac{h_K^2}{D_1^2 \pi^2 i_0^2}}}, \quad (21)$$

$$\sin \frac{\beta_2}{2} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\beta_2}{2}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\beta_2}{2}}} = \frac{h_K}{D_2 \pi i_0 \sqrt{1 + \frac{h_K^2}{D_2^2 \pi^2 i_0^2}}}. \quad (22)$$

Тогда:

$$D_1 \sin \frac{\beta_1}{2} = \frac{h_K}{\pi i_0 \sqrt{1 + \frac{h_K^2}{\pi^2 D_1^2 i_0^2}}}, \quad (23)$$

$$D_2 \sin \frac{\beta_2}{2} = \frac{h_K}{\pi i_0 \sqrt{1 + \frac{h_K^2}{\pi^2 D_2^2 i_0^2}}}. \quad (24)$$

Поскольку $D_1 < D_2$, то $D_1 \sin \frac{\beta_1}{2} < D_2 \sin \frac{\beta_2}{2}$;

$\psi_{C1} > \psi_{C2}$.

лом и большом торцах паковки. Последнее согласно формуле (2) может быть обеспечено лишь при выполнении равенства:

$$D_1 \sin \frac{\beta_1}{2} = D_2 \sin \frac{\beta_2}{2}. \quad (17)$$

При малых углах β_1 имеем:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2} \approx \sin \frac{\beta_1}{2} \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \frac{\beta_2}{2} \approx \sin \frac{\beta_2}{2}, \quad (18)$$

При проектировании мотального механизма необходимо принять $\psi_{m,m+p} = 2\pi \pm \psi_{C1}$. При этом на большом торце паковки будет наблюдаться не совсем полная сомкнутость намотки (между витками возникнут некоторые промежутки). Поскольку радикалы мало отличаются от единицы, $\psi_{C1} \approx \psi_{C2}$ и указанные промежутки весьма незначительны.

Витки на развертке конической паковки располагаются не по прямой линии, а по архимедовой спирали даже при равномерном движении нитеводителя вдоль образующей паковки. Действительно, шаг канавки пазового кулачка:

$$h_K = \frac{2H}{k \cos \alpha}, \quad (25)$$

где H – высота бобины; α – угол конусности паковки.

Скорость нитеводителя:

$$v_H = h_K n_K = \frac{h_K \omega_K}{2\pi}, \quad (26)$$

где n_K – частота вращения кулачка нитеводителя; ω_K – угловая скорость вращения кулачка нитеводителя.

Перемещение нитеводителя:

$$S = \int_0^t v_H dt = \int_0^t \frac{h_K}{2\pi} \omega_K dt = \frac{h}{2\pi} \varphi_K, \quad (27)$$

но

$$i_O = \frac{\omega_B}{\omega_K} = \frac{\varphi}{\varphi_K}, \quad (28)$$

где φ – угол поворота веретена.

$$\varphi_K = \frac{\varphi}{i_O}. \quad (29)$$

Тогда

$$S = \frac{h_K \varphi}{2\pi i_O} = a\varphi, \quad (30)$$

где
$$a = \frac{h_K}{2\pi i_O}; \quad (31)$$

для машины Макромат:

$$a = \frac{z_2 z_4 \eta h_K}{2\pi z_1 z_3}, \quad (32)$$

где η – коэффициент скольжения ремня по коноидам вариатора; i – передаточное отношение коноидного вариатора.

Шаг витка намотки:

$$h = \frac{h_K}{i_O} = 2\pi a. \quad (33)$$

Вполне очевидно, что в течение одного шага намотки:

$$2\pi\xi \leq \varphi \leq \theta_p(1 + \xi), \quad (34)$$

где $\xi = 0; 1; 2; \dots; m$; $\theta = 2\pi \sin \alpha$ – угол развертки конуса намотки.

ВЫВОДЫ

1. Для того, чтобы сформировалась сомкнутая намотка, необходимо обеспечить строго определенный угол сдвига между соседними витками и парой слоев намотки.

2. При наматывании паковок на машинах с раздельным действием механизмов намотки и раскладки нити производство $D \sin \frac{\beta}{2}$ остается за все время наматывания паковки более или менее постоянным, что

обуславливает и постоянство величины угла ψ_C . На машинах с совместным действием механизмов намотки и раскладки нити передаточное отношение от веретена к нитеводителю (мотальному барабанчику) является переменной величиной. Это обуславливает различный подход к формированию паковок сомкнутых намоток.

3. Предложены формулы, которые позволяют рассчитать параметры заправки различных мотальных машин для получения сомкнутых структур намотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин И.Н., Лапшенкова В.С., Морозов С.И., Николаев С.Д., Разумеев К.Э., Снежков С.В., Сумарукова Р.И., Цимбалюк Е.П. Текстильные фильтры на БПЗК специальных мотальных паковок. – М.: МГТУ им.А.Н.Косыгина, 2009.
2. Николаев С.Д., Зайцев В.П., Панин И.Н. О тонкости очистки филтраты в производительности трубчатых текстильных фильтров // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №5. С.94...96.
3. Панин И.Н. Разработка и исследование структур текстильных паковок специального назначения: Дис. ... докт. техн. наук. – М.: МТИ им.А.Н.Косыгина, 1996.
4. Панин А.И. Экспериментально-теоретическое исследование формирования мотальных паковок для создания и внедрения перспективных текстильных материалов: Дис....докт. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2016.

REFERENCES

1. Panin I.N., Lapshenkova V.S., Morozov S.I., Nikolaev S.D., Razumeev K.Je., Snezhkov S.V., Sumarukova R.I., Cimbalyuk E.P. Tekstil'nye fil'try na BPZK special'nyh motal'nyh pakovok. – M.: MG TU im.A.N.Kosygina, 2009.
2. Nikolaev S.D., Zajcev V.P., Panin I.N. O tonkosti ochistki fil'trata v proizvoditel'nosti trubchatykh tekstil'nykh fil'trov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2005, №5. S.94...96.
3. Panin I.N. Razrabotka i issledovanie struktur tekstil'nykh pakovok special'nogo naznachenija: Dis. ... dokt. tehn. nauk. – M.: M TI im.A.N.Kosygina, 1996.
4. Panin A.I. Jeksperimental'no-teoreticheskoe issledovanie formirovanija motal'nykh pakovok dlja sozdaniya i vnedrenija perspektivnykh tekstil'nykh materialov: Dis....dokt. tehn. nauk. – M.: MGUDT, 2016.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 06.02.17.

УДК 677.027

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ
НА ВЕЛИЧИНУ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФФУЗИИ
АКТИВНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ
ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ**

**INFLUENCE OF THERMAL TREATMENT CONDITIONS
ON THE DIFFUSION RATE OF ACTIVE DYES
IN THE COURSE OF DYEING**

О.Г. ЦИРКИНА, О.И.ОДИНЦОВА, В.Е. РУМЯНЦЕВА
O.G. TSIRKINA, O.I. ODINTSOVA, V.E. RUMYANTSEVA

(Ивановский государственный политехнический университет,
Ивановский государственный химико-технологический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University,
Ivanovo State University of Chemistry and Technology)
E-mail: ogtsirkina@mail.ru

В работе смоделированы непрерывные способы крашения целлюлозных материалов активными красителями, на основе чего проанализированы процессы диффузии красителей в целлюлозу под действием поля токов высокой частоты (ТВЧ) и при традиционных способах тепловой обработки. Рассчитаны коэффициенты диффузии красителей, величина которых свидетельствует о значительном увеличении скорости процесса при обработке целлюлозных материалов в поле ТВЧ. Показано влияние состава красильного раствора на скорость диффузии активных красителей в целлюлозу при различных способах теплового воздействия и показатели качества окрашенных тканей.

The process of cellulose materials dyeing by the active dyes is simulated on the basis of what processes of dyes diffusion in cellulose under the influence of high frequency field and in case of traditional methods of thermal treatment are analyzed. Diffusion factors of dyes are calculated. Their values demonstrate the significant increase in speed of process when processing cellulose materials in the high frequency field. Influence of composition of tinctorial solution on the speed of active dyes diffusion in cellulose in case of different methods of thermal influence and figures of merit of the colored fabrics are shown.

Ключевые слова: активные красители, крашение, диффузия, коэффициент диффузии, поле токов высокой частоты.

Keywords: the active dyes, dyeing, diffusion, diffusion factor, high frequency field.

Настоящий этап исследования посвящен экспериментальному подтверждению теоретически выведенных закономерностей, характеризующих влияние поля токов высокой частоты (ТВЧ) на скорость процесса крашения целлюлозосодержащих тканей. На основе анализа кинетики процесса, диффузионной проницаемости в целлюлозу активных красителей и условий обработки, выявлено влияние различных внешних факторов на показатели качества окрашенных тканей.

С теоретической точки зрения рассмотрены основные физико-химические процессы, протекающие в целлюлозном материале на этапах крашения с использованием в качестве интенсифицирующего фактора поля токов высокой частоты. Как было показано ранее [1], уровень сегментальной подвижности макромолекул целлюлозы оказывает значительное влияние на степень структурного упорядочения, протекающего в полимере. Помимо этого следствием увеличения подвижности сегментов является и изменение диффузионной проницаемости полимерного материала по отношению к различным препаратам, используемым в текстильной химии, в том числе и к красителям. В работе [2] также содержатся сведения, свидетельствующие об эффективности воздействия энергии ВЧ-поля на состояние красителей в растворе и скорости их фиксации волокном. В связи с этим целесообразно более подробно изучить процесс диффузии и определить коэффициенты диффузии активных красителей в целлюлозу под действием поля ТВЧ.

Изучен процесс диффузии активного красителя в целлюлозу при реализации крашения, а также характер его взаимодействия с полимером. При проведении эксперимента использовали многослойную целлофановую мембрану, в середину которой помещали пропитанную красильным раствором инертную подложку – стеклоткань. Изготовленные таким образом «пакеты» обрабатывали в поле ТВЧ, а также для сравнения – в среде насыщенного водяного пара

и горячего воздуха. Первоначально эксперимент проводили в отсутствии щелочного агента для исключения влияния химической реакции красителя с активными центрами целлюлозы на его распределение по слоям целлофановой мембраны и на величину коэффициентов диффузии. В качестве примера на рис. 1 приведены графики изменения концентрации красителя активного ярко-красного СТ в слоях целлофановой мембраны при крашении, где: 1 – ВЧ-обработка, 2 – термообработка, 3 – запаривание. Из графиков видно, что скорость и глубина проникновения молекул активного красителя в целлюлозу при ВЧ-обработке значительно превышает традиционные способы фиксации.

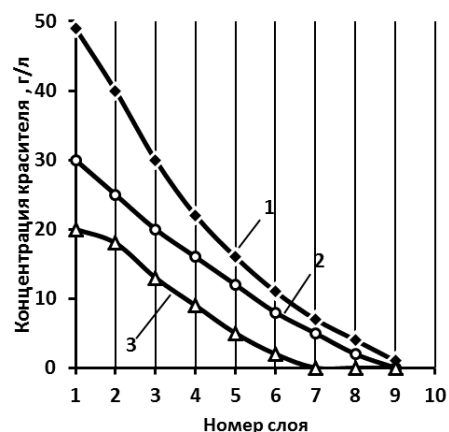


Рис. 1

В соответствии с методикой [3] и исходя из полученных концентрационных профилей для активных красителей различных марок проведен расчет их коэффициентов диффузии. Коэффициенты диффузии красителей с различной степенью химической активности приведены на рис. 2: рис. 2-а – действие поля ТВЧ, где 1 – активный золотисто-желтый 2КХ; 2 – активный ярко-красный СТ; 3 – активный ярко-красный 5С; рис. 2-б – традиционные способы тепловой обработки, где 1 и 1' – активный ярко-красный СТ при термообработке и запаривании; 2 и 2' – активный ярко-красный 5С при термообработке и запаривании соответственно.

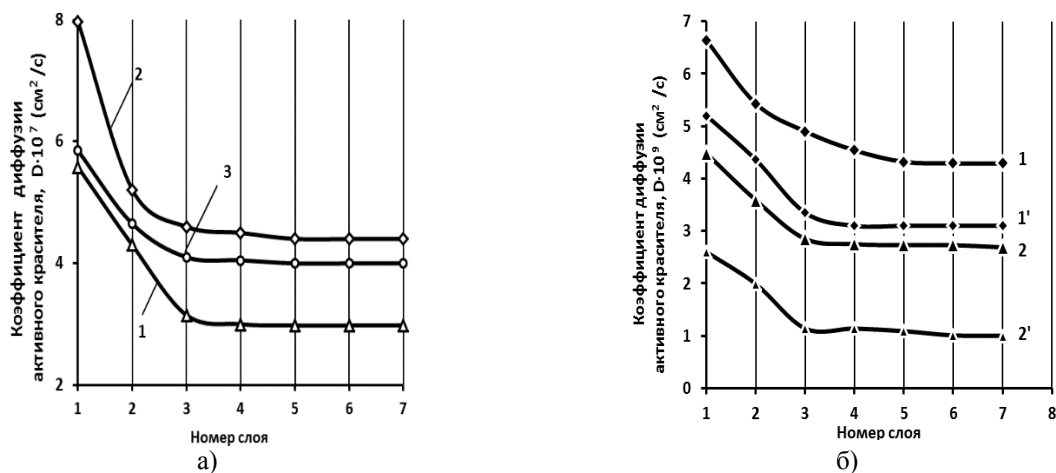


Рис. 2

Прежде всего обращает на себя внимание тот факт, что при ВЧ-обработке коэффициенты диффузии на два порядка выше, нежели в традиционных способах. Столь резкое увеличение скорости внутренней диффузии красителя в волокне связано с повышением сегментальной подвижности макромолекул целлюлозы и с возрастанием кинетической энергии движущихся частиц красителя под влиянием энергии поля ТВЧ [1], [2]. Следует отметить, что значения коэффициентов диффузии активных красителей в целлюлозу для отдельно взятых слоев целлофановой мембраны уменьшаются при переходе от первого слоя к третьему, а да-

лее выходят на постоянное значение. Это связано с уменьшением градиента концентрации красителя по мере удаления слоев от питающей подложки.

Приведенные на рис. 1 и рис. 2 зависимости коэффициентов диффузии активных красителей получены в условиях, не осложненных их фиксацией на активных центрах целлюлозы, то есть в отсутствии щелочного агента. При наличии щелочного агента величина коэффициентов диффузии несколько снижается, но при ВЧ-обработке их значения также на два порядка выше, нежели в традиционных способах.

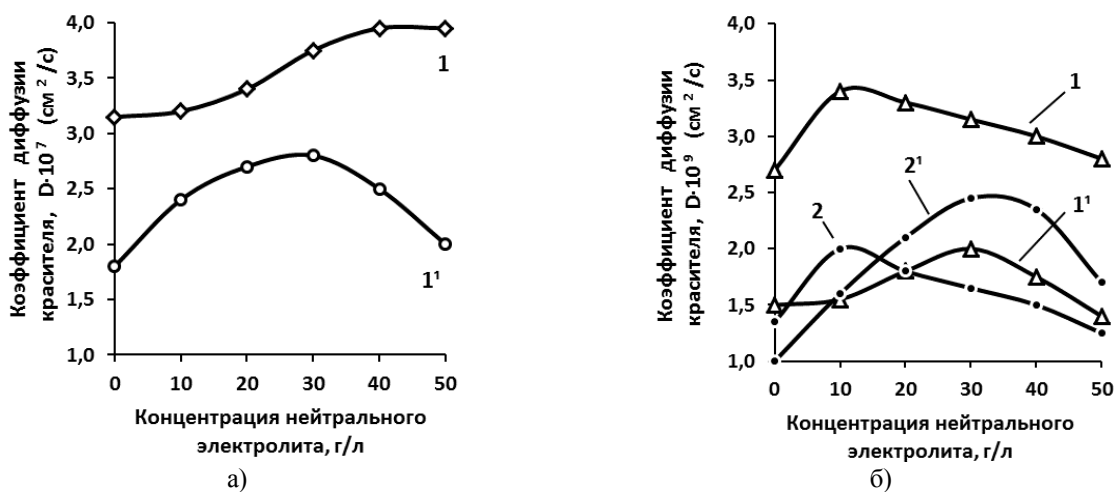


Рис. 3

Поскольку одним из компонентов сильного раствора при использовании активных красителей является нейтральный

электролит, на примере красителя активного оранжевого 5К (рис. 3) были определены

лены коэффициенты диффузии при различных концентрациях хлорида натрия в отсутствии щелочного агента (кривые 1, 2) и при его наличии (кривые 1' и 2') в красильном растворе. При этом обработка осуществлялась в поле ТВЧ (кривые 1 и 1', рис. 3-а), термофиксацией (кривые 1 и 1', рис. 3-б) и запариванием (кривые 2 и 2', рис. 3-б). То есть во всех приведенных случаях кривые 1 и 2 характеризуют диффузию, не осложненную фиксацией красителя на активных центрах целлюлозы, а кривые 1' и 2' – осложненную диффузию, сопровождающуюся образованием химической связи красителя с гидроксильными группами целлюлозы. Из хода кривых видно, что для традиционных способов обработки зависимость коэффициентов диффузии от концентрации нейтрального электролита носит экстремальный характер, в то время как характер изменения коэффициента диффузии при ВЧ-обработке различен для процессов, осложненных и не осложненных фиксацией красителя на активных центрах.

Возрастание величины коэффициента диффузии в отсутствие фиксации на активных центрах (рис. 3-а, кривая 1) можно объяснить повышением количества сорбированного красителя на поверхности целлю-

лозного материала и, следовательно, увеличением концентрационного градиента в субстрате, что приводит к ускорению процесса внутренней диффузии. Подобная закономерность наблюдается и для процессов, описываемых восходящими участками кривых на рис. 3-а (кривая 1') и рис. 3-б (кривые 1 и 1'; 2 и 2'). Однако, начиная с критической концентрации электролита, образуется ниспадающая ветвь кривых. В случаях 1 и 2 (рис. 3-б) это объясняется увеличением склонности красителя к образованию ассоциатов; а в случаях 1' (рис. 3-а) и 1', 2' (рис. 3-б) – образованием прочных химических связей между молекулами красителя и активными центрами целлюлозного материала, то есть химической реакцией.

Одним из основных компонентов красильных растворов при использовании активных красителей по традиционным технологиям является мочевины, поскольку ее присутствие в ткани в виде расплава обеспечивает быстрое проникновение молекул красителя в структуру волокна. В связи с этим представляло особый интерес выявление влияния концентрации мочевины на величину коэффициентов диффузии активных красителей (активного оранжевого 5К) при высокочастотном и традиционных способах их фиксации (рис. 4).

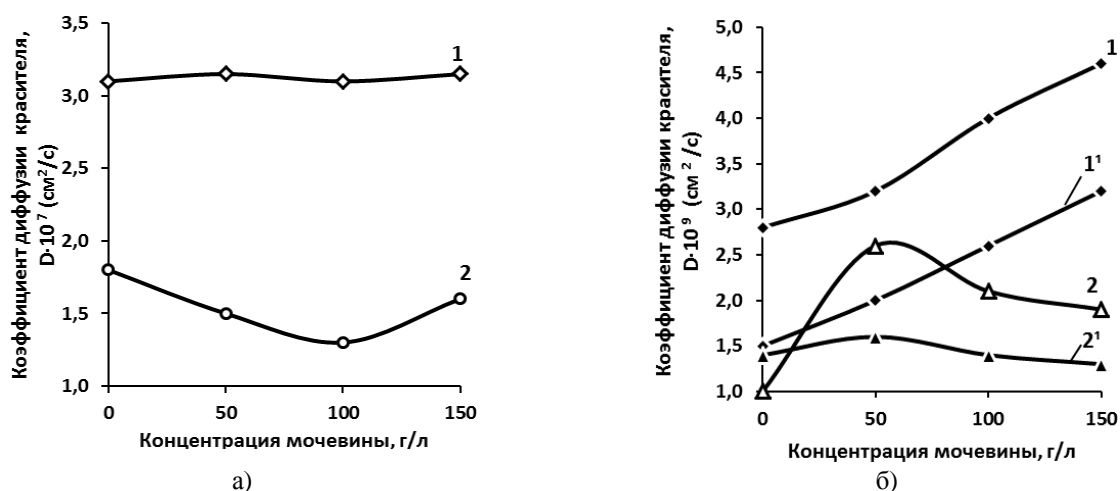


Рис. 4

Рис. 4-а демонстрирует, что при ВЧ-обработке введение в пропиточный состав различного количества мочевины не отра-

жается на величине коэффициента диффузии. А для случаев высокотемпературной фиксации (рис. 4-б, кривые 1 и 1') и обра-

ботки в среде насыщенного пара (рис. 4-б, кривые 2 и 2') зависимость коэффициентов диффузии от концентрации мочевины очевидна. Это можно объяснить тем, что влияние мочевины на скорость диффузии красителя в традиционных способах обусловлено ее диспергирующим действием на краситель в красильных растворах и пластифицирующим влиянием на полимерный материал при термообработке в течение

90...120 с. В случае же ВЧ-обработки, идущей в течение 6...8 с, мочевины не успевает перейти в расплавленное состояние, а ее функции полностью выполняет электромагнитное излучение.

В табл.1 приведены колористические показатели окрасок ткани бязь активными красителями при различных способах их фиксации: для термофиксационного способа – в присутствии мочевины; для ВЧ-способа – без мочевины.

Т а б л и ц а 1

Краситель	Вид тепловой обработки	Содержание красителя на волокне, г/кг	Количество ковалентно-фиксированного красителя, %	k/S	Устойчивость окраски к стирке
Активный ярко-красный 2СХ	Термофиксация 150°С, 2 мин	38,5	67,2	16,9	4-5/5
	ВЧ-обработка, 8 с	36,3	64,5	15,5	4-5/5
Активный ярко-красный 5С	Термофиксация 150°С, 2 мин	27,5	83,3	19,9	4-5/5
	ВЧ-обработка, 8 с	25,7	79,5	19,7	4-5/5

Таким образом, полученные в ходе представленного исследования данные подтверждают тот факт, что при реализации процессов ВЧ-крашения тканей активными красителями от введения мочевины в красильный раствор можно полностью отказаться [4].

ВЫВОДЫ

1. Смоделированы непрерывные способы крашения целлюлозных материалов и проанализированы процессы диффузии в целлюлозу активных красителей при традиционных способах тепловой обработки и под действием поля токов высокой частоты.

2. Рассчитаны коэффициенты диффузии активных красителей для процессов крашения ($D \cdot 10^{-9} \text{ см}^2/\text{с}$ – при запаривании и термообработке; $D \cdot 10^{-7} \text{ см}^2/\text{с}$ – при ВЧ-фиксации), величина которых свидетельствует о значительном увеличении скорости крашения при обработке целлюлозных материалов в поле ТВЧ.

3. Показано влияние состава красильного раствора на скорость диффузии активных красителей в целлюлозу при различных способах теплового воздействия на материал и показатели качества окрашенных тканей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никифоров А.Л., Мельников Б.Н., Циркина О.Г. Механизм активирующего воздействия электромагнитных колебаний на систему волокнообразующий полимер – технологическая композиция // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 6. С.47...51.
2. Побединский В.С. Активирование процессов отделки текстильных материалов энергией электромагнитных волн ВЧ-, СВЧ- и УФ-диапазонов. – Иваново, 2000.
3. Методы исследования в текстильной химии / Под ред. Г.Е. Кричевского. – М., 1993.
4. Удалов М.В., Циркина О.Г., Никифоров А.Л. Использование энергии электромагнитных колебаний для фиксации активных бифункциональных красителей на целлюлозосодержащих материалах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №2. С.73...77.

REFERENCES

1. Nikiforov A.L., Mel'nikov B.N., Cirkina O.G. Mehanizm aktivirujushhego vozdejstvija jelektromagnitnyh kolebanij na sistemu voloknoobrazujushhij polimer – tehnologicheskaja kompozicija // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2005, № 6. S.47...51.

2. Pobedinskij V.S. Aktivirovanie processov otdelki tekstil'nyh materialov jenergiej jelektromagnitnyh voln VCh-, SVCh- i UF-diapazonov. – Ivanovo, 2000.

3. *Metody issledovanija v tekstil'noj himii / Pod red. G.E. Krichevskogo.* – M., 1993.

4. Udalov M.V., Cirkina O.G., Nikiforov A.L. Ispol'zovanie jenerгии jelektromagnitnyh kolebanij dlja fiksacii aktivnyh bifunkcional'nyh krasitelej na celljulozosoderzhashhij materialah // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2010, №2. S.73...77.

Рекомендована кафедрой химии, экологии и микробиологии ИВГПУ. Поступила 04.02.17.

УДК 677.027.432.5/37.004.12

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АКТИВНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НА КАЧЕСТВО ОТДЕЛКИ И ОКРАСКИ ШЕЛКОВЫХ ТКАНЕЙ В СОВМЕЩЕННОМ СПОСОБЕ

INFLUENCE OF ORIGIN OF THE ACTIVE COLORANTS TO THE QUALITY OF FINISHING AND PAINTING SILKEN FABRICATES IN MATCHING MODE

М.Х. МИРЗАХМЕДОВА, Д.Б. ХУДАЙБЕРДИЕВА, М.З. АБДУКАРИМОВА, Г.К. СОДИКОВА
M.X. MIRZAKHMEDOVA, D.B. KHUDAYBERDIEVA, M.Z. ABDUKARIMOVA, G.Q. SADIKOVA

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)
(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)

E-mail: dilfuza1955@yahoo.com

Показано, что совмещение процесса крашения с заключительной отделкой шелковых тканей оказывает положительное влияние на интенсивность цвета (повышая ее в 1,1...2,3 раза), степень фиксации (увеличивая ее на 9...41%) активных красителей в зависимости от природы активных группировок: ДХТА>ВС>МХТА. В свою очередь, под действием активных красителей повышается привес и значение СУР ткани для всех красителей (на 11...23°), снижается усадка ткани; на смываемость аппрета влияние ДХТА красителей незначительно по сравнению с ВС и МХТА.

It is shown that superposition of coloring with concluding of silken materials raises the color density (from 1,1 to 2,3 times) and the degree of fixation (from 9 to 41 percent) of the active colorants in accordance with the origin militant groups: DXTA>VS>MXTA. At the same time, by the action of active colorants the value of SCR materials for all colorants raises (on 11...23°), increment, letting down the shrinkage of materials, on reusability of finishing agent influencing on DXTA colorants insignificantly over ah against with VS and MXTA.

Ключевые слова: шелковые ткани, активные красители, аппрет на основе препарата К-4 – гидролизованного ПАН, совмещение процессов крашения и заключительной отделки.

Keywords: silken fabricates, active colorants, finishing agent on the base preparation K-4 – hydrolyzed PAN, superposition of the processes coloring and finishing.

Актуальной проблемой отделки тканей из природных волокон является применение экологически чистых би- и полифункциональных веществ, разработка совмещенных способов крашения и заключительной отделки. Известны работы, посвященные решению этой проблемы [1...3]. Ранее нами была показана возможность применения аппрета на основе препарата К-4, гидролизованного продукта ПАН, для малоусадочной отделки шелковых тканей и совмещения этого процесса с крашением активными красителями [4], [5]. Исключение из совмещенной технологии процесса промывки после термообработки, имеющей цель удаление незафиксированного красителя, не оказывает отрицательного влияния на качество окраски. По-видимому, нефиксированная часть активного красителя закапсулируется под пленкой, образуемой аппретом.

Целью данной работы является изучение влияния природы активных красителей на качество отделки и окраски в совмещенном процессе крашения шелковых тканей. Для исследования были использованы активные красители российского и чешского производства с разной активной группировкой: ди-, монохлортриазиновые (ДХТА и МХТА) и винильсульфоновые (ВС). Совмещенный процесс крашения и отделки

проводили путем пропитки нейтральным раствором активного красителя, содержащим электролит, далее отжим, пропитка аппретом на основе препарата К-4, сушка, термообработка.

Анализируя результаты эксперимента (табл. 1 – качественные показатели образцов ткани и табл. 2 – влияние активной группировки красителя на качество окраски) по совмещенному процессу и сопоставив их с данными по заключительной отделке белой ткани, можно отметить, что качество отделки и окраски образцов, окрашенных активными красителями, имеющими разные активные группировки, отличаются друг от друга, хотя и незначительно.

После совмещенного процесса крашения и отделки образовавшийся привес на ткани за счет фиксации красителя на 1...1,5% больше чем, у аппретированного, а смываемость аппрета составляет до 1% для всех образцов белых и окрашенных активными красителями.

ДХТА-красители, являясь бифункциональными соединениями, имеют более высокую реакционную способность. Они могут участвовать наряду с реакцией волокно-краситель-волокно в реакции волокно-краситель-аппрет, в связи с этим смываемость аппрета сравнительно ниже, чем у МХТА и ВС.

Т а б л и ц а 1

Образцы ткани	Привес, %	Смываемость аппрета, %	Усадка, %		Жесткость, мг/см ²	СУР, град
			основа	уток		
Исходная отбеленная	-	-	8,4	11,7	0,89	222
Аппретированная	12,0	0,68	3,5	4,0	0,98	271
Аппретированная и окрашенная ДХТ красителями						
Активным ярко-желтым 53X	13,0	0,67	2,4	3,0	1,22	292
Остазин красный S-5B	12,3	0,75	2,5	3,2	1,29	297
Аппретированная и окрашенная МХТ красителями						
Активным зеленым 4Ж	13,4	0,85	4,0	4,5	1,23	291
Остазин синим GR	13,5	0,96	3,2	4,0	1,10	286
Аппретированная и окрашенная ВС красителями						
Остазин синим V-R	12,7	0,8	2,7	3,3	1,22	285
Активным оранжевым ЖТ-5	10,0	0,9	3,8	4,2	1,10	282

СУР образцов показывает, что значение его для всех окрашенных и аппретированных образцов больше, чем для белых аппретированных. В случае применения ДХТА-красителей СУР несколько выше, чем для МХТА и ВС-красителей, угол раскрытия

окрашенной и аппретированной ткани повышается на 60...75° по сравнению с исходной. Сравнение значений жесткости тканей показывает, что совмещение крашения с аппретированием несколько повышает этот показатель.

Т а б л и ц а 2

Красители, использованные в совмещенном способе крашения и заключительной отделки	Интенсивность окраски, К/S		Количество фиксированного красителя, г/кг		Прочность окраски к действию, баллы		Прочность окраски к трению, баллы
	А	Б	А	Б	пота	мыла	
Активный ярко-желтый 53X	8,6	14,0	8,0	10,1	5/4/5	5/5/5	5/4
Остазин красный-S-5B	9,6	22,7	4,2	8,1	5/4/5	5/5/5	5/5
Активный зеленый 4Ж	4,0	5,0	5,6	7,5	4/5/5	4/5/5	5/5
Остазин синий GR	11,0	15,0	4,6	6,0	5/5/5	5/5/5	5/5
Остазин синий V-R	4,7	8,0	3,3	4,5	5/5/5	5/5/5	5/5
Активный оранжевый ЖТ-5	2,0	2,2	2,2	2,4	4/5/5	4/5/5	5/5

П р и м е ч а н и е. Окрашенная ткань по термофиксационному (А) и совмещенному (В) способам.

Для всех исследованных красителей с разными активными группировками значения К/S и количество фиксированного красителя на волокне выше в совмещенном способе, особенно для красителей с ДХТА активной группой, для которых это повышение – в 1,1...2,4 раза и на 26...41% соответственно, по сравнению с окрашенными по термофиксационному способу без аппретирования. Показатели качества для МХТА и ВС красителей намного уступают предыдущему типу красителей и имеют повышение К/S до 1,2...1,4 и 1,1...1,7 раза, а количество фиксированного красителя на 30...34% и 9...36% соответственно.

По-видимому, на качество окраски в совмещенном процессе влияет не только активная группировка красителя, но и хромофорная часть красителя, определяющая сродство красителя к волокнистому материалу. В случае использования МХТА-красителей в совмещенном процессе наблюдается миграция красителя в ванну аппрета, соответственно К/S образца снижается, а прочность окраски остается высокой. При применении ДХТА-красителей одновременно увеличивается СУР и К/S ткани, вероятно, за счет наличия двух активных групп (-СI), красители дополнительно связывают макромолекулы фиброина. Об-

разцы, окрашенные ВС-красителями, сохраняют мягкость, но при этом по значению К/S уступают ДХТА-красителям.

Необходимо отметить, что все использованные красители обеспечивают повышение степени использования красителя и прочность окраски к мокрым обработкам и к трению (табл. 2), несмотря на то, что в предлагаемой технологии совмещенного процесса исключен процесс промывки. По-видимому, аппрет на основе препарата К-4 на этапе термофиксации, образуя пленку на поверхности волокнистого материала и одновременно взаимодействуя с ним, дополнительно закапсулирует краситель в структуре волокна.

Для подтверждения предполагаемого механизма закрепления красителя в процессе заключительной отделки аналитическим способом изучено количество сшитых молекул, образовавшихся в процессе совмещенного крашения и отделки (рис. 1, ПВА (1) и К-4 (2)).

Изучение влияния зависимости количества поперечно-связанных молекул фиброина от концентрации ПВА (1) и К-4 (2) в аппретующем составе на количество нерастворимых макромолекул показало, что в совмещенном процессе соблюдается та же закономерность, что и при заключительной отделке.

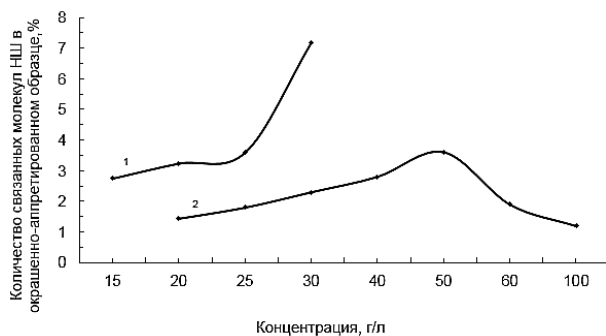


Рис. 1

С увеличением ПВА количество поперечно-сшитого фиброина увеличивается. Однако повышение ПВА в составе аппрета увеличивает жесткость ткани. Зависимость количества поперечно-сшитого фиброина от концентрации К-4 в аппретирующем составе проходит через максимум при содержании его в аппрете 50 г/л.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что совмещение крашения с заключительной отделкой шелковых тканей повышает интенсивность цвета и количество фиксированного красителя, при сохранении качества окраски, несмотря на сокращение процесса промывки, по-видимому, в результате закапсуляции не реагирующей с волокном красителя под пленкой аппрета.

2. Под действием активных красителей, в зависимости от их природы, повышается привес, значение СУР ткани, снижается усадка, особенно, для ДХТА-красителей. Несколько повышается жесткость ткани, по сравнению с аппретированной белой тканью.

3. Исследовано аналитическим методом взаимодействие аппретирующего состава, красителя и фиброина шелка при совмещенном процессе. Показано увеличение поперечных сшивков полимеров на 13% по сравнению с аппретированным образцом.

1. Weich Clacr M. Улучшение прочности и устойчивости к трению при изгибе при отделке бутантетракарбоневой кислотой для придания несминаемости // Text. Chem. And Color. – №2, 1997. P.1...24.

2. Lewis D., Vonciena B. Отделка хлопка поликарбонowymi кислотами для придания несминаемости // J. Appl. Polym. Sci. – 66, №1, 1997. P.171...177.

3. Raheel Mastura, Guo Chen. Одностадийное крашение и упрочняющая отделка хлопковых тканей без применения формальдегида // Text. Res. J. – 68, №8, 1998. P. 571...577.

4. Патент РУз. № IAP 03397. Способ малоусадочной отделки шелковых тканей / Худайбердиева Д.Б., Салихова М.Х., Абдукаримова М.З., Амирова Н.С.

5. Абдукаримова М.З., Мирзахмедова М.Х., Саидов А. О возможности разработки совмещенных процессов отделки шелковых тканей // Тез. докл. Респ. науч. прак. конф.: Развитие и совершенствование дизайна и технологии изделий из кожи, 25-26 сентября 2008. – Ташкент, 2008. С. 193...198.

REFERENCES

1. Weich Clacr M. Uluchshenie prochnosti i ustojchivosti k treniju pri izgibe pri otdelke butanetetkarbonovoj kislotoj dlja pridaniya nesminaemosti // Text. Chem. And Color. – №2, 1997. P.1...24.

2. Lewis D., Vonciena B. Otdelka hloпка polikarbonovymi kislotami dlja pridaniya nesminaemosti // J. Appl. Polym. Sci. – 66, №1, 1997. P.171...177.

3. Raheel Mastura, Guo Chen. Odnostadijnoe krashenie i uprochnjajushhaja otdelka hlopkovyh tkanej bez primeneniya formal'degida // Text. Res. J. – 68, №8, 1998. P. 571...577.

4. Patent RUz. № IAP 03397. Sposob malousadочноj otdelki shelkovyh tkanej / Hudajberdieva D.B., Salihova M.H., Abdukarimova M.Z., Amirova N.S.

5. Abdukarimova M.Z., Mirzahmedova M.H., Saidov A. O vozmozhnosti razrabotki sovmeshhennyh processov otdelki shelkovyh tkanej // Tez. dokl. Rесп. науч. прак. конф.: Razvitie i sovershenstvovanie dizajna i tehnologii izdelij iz kozhi, 25-26 sentjabrja 2008. – Tashkent, 2008. S. 193...198.

Рекомендована кафедрой химической технологии. Поступила 03.06.16.

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗДАНИЯ
ИЗ СМЕШАННОГО КАРКАСА
В ОТДЕЛОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**FEASIBILITY STUDY OF APPLICATION ARCHITECTURAL ENGINEERING
FOR COMPOSITE FRAME BUILDING IN FINISHING PRODUCTION
OF TEXTILE ENTERPRISES**

С.В. ФЕДОСОВ, В.Г. КОТЛОВ, Р.М. АЛОЯН, М.В. БОЧКОВ, Р.А. МАКАРОВ, М.А. ИВАНОВА
S.V. FEDOSOV, V.G. KOTLOV, R.M. ALOYAN, M.V. BOCHKOV, R.A. MAKAROV, M.A. IVANOVA

(Ивановский государственный политехнический университет,
Поволжский государственный технологический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University,
Volga State University of Technology)
E-mail: prezident@ivgpu.com

Определены степени агрессивности сред красильных цехов для каркасных систем из железобетона, металла и древесины. Приведены температурно-влажностные параметры среды и концентрации агрессивных газов в цехах отделочного производства предприятий текстильной промышленности. Выполнен расчет сметной стоимости затрат на монтаж, текущий и капитальный ремонт различных исполнений несущего каркаса отделочного цеха текстильного предприятия в г. Иванове. Обоснована технико-экономическая эффективность использования деревянных стропильных конструкций при строительстве производственных зданий с агрессивными средами.

The levels of aggressiveness environment of dyeing workshop for frame systems made of reinforced concrete, metal and timber are given. The temperature and humidity parameters of the environment and the concentration of corrosive gases in the shops of finishing production of the textile industry enterprises are shown. The estimated cost of installation, minor and major repair of various designs load-bearing frame of the finishing department of textile factory in Ivanovo is calculated. Technical-and-economic efficiency of applying wood truss in the industrial buildings with aggressive environments is substantiated.

Ключевые слова: красильный цех, отделочное производство, текстильное предприятие, агрессивная среда, сравнение каркасных систем, технико-экономическое обоснование.

Keywords: dyeing workshop, finishing work, textile factory, aggressive environment, comparison of frame systems, feasibility study.

При эксплуатации зданий с агрессивными средами происходит накопление вредных веществ телом несущих и ограждающих конструкций, причем чем массивнее конструкция, тем больше она впитывает вредных веществ. После завершения срока эксплуатации появляется необходимость утилизации этих конструкций, поэтому ис-

пользование легких и эффективных конструкций в зданиях с агрессивными средами выгодно не только в процессе строительства, но и после завершения эксплуатации здания.

Анализ результатов натурных обследований, проектных материалов и экспертный опрос специалистов позволяют заклю-

чить, что интенсивному воздействию агрессивных, в том числе хлоридсодержащих, сред подвергаются до 75% инженерных конструкций предприятий текстильной промышленности [1]. Отделка, а именно крашение текстильных изделий (ткани, пряжи, волокна, трикотажа, швейных нитей), является одним из основных этапов отделочного производства текстильной продукции. В процессе мокрой обработки суровых тканей используются растворы

кислот, окислителей и органических веществ. Наличие большого числа циклов влажно-тепловых обработок (пропитка, запаривание, промывка, сушка и т.д.) приводит к циклическому изменению температурно-влажностного режима цеха.

В табл. 1 приведены характеристики агрессивной воздушной среды цехов отделочного производства предприятий текстильной промышленности [2].

Таблица 1

Температура, °С		Относительная влажность, %		Агрессивные газы, пары, аэрозоли, пыль	
в рабочей зоне	под потолком	в рабочей зоне	под потолком	наименование	концентрация, мг/м ³
16...26	18...30	50...75	55...80	углекислый газ аммиак (NH ₃) сернистый ангидрид (SO ₂) сероводород (H ₂ S) окислы азота (NO, NO ₂) хлор (Cl ₂) хлористый водород (HCl) пыль красителей	до 20,0 0,5...50,0 0,5...10,0 2,0...5,0 0,3...18,0 0,1...20,0 до 5,0 следы

Согласно [3] газовые среды помещений с влажным режимом эксплуатации и с концентрациями газов, представленными в табл. 1, являются средне- и сильноагрессивными для железобетонных и стальных конструкций, слабо- и среднеагрессивными для деревянных конструкций.

Воздействие агрессивных сред оказывает негативное влияние на долговечность несущих конструкций из металла [4], [5] и железобетона [6...8]. На древесину химически агрессивные среды оказывают не столь негативное воздействие. Известны примеры успешного использования деревянных каркасов для зданий бассейнов, складов минеральных удобрений, коровников и других промышленных и общественных зданий с агрессивными средами.

Для определения целесообразности использования тех или иных типов конструк-

ций необходимо руководствоваться сметной стоимостью и сроками строительства, а также расходами на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты здания. Учет эксплуатационных и технико-экономических показателей при выборе конструктивного решения промышленных зданий в условиях действия агрессивных сред является актуальной задачей.

В настоящей работе выполнено сравнение экономических показателей трех конструктивных систем несущих каркасов здания красильного цеха: в металлическом каркасе, в железобетонном каркасе и в смешанном исполнении – железобетонные фундаменты и колонны с деревянными стропильными фермами с использованием МЗП (рис. 1). Параметры цеха: пролет – 24 м, длина здания – 120 м, шаг колонн – 6 м, высота здания – 9,6 м.



Рис. 1

В табл. 2 приведены затраты на монтаж различных вариантов каркаса, текущий и капитальный ремонты на основании сметных расчетов на январь 2017 г. для тек-

стильного предприятия г. Иванова. В сметной стоимости затраты на монтаж ограждающих конструкций, полов, оборудования и т.д. не учитывались.

Т а б л и ц а 2

Наименование затрат	Вариант конструктивного решения		
	железобетонный каркас	металлический каркас	смешанный каркас со стропильной системой из деревянных ферм
Первоначальные затраты:			
- фундаменты	1 174 тыс. руб.	1 011 тыс. руб.	1 174 тыс. руб.
- колонны	2 620 тыс. руб.	2 902 тыс. руб.	2 620 тыс. руб.
- стропильная система	8 819 тыс. руб.	3 031 тыс. руб.	2 736 тыс. руб.
Текущий ремонт	494 тыс. руб. раз в 2 года	627 тыс. руб. раз в 2 года	453 тыс. руб. раз в 2 года
Капитальный ремонт:			
- фундаменты	651 тыс. руб. (раз в 25 лет)	651 тыс. руб. (раз в 25 лет)	651 тыс. руб. (раз в 25 лет)
- колонны	1 301 тыс. руб. (раз в 40 лет)	1 423 тыс. руб. (раз в 40 лет)	1 301 тыс. руб. (раз в 40 лет)
- стропильная система	1 520 тыс. руб. (раз в 15 лет)	1 968 тыс. руб. (раз в 15 лет)	765 тыс. руб. (раз в 12 лет)

В табл. 3 приведен перечень работ по текущему и капитальному ремонтам со-

гласно действующим нормам.

Т а б л и ц а 3

Наименование	Перечень работ		
	железобетонный каркас	металлический каркас	смешанный каркас со стропильной системой из деревянных ферм
Текущий ремонт	- восстановление защитного слоя арматуры и защитного покрытия железобетонных колонн и ферм	- восстановление защитного покрытия колонн и ферм	- восстановление защитного слоя арматуры и защитного покрытия железобетонных колонн и ферм
Капитальный ремонт	- восстановление изоляции фундаментов и отмостки - ремонт дренажей вокруг здания - ремонт и укрепление колонн обоями - ремонт или замена стропильных ферм - восстановление защитного слоя арматуры и защитного покрытия колонн и ферм	- восстановление изоляции фундаментов и отмостки - ремонт дренажей вокруг здания - ремонт или замена стропильных ферм - восстановление защитного покрытия колонн и ферм	- восстановление изоляции фундаментов и отмостки - ремонт дренажей вокруг здания - ремонт и укрепление колонн обоями - ремонт или замена стропильных ферм - восстановление защитного слоя арматуры и защитного покрытия колонн и ферм

Периодичность капитального ремонта принята согласно МДС 13-14.2000. Положение о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений. Необходимость в текущем ремонте устанавливается на основании технического обследования. Конструкции эксплуатируются в агрессивной среде,

принимаем периодичность текущего ремонта 2 года.

Первоначальные затраты на устройство железобетонного каркаса в 2 раза (на 6 млн. руб.) выше стоимости металлического каркаса и каркаса с деревянными стропильными фермами. Среда отделочных цехов для металлических конструкций является

средне- и сильноагрессивной, поэтому затраты на текущий и капитальный ремонт будут больше (на 174 и 1325 тыс. руб. соответственно), чем для здания со стропильной системой из деревянных ферм. Таким образом, использование деревянных стропильных ферм снижает стоимость каркаса и затраты на его техническое обслуживание.

ВЫВОДЫ

1. Выполненный анализ предпроектных решений красильного цеха отделочного производства с различными вариантами конструктивных решений показал, что применение несущих стропильных конструкций с использованием древесины экономически целесообразно.

2. При соблюдении соответствующих требований к проектированию, изготовлению и эксплуатации здания с деревянными конструкциями прослужат тот же срок, что и из других конструкций. Вместе с этим они экологичны, экономичны, не требуют больших трудозатрат при монтаже и утилизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников И.И. Современное состояние проблемы расчета армированных конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2012, №2. С.46...60.
2. Руководство по проектированию антикоррозионной защиты строительных конструкций производственных зданий предприятий текстильной промышленности. – М., 1980. С. 89.
3. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85.
4. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Федосова Н.Л., Румянцева К.Е. Антикоррозионная защита металлов в строительстве: проблемы и пути их решения // Строительство и реконструкция. – 2011, № 2. С. 97...103.
5. Kobus J. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems according to EU standards // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2007, № 4. С. 125...130.
6. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Землянский А.А. Моделирование поведения железобетонных

элементов конструкций в условиях воздействия хлоридсодержащих сред. – Саратов: Саратовский гос. техн. ун-т, 2000.

7. Smith J.L., Virmani Y.P. Materials and methods for corrosion control of reinforced and prestressed concrete structures in new construction // National Technical Information Service, Springfield, Virginia, USA. – August, 2000. P. 71.

8. Румянцева В.Е., Хрунов В.А., Шестеркин М.Е. Определение ресурса безопасной эксплуатации зданий и сооружений из бетона //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 4. С.131...137.

REFERENCES

1. Ovchinnikov I.I. Sovremennoe sostojanie problemy rascheta armirovannyh konstrukcij, podvergajushhhsja vozdejstvu agressivnyh sred // Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij. – 2012, №2. S.46...60.
2. Rukovodstvo po proektirovaniju antikorrozionnoj zashhity stroitel'nyh konstrukcij proizvodstvennyh zdaniy predpriyatij tekstil'noj promyshlennosti. – М., 1980. S. 89.
3. SP 28.13330.2012. Zashhita stroitel'nyh konstrukcij ot korrozii. Aktualizirovannaja redakcija SNiP 2.03.11-85.
4. Fedosov S.V., Rumjanceva V.E., Fedosova N.L., Rumjanceva K.E. Antikorrozionnaja zashhita metallov v stroitel'stve: problemy i puti ih reshenija // Stroitel'stvo i rekonstrukcija. – 2011, № 2. S. 97...103.
5. Kobus J. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems according to EU standards // Problemy mashinostroenija i avtomatizacii. – 2007, № 4. S. 125...130.
6. Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Zemljanskij A.A. Modelirovanie povedenija zhelezobetonnyh jelementov konstrukcij v uslovijah vozdejstvija hlorid-soderzhashhih sred. –Saratov: Saratovskij gos. tehn. unt, 2000.
7. Smith J.L., Virmani Y.P. Materials and methods for corrosion control of reinforced and prestressed concrete structures in new construction // National Technical Information Service, Springfield, Virginia, USA. – August, 2000. P. 71.
8. Rumjanceva V.E., Hrunov V.A., Shesterkin M.E. Opredelenie resursa bezopasnoj jekspluatacii zdaniy i sooruzhenij iz betona //Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 4. S.131...137.

Рекомендована кафедрой строительных конструкций и водоснабжения ПГТУ. Поступила 20.01.17.

УДК 677.03.004.182

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ
МЕДИЦИНСКОЙ ЛЬНОСОДЕРЖАЩЕЙ ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ ВАТЫ
И НЕТКАНОГО ПОЛОТНА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА***

**PROCESSING LINE FOR DEVELOPMENT
MEDICAL LINEN - CONTAINING HYGROSCOPIC COTTON WOOL
AND THE NONWOVEN CLOTH FROM WASTE PRODUCTS**

О.Н. ВОЛЫНКИН, Е.В. ВИНОГРАДОВА, Е.В. ЗАРУБИНА, Т.В. ШМЕЛЕВА, М.А. КОЛБАШОВ
O.N. VOLYNKIN, E.V. VINOGRADOVA, E.V. ZARUBINA, T.V. SHMELYOVA, M.A. KOLBASHOV

(Ивановский государственный политехнический университет,
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Ивановский государственный энергетический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University,
Ivanovo Fire-Rescue Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Ivanovo State Power University)
E-mail: katya.zarubina.15@mail.ru

Предлагается методика оценки эффективности использования отходов производства медицинской льносодержащей гигроскопической ваты и нетканого полотна для увеличения выхода продукции на основе применения уравнений баланса сырья и энергии.

The methodology of assessment of efficiency of use of production waste containing medical absorbent cotton and nonwoven cloth to increase yield through the application of the equations of balance of raw materials and energy.

Ключевые слова: лен, медицинская вата, технологическая линия, баланс сырья, непрерывная регенерация сырья.

Keywords: flax, medical cotton wool, technological line, balance of raw materials, continuous regeneration of raw materials.

В [1] предлагается универсальная технологическая линия переработки льна и пеньки различного качества в однотипное и модифицированное волокно, в том числе и

вату. Производство ваты из льна сопряжено со значительными потерями хорошего прядогого волокна в отходы практически на всех стадиях ее выработки.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. В.М. Зарубина.

Это связано с тем, что короткое льноволокно (отходы трепания или волокно после обработки короткостебельной льнотресты), а также чесаный лен и очесы имеют в своем составе значительное количество сорных примесей, пороков, которые по технологии производства ваты подлежат отделению от волокна и удалению из волокнистого потока. На выполнение этих операций направлено разрыхлительно-очистительное, трепальное и чесальное оборудование, в котором непосредственное участие принимают конденсорные устройства.

В качестве примера рассмотрим линию по производству медицинской ваты, дей-

ствующую на заводе "ЛенОм" в г. Калачинске, Омской обл. [2], схема которой представлена на рис. 1 (автоматическая линия по производству медицинской ваты из отбеленного короткого льноволокна, где 1 – смеситель-накопитель СН-3У; 2 – конденсор; 3 – разрыхлительно-очистительная машина ТОР-М; 4 – конденсор; 5 – разрыхлительно-очистительная машина МРЛ-В; 6 – смеситель-накопитель СН-3У; 7, 8, 9, 10, 11, 12 – чесальные машины ЧМ-ВМ). Линия содержит после лабазов смеситель-накопитель СН-3У, группу разрыхлительно-очистительных машин ТОР-М, МРЛ-В, РО и МТ и группу чесальных машин ЧМ-ВМ.

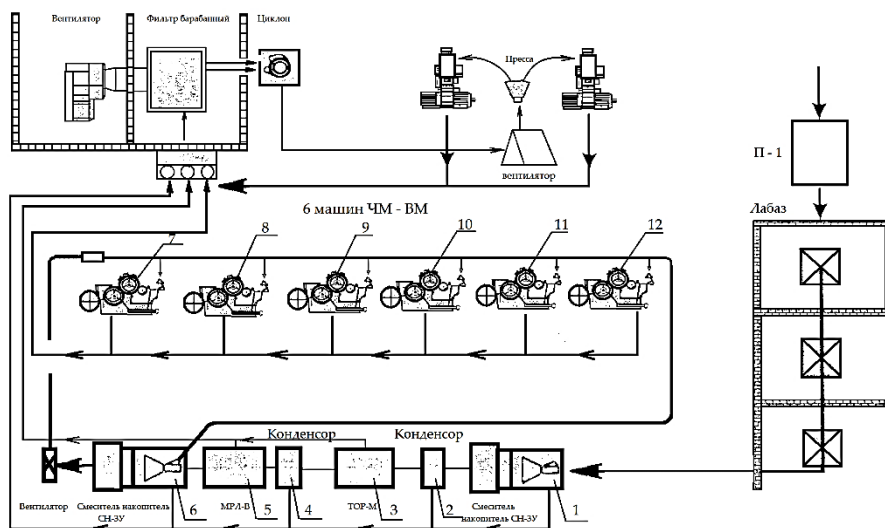


Рис. 1

Для данной технологической линии применим метод построения уравнений баланса сырья, предложенный в [3], [4]:

$$X_{\text{вых}} = \frac{X_1 \prod_{i=1}^6 (1 - \alpha_i) \sum_{j=7}^{12} [\beta_j (1 - \alpha_j)]}{\sum_{k=7}^{12} \beta_k}, \quad (1)$$

где $X_{\text{вых}}$ – масса волокна на выходе технологической линии; X_1 – масса волокнистого потока на входе 1-й машины технологической линии; α_i – доля отходов по массе на i -й машине технологической линии; β_j – коэффициент, учитывающий разделение

волокон потока на составляющие параллельные потоки по чесальным машинам,

$$\sum_{k=7}^{12} \beta_k \leq 1.$$

Коэффициент выхода продукта из смеси:

$$B = \frac{X_{\text{вых}}}{X_{\text{вх}}}, \quad (2)$$

где $X_{\text{вх}} = X_1$;

$$B = \frac{\prod_{i=1}^5 (1 - \alpha_i) \sum_{j=7}^{12} [\beta_j (1 - \alpha_j)]}{\sum_{k=7}^{12} \beta_k}. \quad (3)$$

Так как на данной линии не предусмотрено использование отходов собственного производства, рассмотрим линию, предназначенную для получения медицинской гигроскопической ваты из отбеленного короткого льноволокна и нетканого полотна из отходов этого производства [5]. Для обеспечения полной сохранности пряденого волокна в волокнистом потоке, проходящем через очистительное оборудование в технологическом процессе, альтернативой является организация параллельно основному технологическому процессу процесса непрерывной регенерации волокна из отходов, включающего сбор отходов от мест их выделения в агрегате, очистку от сорных примесей и пороков, получение регенерированного из отходов волокна и возвращение его в свой технологический процесс. При этом целесообразно использовать оборудование, выполненное с учетом физико-механических и структурных характеристик отходов.

Технологическая линия содержит оборудование для жидкостной обработки, обезвоживания и сушки сырья, лабазы, смеситель-накопитель СН-3У, рыхлитель-очиститель РО, сушильную машину СЛР-240-М с питателем ПЛШ-240-М и рыхлителем РМ-240-М, в которой установлена машина трепально-очистительная ТОМ-Л2. За сушильной машиной перед лабазами расположен питатель П-1. За ними – питатель П-5 или смеситель-накопитель СН-3У, конденсорная установка, рыхлитель-очиститель РО, наклонный очиститель ОН-6-4 и питатель резервный ПРЧ, за ним установлены две группы (основная и дополнительная) разрыхлительно-трепальных машин РЧВМ для производства ваты и нетканых материалов. Разрыхлительно-трепальная машина [6] содержит питающий бункер, пару игольчатых барабанов с колосниковыми решетками, промежуточный конденсор и пару чесальных пильчатых барабанов с группами из трех валиков и одинарных валиков с профильными ножами; причем первая группа разрыхлительно-чесальных машин РЧВМ снабжена ватными барабанами, а вторая – слоеформирующим механизмом в виде раскладчика прочеса или конденсора

и вязально-прошивной машиной, при этом первая группа разрыхлительно-чесальных машин РЧВМ технологически связана с разрыхлительным агрегатом распределителем волокна по основному сырьевому потоку и закольцована на питатель резервный ПРЧ, а вторая связана через пневмоканал по сбору отходов с машинами агрегата и первой группой разрыхлительно-трепальных машин РЧВМ и закольцована на питатель П-5.

Для описания процесса работы непрерывной регенерации волокна из выделяемых на нем отходов будем использовать понятие "потока" как термина, позволяющего наиболее адекватно описывать непрерывные процессы, коими являются разрыхление, смешивание, трепание, чесание волокнистой массы РЧВМ. При этом в качестве показателя, позволяющего оценить работу агрегата, протекание технологических процессов в нем, мы будем использовать не коэффициент выхода медицинской ваты из смеси, а приведенный коэффициент выхода ваты из смеси к мощности, расходуемой на выпуск единицы количества продукта в РЧВМ. Введение такого показателя обусловливается повышением энергетических затрат в агрегате при осуществлении в нем процесса непрерывной регенерации отходов и позволяет дать сравнительную оценку различных способов регенерации отходов в рамках РЧВМ, определенного по составу и количеству машин.

Технологическая линия для выработки медицинской льносодержащей гигроскопической ваты и нетканого полотна из отходов этого производства представлена на рис. 2 (технологическая линия для выработки медицинской льносодержащей гигроскопической ваты и нетканого полотна из отходов этого производства, где 1 – питатель П-5; 2 – разрыхлитель-очиститель РО; 3 – смеситель-накопитель СН-3У; 4 – наклонный очиститель ОН-6-4; 5 – питатель резервный ПРЧ; 6, 7, 8, 9, 10 – основная группа разрыхлительно-чесальных машин РЧВМ с ватными барабанами; 11, 12 – дополнительная группа разрыхлительно-чесальных машин РЧВМ со слоеформирующим устройством; 13 – питатель П-5).

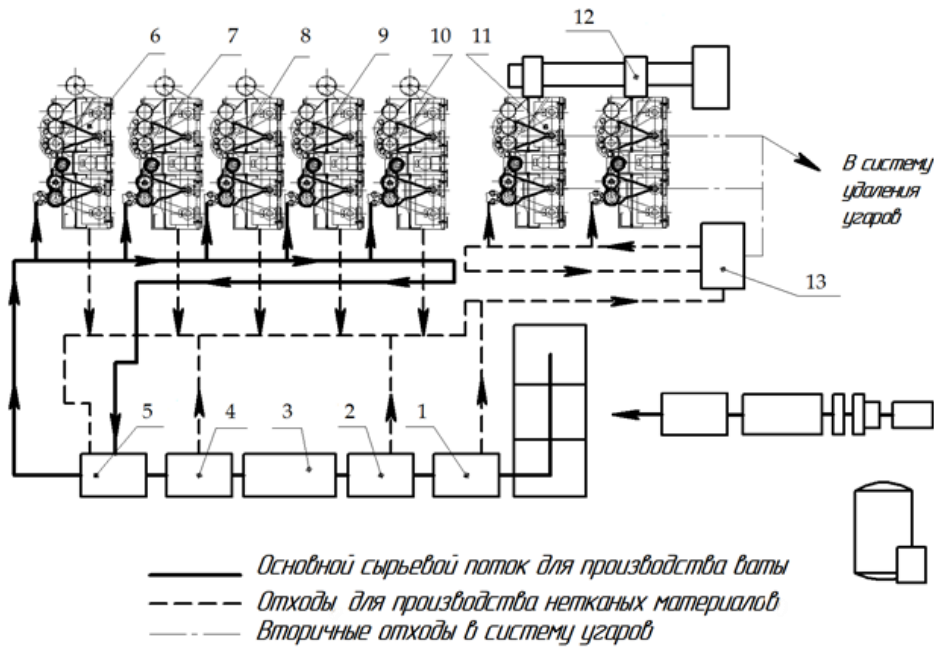


Рис. 2

Для данной технологической линии применим метод построения уравнений баланса сырья и энергии, служащих для анализа регенерации отходов, предложенный в [3], [4].

Без учета регенируемого волокна уравнение баланса сырья имеет вид:

$$X_{\text{ВЫХ}}^0 = \frac{X_1 \prod_{i=1}^2 (1 - \alpha_i) \prod_{j=4}^5 (1 - \alpha_j) \sum_{k=6}^{10} [\beta_k (1 - \alpha_k)]}{\sum_{m=6}^{10} \beta_m}, \quad (4)$$

где β_k – коэффициент, учитывающий разделение волокон потока на составляющие параллельные потоки по разрыхлительно-чесальным машинам, $\sum_{k=6}^{10} \beta_k \leq 1$.

С учетом использования отходов собственного производства уравнение баланса сырья примет вид:

$$X_{\text{ВЫХ}} = X_{\text{ВЫХ}}^0 + X_{\text{ВЫХ}}^{\Delta}, \quad (5)$$

Здесь $X_{\text{ВЫХ}}^{\Delta}$ – масса отходов собственного производства, формирующих нетканый материал; $\bar{\alpha}_k$ – доля вторичных отходов по массе на k -й машине технологической линии; $\beta_{11} + \beta_{12} \leq 1$.

Коэффициент выхода продукта из смеси:

$$B = \frac{X_{\text{ВЫХ}}}{X_{\text{ВХ}}}, \quad (7)$$

$$\text{или } B = B_0 + B_{\Delta}, \quad (8)$$

где $X_{\text{ВЫХ}}^{\Delta} = \frac{\left(\sum_{i=1}^2 X_i \alpha_i + \sum_{j=4}^{10} X_j \alpha_j \right) \sum_{k=11}^{12} [\beta_k (1 - \bar{\alpha}_k)]}{\sum_{k=11}^{12} \beta_k} \cdot (6)$

где $B_0 = \frac{X_{\text{ВЫХ}}^0}{X_{\text{ВХ}}}$, $B_{\Delta} = \frac{X_{\text{ВЫХ}}^{\Delta}}{X_{\text{ВХ}}}$.

Так как осуществление процесса переработки собственных отходов приводит к повышению энергетических затрат на технологической линии, то используем приведенный коэффициент выхода продукта из смеси к мощности, расходуемой на выпуск единицы количества продукта:

$$R = B\eta^{tr}, \quad (9)$$

где R – приведенный коэффициент выхода продукта из смеси; η^{tr} – обобщенный технологический коэффициент полезного действия:

$$\eta^{tr} = \frac{N^t + N^r}{N^p}; \quad (10)$$

N^p – суммарная мощность, потребляемая машинами и механизмами технологической линии, то есть суммарная потребляемая энергия в единицу времени,

$$N^p = \sum_{i=1}^n N_i^p; \quad N_i^p - \text{мощность, потребляемая}$$

i -й машиной технологической линии:

$$N_i^p = N_i^t + N_i^r + N_i^m; \quad (11)$$

N_i^t – мощность, расходуемая на совершенствование технологического процесса в i -й машине технологической линии;

$$\sum_{i=1}^n N_i^t = N^t - \text{мощность, расходуемая машинами}$$

технологической линии на совершенствование технологического процесса; N_i^r – транспортная мощность, то есть мощность, необходимая для транспортировки волокнистой массы от $(i-1)$ -й машины до выхода с i -й машины;

$$\sum_{i=1}^n N_i^r = N^r - \text{транспортная мощность технологической линии; } N_i^m - \text{мощность,}$$

расходуемая на диссипативные процессы в i -й машине технологической линии.

Переработка отходов собственного производства позволяет существенно повысить указанный приведенный коэффициент выхода продукта из смеси за счет увеличения массы готового продукта на величину массы сформированного нетканого полотна $X_{\text{вых}}^{\Delta}$ при незначительном снижении

обобщенного технологического коэффициента полезного действия.

За счет щадящей разработки волокнистого материала происходит улучшение технологического процесса по обработке сырья, а за счет использования отходов собственного производства – экономия сырья.

В Ы В О Д Ы

Для оценки эффективности регенерации отходов на технологической линии для разработки медицинской льносодержащей гигроскопической ваты и нетканого полотна из отходов этого производства применен метод построения уравнений баланса сырья и энергии. Показано, что переработка отходов собственного производства позволяет существенно повысить выход продукта из смеси за счет увеличения массы готового продукта на величину массы сформированного нетканого полотна $X_{\text{вых}}^{\Delta}$ при незначительном снижении обобщенного технологического коэффициента полезного действия.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Безбабченко А.В., Новиков Э.В., Ковалев М.М., Пучков Е.М. Универсальная линия для переработки льна и пеньки в различные виды готовой продукции // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 1. С. 54...57.
2. Автоматическая линия по производству медицинской ваты из отбеленного короткого льноволокна. /Новое оборудование для текстильного кластера (льняная подотрасль) / Проспект ООО Инженерно-производственная фирма "ТексИнж". – Иваново.
3. Зарубин В. М., Минц Б.И., Шмелева Т. В., Полякова Е. В. Регенерация волокна из отходов на агрегате "кипа-лента" и его возврат в свой технологический процесс // Изв. Ивановского отделения Петровской академии наук и искусств. – Иваново, 2006. С. 24...45.
4. Зарубин В.М., Шмелева Т.В., Полякова Е.В. Регенерация волокна из шляпочного очеса на шляпочной чесальной машине // Изв. Ивановского отделения Петровской академии наук и искусств. – Иваново, 2006. С. 46...53.
5. Патент 140579 РФ, МПК D01G 15/72. Разрыхлительно-чесальная машина / Зарубин В.М., Полякова Е.В., Шмелева Т.В., Терентьева И.Г. и др. – Оpubл.10.05.2014. Бюл. №13.

6. Патент 140448 РФ, МПК D04H 1/02. Технологическая линия для выработки медицинской льно-содержащей гигроскопической ваты и нетканого полотна из отходов этого производства / Зарубин В.М., Шмелева Т.В., Полякова Е.В., Куваева С.В. и др. – Оpubл.10.05.2014. Бюл. №13.

REFERENCES

1. Bezbabchenko A.V., Novikov Je.V., Kovalev M.M., Puchkov E.M. Universal'naja linija dlja pererabotki l'na i pen'ki v razlichnye vidy gotovoj produkcii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 1. S. 54...57.

2. Avtomaticheskaja linija po proizvodstvu medicinskoj vaty iz otbelennogo korotkogo l'novolokna. /Novoe oborudovanie dlja tekstil'nogo klastera (l'njanaja podotrasl') / Prospekt ООО Инженерно-производственная фирма "ТексИнж". – Ivanovo.

3. Zarubin V. M., Minc B.I., Shmeleva T. V., Poljakova E. V. Regeneracija volokna iz othodov na agregate "kupa-lenta" i ego vozvrat v svoj tehnologicheskij

process // Izv. Ivanovskogo otdelenija Petrovskoj akademii nauk i iskusstv. – Ivanovo, 2006. S. 24...45.

4. Zarubin V.M., Shmeleva T.V., Poljakova E.V. Regeneracija volokna iz shljapochnogo ochesa na shljapochnoj chesal'noj mashine // Izv. Ivanovskogo otdelenija Petrovskoj akademii nauk i iskusstv. – Ivanovo, 2006. S. 46...53.

5. Patent 140579 RF, МПК D01G 15/72. Razryhlitel'no-chesal'naja mashina / Zarubin V.M., Poljakova E.V., Shmeleva T.V., Terent'eva I.G. i dr. – Opubl.10.05.2014. Bjul. №13.

6. Patent 140448 RF, МПК D04H 1/02. Tehnologicheskaja linija dlja vyrabotki medicinskoj l'nosoderzhashhej gigroskopicheskoj vaty i netkanogo polotna iz othodov jetogo proizvodstva / Zarubin V.M., Shmeleva T.V., Poljakova E.V., Kuvaeva S.V. i dr. – Opubl.10.05.2014. Bjul. №13.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПИУ. Поступила 12.12.16.

УДК 677.017

**К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ КАЧЕСТВА
ЛЬНЯНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**REVISITING THE QUALITY LEVEL APPRAISAL
FOR THE FLAX STOCKINET CLOTHES**

Л.Л. ЧАГИНА, Н.А. СМЕРНОВА
L.L. CHAGINA, N.A. SMIRNOVA

(Костромской государственный университет)
(Kostroma State University)
E-mail: info@kstu.edu.ru.

В статье предложена методика комплексной оценки уровня качества льняных трикотажных изделий с использованием метода анализа иерархий для выявления приоритетности показателей качества и оценки их значимости. Расчет обобщенного показателя качества изделия и его индекса качества выполняется на основе методологии квалиметрии с использованием усредненных дискретных балловых оценок.

In the article there is developed a method for the complex quality level appraisal of the flax stockinets with the use of hierarchy analysis method in order to detect quality indexes priority and their value appraisal. Generic calculation for the clothes quality and it's quality index is based on the qualimetry methodology with the use of average quantified appraisal by points.

Ключевые слова: льняные трикотажные изделия, метод анализа иерархий, квалиметрия, комплексный показатель качества, индекс качества.

Keywords: flax stockinet clothes, hierarchy analysis method, qualimetry, complex quality level index, quality index.

Создание одежды высокого качества связано с умением правильно оценивать ее качество на различных этапах проектирования, производства, планирования, управления и оценивать качество готовой продук-

ции [1]. Отсутствие стандарта, регламентирующего показатели качества трикотажных изделий, наличие специфических свойств у льняного трикотажа обуславливает целесообразность разработки методики оценки ка-

чества льняных трикотажных изделий. Алгоритм оценки качества исследуемого ассортимента продукции включает следующие этапы:

- изучение и анализ требований потребителей к рассматриваемому ассортименту продукции;

- обобщение информации с учетом требований НТД, потребностей потенциальных потребителей и возможностей производителей;

- разработка номенклатуры показателей качества и построение иерархической структуры потребительских свойств льняных трикотажных изделий;

- выбор показателей для комплексной оценки качества изделий и определение весовости показателей качества на основе метода анализа иерархий;

- выбор методов и критериев оценки отдельных показателей качества;

- расчет комплексных показателей качества и определение уровня качества изделий;

- разработка направлений совершенствования ассортимента, повышения качества полотен и изделий.

Для оценки качества проектируемых изделий наиболее распространены экспертные методы, которые применяют в ситуациях, когда принятие решения не может быть выполнено на основе точных расчетов и поэтому осуществляется на основе визуального опыта, интуиции и логического мышления проектировщика. В последнее время для решения многокритериальных задач в условиях неопределенности все большее распространение получает метод иерархических структур (метод анализа иерархий – МАИ), отличающийся высокой устойчивостью результатов к "возмущениям" или колебаниям суждений эксперта относительно попарных сравнений значимости критериев и альтернатив [2], [3]. Повышенная объективность метода обусловила его выбор для выявления приоритетности показателей качества льняных трикотажных изделий и оценки их значимости.

Применение МАИ в большинстве случаев обуславливает необходимость построения иерархической структуры, высший

уровень которой отражает общая цель исследования. Нижележащий уровень – уровень критериев, который включает показатели качества. На следующем уровне располагаются альтернативы, в качестве которых могут быть использованы различные варианты объектов исследования. В исследуемом случае уровень критериев иерархической структуры составляют показатели, принятые для комплексной оценки качества льняных трикотажных изделий, представленные на рис. 1. Их выбор осуществлен на основе анализа научных работ, посвященных оценке качества одежды, в том числе проведенных отраслевыми научно-исследовательскими институтами (ЦНИИшерсти, ЦНИИЛВа, ЦНИХБИ, УкрНИИТП, ЛенНИИТП); изучения нормативно-технической документации, включая ГОСТ 4.45–86, устанавливающий номенклатуру показателей качества швейных изделий; обобщения информации на основе учета опыта и специфики работы предприятий-производителей льняного трикотажа, а также требований потребителей [4...7].



Рис. 1

В процессе оценки качества одежды решается задача определения уровня качества каждого конкретного изделия, а не выбор наиболее рациональной (оптимальной) модели из представленных вариантов, поэтому МАИ в данном случае использован только для оценки векторов приоритетов критериев (показателей качества льняных трикотажных изделий). Для оценки субъективных парных сравнений используется

шкала сопоставления критериев. Для определения относительной ценности каждого показателя находится геометрическое среднее. Далее проводится нормализация полученных значений.

Полученные матрицы в общем случае не являются согласованными, поскольку суждения представляют собой субъективные мнения экспертов. Для оценки согласованности локальных приоритетов рассчитывается индекс согласованности I_C :

$$I_C = \frac{\delta_{\max} - n}{n - 1}, \quad (1)$$

$$\delta_{\max} = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n. \quad (2)$$

Пропорциональность предпочтений характеризует показатель p_j . Чем ближе сумма p_j к количеству объектов матрицы, тем выше согласованность мнений экспертов:

$$p_j = s_j q_{2j}, \quad (3)$$

где j – индекс, соответствующий номеру столбца; $j = 1, 2, 3, \dots, n$; s_j – сумма столбца матрицы, определяемая:

$$s_j = a_{1j} + a_{2j} + \dots + a_{nj}. \quad (4)$$

Итоговым критерием согласованности является отношение согласованности O_C , приемлемой величиной которого является значение, равное 0,1 и менее:

$$O_C = \frac{I_C}{i_{сл}}, \quad (5)$$

где $i_{сл}$ – средняя величина индекса случайной согласованности.

В рассматриваемом случае получены следующие итоговые значения векторов приоритетов (табл. 1 – значимость критериев для оценки качества льняных трикотажных изделий).

Т а б л и ц а 1

Показатели качества	Вектор приоритета
Эстетичность модели	0,28
Функциональность изделия	0,09
Антропометрическое соответствие	0,22
Качество материала	0,27
Качество технологической обработки	0,14

Анализ данных табл. 1 позволяет сделать вывод, что наибольшую весомость (0,28) имеет критерий "эстетичность модели", характеризующий соответствие современному направлению моды, внешний вид и отделку изделия. Практически такую же значимость эксперты присвоили показателю "качество материала", определяющему такие важные эксплуатационные характеристики, как стабильность размеров и формы, а также жесткость полотна и массу. Немаловажным критерием (0,23) является показатель антропометрического соответствия, характеризующий соответствие изделия размерам и форме тела человека в статике (качество посадки) и динамике (удобство и комфорт при движении). Технологический показатель "качества обра-

ботки", определяющий совершенство и качество выполнения строчек, швов и операций ВТО имеет вес 0,14. Наименьшую значимость эксперты присвоили критерию "функциональность изделия", характеризующему степень соответствия основной целевой функции, а также универсальность изделия, возможность комплектования. В целом следует отметить, что весомость критериев не имеет очень резких различий. При оценке качества льняных трикотажных изделий рекомендуется использовать все пять показателей. Вместе с тем для уменьшения трудоемкости оценки количество критериев может быть уменьшено до трех (эстетичность модели, качество материала, антропометрическое соответствие) с пересчетом их весомости (соответственно 0,36; 0,35; 0,29).

Для оценки качества льняных трикотажных изделий предлагается использовать смешанный (комбинированный) метод, основанный на применении единичных и комплексных показателей качества. На этапе оценки составляющих одного из наиболее значимых критериев ("качество материала") первоначально используется дифференциальная оценка единичных показателей свойств с последующим их пересчетом в один обобщенный показатель качества полотна.

Расчет комплексного показателя качества по критерию "качество материала" выполняется с использованием непрерывных балловых оценок. Для остальных критериев качества применяются дискретные балловые оценки.

Итоговую оценку качества изделий предлагается осуществлять с применением комплексного метода, реализующего возможность выразить качество одним числом, учесть сложность взаимосвязи между показателями и их многогранность [1]. Расчет итогового комплексного показателя ка-

чества изделия для всей совокупности критериев осуществляется по формуле среднего геометрического [9]:

$$КПК_{и} = \prod_{i=1}^n P_i^{j_i}, \quad (6)$$

где P_i – безразмерная величина ПК (усредненная балловая оценка i -го критерия качества по всем ответам экспертов); j_i – весовость i -го критерия качества.

Индекс качества I_k изделия определяется как частное комплексного показателя качества $КПК_{и}$ исследуемого образца и максимально возможного значения коэффициента качества:

$$I_{и} = \frac{КПК_{и}}{КПК_{\max}}. \quad (7)$$

Уровни качества льняных трикотажных изделий, соответствующие им интервалы значений индекса качества и интервалы значений комплексного показателя качества приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Уровень качества	Интервалы значений комплексного показателя качества $КПК_{и}$	Интервалы значений индекса качества I_k
Высокий	[4,50...5,00]	[0,9...1,0]
Хороший	[3,75...4,5]	[0,75...0,9]
Средний	[3,0...3,75]	[0,6...0,75]
Низкий	Менее 3,0	Менее 0,6

ВЫВОДЫ

Предложена методика расчета уровня качества и индекса качества льняных трикотажных изделий. Применение комплексной оценки способствует принятию более обоснованных решений при проектировании, позволяет наметить направления совершенствования и, в конечном итоге, повысить конкурентоспособность изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шершнева Л.П. Качество одежды. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. Лысова М.А., Ломакина И.А., Лунькова С.В., Гусев Б.Н. Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов. – Иваново: ИГТА, 2012.

3. Старкова Г.П. Методологические основы проектирования спортивной одежды из высокоэластичных материалов: Дис. ... докт. техн. наук. – Владивосток, 2004.

4. Чагина Л.Л. Разработка номенклатуры показателей качества льняных трикотажных полотен для верхних изделий // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2009, № 21. С. 60...62.

5. Чагина Л.Л. Методика комплексной оценки качества льняных трикотажных полотен для верхних изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 6. С. 16...21.

6. Чагина Л.Л. Влияние свойств трикотажного полотна на конструктивные характеристики изделия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 2.

7. Чагина Л.Л., Смирнова Н.А., Вершинина А.В. Исследование и учет деформационных свойств при проектировании одежды из льняных трикотажных полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С. 10...14.

8. Чагина Л.Л., Смирнова Н.А. Влияние свойств исходных компонентов пакета одежды на качество готового изделия // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2008, № 17. С. 45...48.

9. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

REFERENCES

1. Shershneva L.P. Kachestvo odezhdy. – М.: Legprombytizdat, 1985.

2. Lysova M.A., Lomakina I.A., Lun'kova S.V., Gusev B.N. Matematicheskie metody v proektirovanii i ocenivanii kachestva tekstil'nyh materialov. – Ivanovo: IGTA, 2012.

3. Starkova G.P. Metodologicheskie osnovy proektirovaniya sportivnoj odezhdy iz vysokojelastichnyh materialov: Dis. ... dokt. tehn. nauk. – Vladivostok, 2004.

4. Chagina L.L. Razrabotka nomenklatury pokazatelej kachestva l'njanyh trikotazhnyh poloten dlja verhnih izdelij // Vestnik Kostromskogo gos. technolog. un-ta. – 2009, № 21. S. 60...62.

5. Chagina L.L. Metodika kompleksnoj ocenki kachestva l'njanyh trikotazhnyh poloten dlja verhnih

izdelij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 6. S.16...21.

6. Chagina L.L. Vlijanie svojstv trikotazhnogo polotna na konstruktivnye harakteristiki izdelija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 2.

7. Chagina L.L., Smirnova N.A., Vershinina A.V. Issledovanie i uchet deformacionnyh svojstv pri proektirovanii odezhdy iz l'njanyh trikotazhnyh poloten // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 1. S. 10...14.

8. Chagina L.L., Smirnova N.A. Vlijanie svojstv ishodnyh komponentov paketa odezhdy na kachestvo gotovogo izdelija // Vestnik Kostromskogo gos. technolog. un-ta. – 2008, № 17. S. 45...48.

9. Solov'ev A.N., Kirjuhina S.M. Ocenka i prognozirovaniye kachestva tekstil'nyh materialov. – М.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1984.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 06.02.17.

UDC 677.66: 677.075.46

THE INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF COMBINED KNITWEAR WEAVING

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖА КОМБИНИРОВАННЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

K.T. MAKHANBETALIEVA, A.T. ONLABEKOVA, D.T. SARZHANOVA

K.T. МАХАНБЕТАЛИЕВА, А.Т. ОНЛАБЕКОВА, Д.Т. САРЖАНОВА

(M.Kh. Dulaty Taraz State University, Republic of Kazakhstan)

(Таразский государственный университет им. М.Х. Дулаты, Республика Казахстан)

E-mail: kama_mt_77@mail.ru

The parameters of combined knitwear weaving were defined and its physical and mechanical properties were investigated in this paper. Five types of plush knitwear on the basis of press, which differ from each other in the number of press sketches in the weave rapport were developed and investigated. Also, for comparison, plush knitwear on the basis of a press which contains no pressing sketches was taken and analyzed.

В работе определены параметры и исследованы физико-механические свойства трикотажа комбинированных переплетений. Были выработаны и исследованы опытным путем пять вариантов плюшевого трикотажа на базе прессового переплетения, которые отличаются друг от друга количеством прессовых набросков в раппорте переплетения. Также для сравнения был взят и исследован плюшевый трикотаж на базе глади, не содержащий прессовые наброски.

Keywords: knit fabric, combined weave, surface density, thickness, strength, extensibility.

Ключевые слова: трикотажные полотна, комбинированное переплетение, поверхностная плотность, толщина, прочность, растяжимость.

Among knitted fabrics, which are successfully used in the manufacture of the upper, warm underwear, children's products, as well as for technical purposes, certain interest falls into plush fabric which has improved heat-shielding properties.

From an economic point plush knitwear knitting is reasonable, as a raw material it has greater thickness than the other types of hosiery and, consequently, due to its improved heat-shielding properties. In addition, the plush knitted fabric structure allows the use of a combination of different types of thread, with different prices, without compromising the product quality.

The given work studies the influence of the number of press sketches in the weaving rapport on technological parameters and physical-mechanical properties of the plush knitwear.

In the laboratories of the "Textile technology and materials" department five types of

plush knitwear on the basis of press, which differ from each other in the number of press sketches were developed and investigated. Also, for comparison, it was taken and analyzed plush knitwear on the basis of a press which contains no pressing sketches.

During the test, at first the parameters of the developed variants were defined. The parameters of the knitwear primarily include surface density, thickness of the knitted goods, bulk density and other webs.

The surface density of the fabric is one of the important characteristics of knitwear products. The surface density of the knitted fabric can be changed in the same class and weaving machines as a result of changes in density of knitting, variations in thread thickness and by finishing modes and other physico-mechanical properties.

Figure 1 shows the dependence of surface density of knitted goods on number of loops in the pressing, in weave rapport.

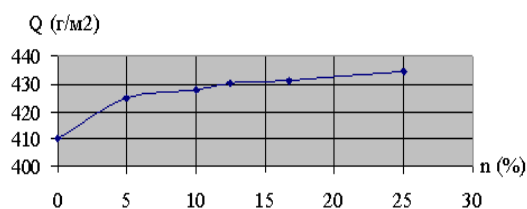


Fig. 1

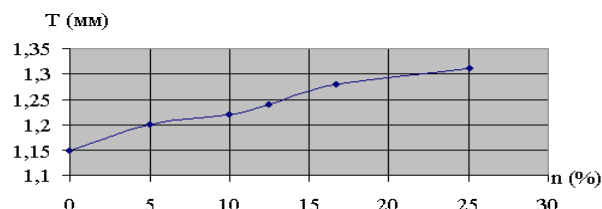


Fig. 2

The results of the analysis show that the increase in the number of loops in the pressing in the weave rapport increases the surface density of the plush knitwear. The intensity of this increase gradually decreases by increasing the number of loop in the pressing in weave rapport. It is necessary to define how the thickness of the plush knitwear changes by increasing the surface density. As it is well known, the thickness – is an important characteristic of knitted fabric, which determines the number of physical and mechanical properties: thermal barrier, permeability, rigidity, surface density [1]. The thickness depends on the thickness of

thread which forms its density, types of weave, density of knitting and finishing operations. The main factor affecting the thickness of the knitted fabric is a weave.

Figure 2 shows Dependence of the thickness on the number of loop in pressing in the weave rapport.

The graph shows that the thickness of plush knitwear goods increase by increasing in the of loops in the pressing in the weave rapport .

Increasing of the plush knitwear goods thickness is primarily due to an increase in the surface density. The higher surface density of knitted fabrics, the more its thickness. The

highest surface density, and hence the thickness, with the least consumption of raw material, is shown in the 1 variant (25%).

The mechanical properties are determined by the ratio of the knitted fabric to the action of various forces applied to it, causing tensile strain, bending, compression, torsion [2]. The most important for knitted fabrics is the characteristics of extensibility and elastic properties,

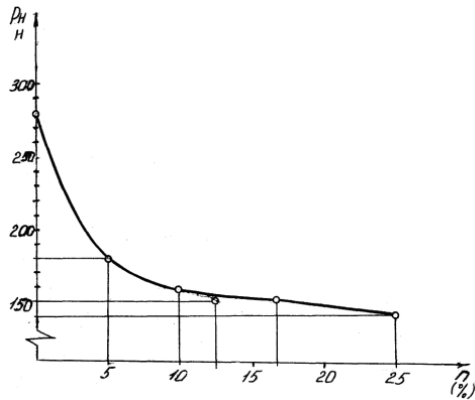


Fig. 3

As can be seen from the graph, with the increase in the number of press sketches in the weave rapport the strength in the plush knitwear along the length decreases.

Plush knitwear has the highest tenacity in length based on ironing due to the lack of press sketches. Under the effect of increasing the load in the length in the first place, a tensile force resists wales with press sketches. The more pressing sketches in the structure, the greater their destruction under the load. When you break the press sketches, the whole structure of knitwear collapses. It should be noted that, the strength in the direction of wales depends on their number per unit length, i.e. density in horizontal and number of thread in each row.

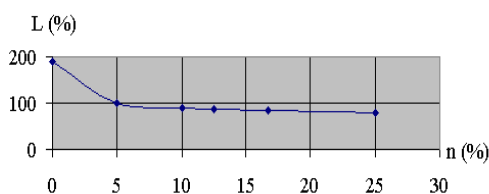


Fig. 5

which depend on the conditions of use of knitwear for certain types of products and the ability of stretched canvases instantly or with time to recover their original size and shape.

Figure 3 shows a graph the dependence of strength of the plush knitwear along the length on the number of press sketches in the weave rapport.

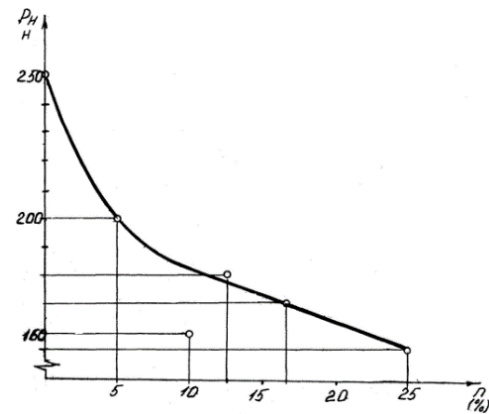


Fig. 4

If we consider the graph of the strength dependence of the plush knitwear in width on the number of press sketches in weave rapport (Figure 4), we can also note that, the strength of the plush knitwear in width decreases by increasing the number of press sketches in the weave rapport as well as it's strength of the length.

The graph shows that plush knitwear goods have the greatest strength -based on ironing which has no press sketches.

In figure 5,6 the graphs of dependence of plush knitwear goods extensibility according to the length and width on the number of press sketches in the weave rapport.

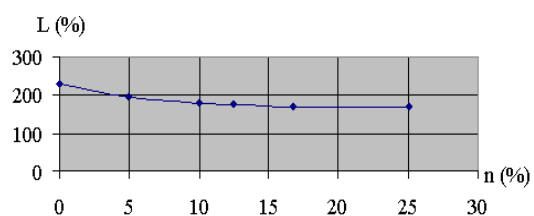


Fig. 6

When stretched in length, the sample of length is increased by increasing the height of the loop and reducing the number of steps the loop. The more pressing sketches in the weave rapport, the smaller the height of the loop series in extensibility and less than the limit values. The plush knitwear goods based on ironing, which doesn't contain press sketches have the greatest extensibility in length. By increasing press sketches in the weave rapport the extensibility in length decreases. By stretching in width, the width of the sample increases due to the increase in the loop steps and reducing the height of the loop series. With the increase of press sketches in the weave rapport the limits in the loop step in stretching decreases.

The graphs show that the highest tenacity and elongation at break, respectively, in length and width has the 5-variant.

Based on the analysis of the above considered plush knitwear properties, it can be

concluded that the most important properties are dimensional stability and heat-shielding properties of knitted fabrics. The most dimensional stability have 1 and 2 variants.

These knitwear weaves can be recommended for the production of knitwear products. The best heat-shielding properties have 4 and 5 variants.

This can be applied in the manufacture of children's assortment, as well as warm clothing.

BIBLIOGRAPHY

1. *Shalov I.I, Dalidovich A.S, Kudryavin L.A.* Knitwear technology. – M.: Legprombytizdat 1986.
2. *Mukimov M.M.* Plush knitwear. – M.: Legprombytizdat, 1991.

Рекомендована кафедрой технологии текстильной промышленности и материаловедения. Поступила 29.09.16.

УДК 687.17

**КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ
РЯДА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАКЕТОВ
ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ**

**COMPLEX METHOD OF THE RESEARCH
OF A NUMBER HEATPHYSICAL PROPERTIES
OF HEAT-SHIELDING CLOTHES PACKAGES**

A.B. АБРАМОВ, М.В. РОДИЧЕВА, О.Д. ПАНОВ
A.V. ABRAMOV, M.V. RODICHEVA, O.D. PANOV

(Приокский государственный университет,
ООО "Славянка")
(Prioksky State University,
JSC "Slavyanka")

E-mail: Ant-lin88@mail.ru, rodicheva.unpk@gmail.com, slavyanka1991@mail.ru

Авторами предложена математическая модель процессов тепломассообмена в пакете высокотехнологичных материалов, экспериментально исследована динамика коэффициентов теплопроводности и теплоотдачи некоторых видов высокотехнологичных материалов. Проведена экспериментальная проверка математической модели.

Authors offered mathematical model of processes of heatmass exchange in a package of hi-tech fabrics, dynamics of coefficients of heat conductivity and an external thermolysis of some samples of hi-tech fabrics is experimentally investigated. An experimental inspection of the numerical decisions received on the example of a four-layer package is carried out.

Ключевые слова: высокотехнологичные ткани, теплофизические свойства, теплофизические коэффициенты, математические модели процессов тепломассообмена.

Keywords: hi-tech fabrics, heatphysical properties, heatphysical coefficients, mathematical models of processes of a heatmass transfer.

В настоящее время на рынке текстильной продукции появились новые высокотехнологичные материалы с инновационной структурой и оригинальными свойствами. В их числе: трикотажные полотна, способные аккумулировать и выделять тепло, полотна, обеспечивающие направленный транспорт влаги, мембранные ткани с односторонней проницаемостью и т.д. Пакеты теплозащитной одежды на их основе обеспечивают эффективную защиту человека от переохлаждения в широком диапазоне пониженных температур при изменении уровня факторов окружающей среды и физических нагрузок. Долгое время высокая стоимость и недостаточная эксплуатационная надежность препятствовали массовому использованию таких материалов при проектировании теплозащитной одежды.

Сегодня появляются более дешевые и надежные образцы высокотехнологичных материалов, в том числе отечественного производства. Это позволит реализовать принцип импортозамещения в сфере текстильной промышленности и производства одежды.

Тем не менее такие материалы недостаточно широко внедрены в производство теплозащитной одежды, что связано с проблемой учета оригинальных эффектов при оценке теплофизических свойств пакетов высокотехнологичных материалов. Например, в пакете для пониженных температур, нижний слой трикотажа, прилегающий к телу, аккумулирует тепло, для чего в нити интегрированы микрокапсулы. При повышенной физической активности человека они расплавляются, поглощая избыточное тепло, при снижении энергозатрат – затвердевают, выделяя накопленное тепло. Второй слой выполняет функцию влагоотведения, изготавливается из трикотажного полотна, обладающего высокой пористостью. В поре воздух в порах повышает теплоизоляцию пакета, а при движении циркулирует, охлаждая тело человека. Верхний слой выполняется из мембранной ткани и способствует выводу влаги в окружающую среду, препятствуя проникновению в его структуру холодного воздуха и влаги извне [2].

В таких пакетах реализуются сложные физические эффекты, которые не всегда могут быть исследованы в рамках традиционных методов. Например, известно, что в понятии "тепловое сопротивление" не рассматриваются процессы теплообмена, связанные с излучением и фазовыми превращениями влаги на поверхности тела человека и в слоях пакета одежды. Поэтому использование нормативных значений суммарного теплового сопротивления при комплектовании пакета накладывает существенные ограничения на рассматриваемые условия теплообмена в системе человек – одежда – окружающая среда. Исследование теплообмена методами математического моделирования позволяет более полно учесть физические процессы в структуре и на поверхности пакета материалов и особенности окружающей среды.

При реализации этого подхода для каждого вида материала определяются экспериментальные значения коэффициентов теплопроводности (λ , Вт/(м·К)) и теплоотдачи (α , Вт/(м²·К)). Далее, с учетом полученных результатов, строится математическая модель и разрабатывается расчетная геометрия пакета материалов. Поиск численных решений связан с определением распределения полей температур и плотностей тепловых потоков в структуре и на поверхности пакета, которые являются количественными характеристиками процесса теплообмена. Результаты решений проверяются экспериментально [3].

Характеристики высокотехнологичных материалов для формирования пакетов теплозащитной одежды представлены в табл. 1.

В результате исследований для каждого вида материалов экспериментально определена динамика коэффициентов теплопроводности. Коэффициенты теплоотдачи определены для образцов № 4...6, которые используются в качестве тканей верха. Исследования проведены при температурах окружающей среды -10...+20 °С [1]. Полученные результаты обобщены в виде графических зависимостей динамики коэффициента теплопроводности (рис. 1-а) и теплоотдачи (рис. 1-б) от температуры окружающей среды.

№ п/п	Вид материала	Волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм	Переплетение	Назначение в пакете
1	Трикотаж Outlast	полиэфирные	190	0,5	кулирная гладь	энергоаккумулирующий слой
2	Трикотаж Polartech Power Dry	полиэфирные	223	1,3	рисунчатое	лагоотводящий слой
3	Трикотаж Polartech Thermal Pro	полиэфирные	237	1,9	футерованное	утепляющий слой
4	Мембранная ткань Pertex Endurance	полиэфирные	80	0,15	полотняное	верхний слой
5	Мембранная ткань Songtex	полиамидные	120	0,2	полотняное	верхний слой
6	Ткань с гидрофобной пропиткой Softshell	полиамидные	128	0,3	полотняное	верхний слой

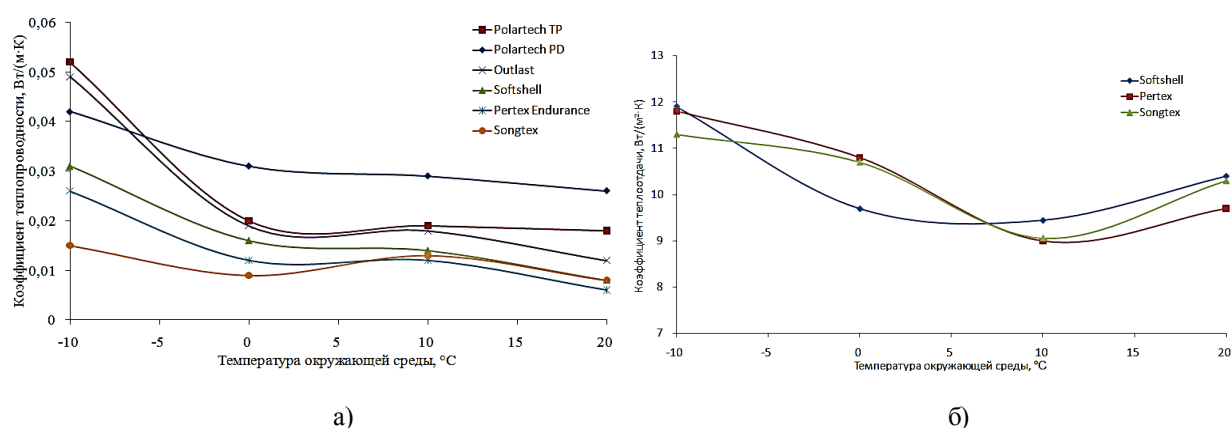


Рис. 1

Величина коэффициента теплопроводности исследованных материалов убывает в диапазонах $-10...0^{\circ}\text{C}$ и $+10...+20^{\circ}\text{C}$, а в диапазоне $0...+10^{\circ}\text{C}$ изменяется незначительно. Подобная динамика характерна для коэффициента теплопроводности воздуха, поскольку существенное значение оказывает воздушная прослойка, заключенная между поверхностью установки и исследуемым образцом.

Величина коэффициента теплопроводности образца № 1 ниже, чем образца № 2, несмотря на то, что его толщина меньше. Следовательно, повышение уровня теплозащитных свойств пакета в большей степени обеспечивается эффектом фазовых превращений при плавлении и затвердевании микрокапсул, чем свойствами неподвижного воздуха. Величина коэффициента теплопроводности ткани верха с гидрофобной пропиткой существенно выше

величин коэффициентов теплопроводности мембранных тканей. Эти различия объясняются точечным нанесением клея на мембрану, при котором в структуре материала возникают воздушные микропрослойки.

В диапазоне температур $-10...+10^{\circ}\text{C}$ с поверхности более тонких мембранных тканей (образцы № 4, 5) отдается больше тепла, чем с поверхности ткани с пропиткой (образец Softshell, рис. 1-б). В диапазоне $+10...+20^{\circ}\text{C}$ коэффициент теплоотдачи ткани Softshell выше, чем мембранных.

Обобщая полученные данные, установлено, что при формировании теплофизических свойств высокотехнологичных материалов в лучшей степени использованы теплоизоляционные свойства неподвижного воздуха. За счет этого удастся снизить суммарную толщину материалов в пакете для условий субнормальных температур с 4...5 мм до 2,4 мм.

Комплектация пакета материалов может быть обоснована методами математического моделирования, что позволяет существенно снизить объем экспериментальных исследований на этапе проектирования теплозащитной одежды. Рассмотрим пример построения модели процессов теплообмена в четырехслойном пакете, состоящем из: полотна Outlast (энергоаккумулирующий слой); полотна Polartech Power Dry (влагоотводящий слой); ткань Softshell (промежуточный слой); мембранная ткань Pertex Endurance (верхний слой).

Для математического описания процессов использованы уравнения теплопроводности (1), теплового излучения (2) и конвекции (3) [3]:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla(-\lambda \nabla T) = Q, \quad (1)$$

$$q_{\text{л}} = \sigma \varepsilon (T_{\text{пов}}^4 - T_{\text{окр}}^4), \quad (2)$$

$$\begin{cases} \nabla \eta (\nabla u + (\nabla u)^T + \rho (u \nabla u) + \nabla p) = F, \\ F = g \rho \left(\frac{q_{\text{к}} / \alpha_{\text{к}} - 2 T_{\text{окр}}}{T_{\text{окр}}} \right), \\ \nabla(\rho u) = 0, \\ \nabla(-\lambda \nabla T + \rho C_p T u) = 0, \end{cases} \quad (3)$$

где ρ – плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$; C_p – теплоемкость, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; T – температура, К ; t – время, с ; λ – коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; Q – мощность вырабатываемого тепла, Вт ; $q_{\text{л}}$ – плотность лучистого потока, $\text{Вт}/\text{м}^2$; σ – постоянная Стефана-Больцмана ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$); ε – степень черноты поверхности пакета; $T_{\text{пов}}$ – температура поверхности пакета, К ; $T_{\text{окр}}$ – температура окружающей среды, К ; u – скорость, $\text{м}/\text{с}$; F – движущая сила конвекции, Н ; $\alpha_{\text{к}}$ – коэффициент конвективной теплоотдачи с поверхности пакета, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Пакет представлен в виде набора цилиндрических оболочек, внутренняя поверхность которого прилегает к телу человека, а внешняя контактирует с окружающей средой. С учетом характера распространения тепловых потоков расчетная геометрия пакета представлена в виде разреза многослойной оболочки (рис. 2-а), каждая область которого соответствует отдельному слою материала, участвующему в теплообмене.

На рис. 2 представлены результаты моделирования процессов теплообмена в четырехслойном пакете материалов: а) – расчетная схема модели; б) – распределение температуры в пакете материалов, полученное экспериментальным и численным методами.

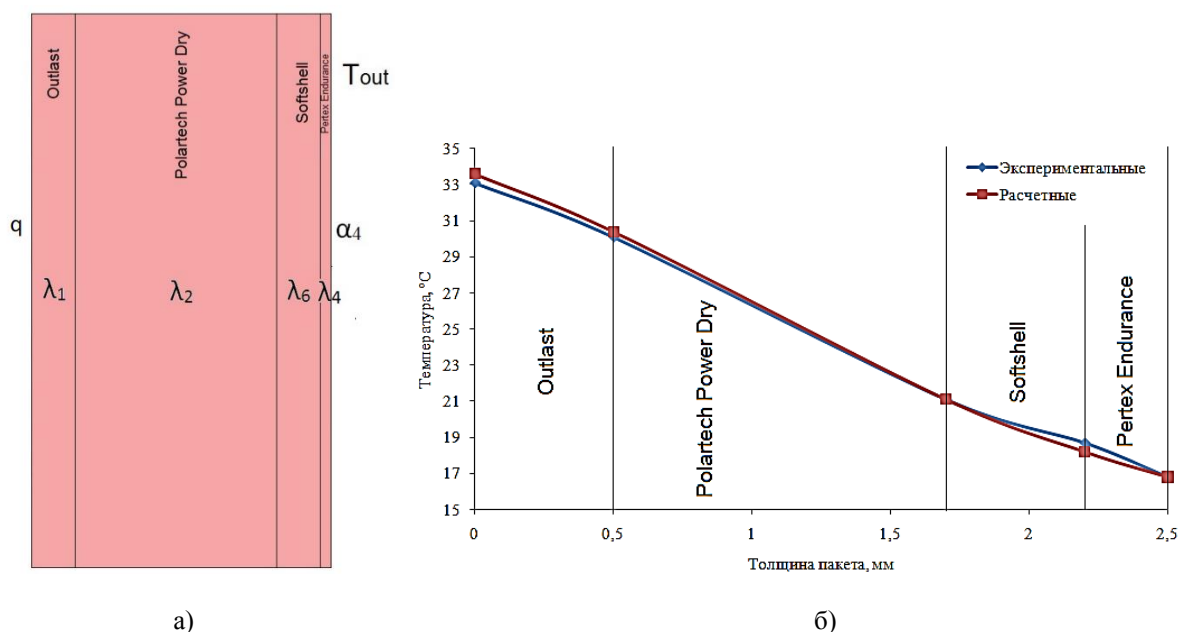


Рис. 2

В качестве физических условий при решении модели задаются: значения коэффициентов теплопроводности ($\lambda_1 \dots \lambda_4$, Вт/(м·К)), поверхностной плотности ($M_{S1} \dots M_{S4}$, г/м²), удельной теплоемкости ($C_{p1} \dots C_{p4}$, Дж/(кг·К)) для каждого слоя пакета. Начальным условием при поиске решения служит температура внутренней поверхности пакета (T_{in} , К). Поиск решения модели проводится при граничных условиях третьего рода: известная величина температуры окружающей среды (T_{out} , К) и коэффициент теплоотдачи ткани верха Pertex Endurance (α_4 , Вт/(м²·К)).

На рис. 2-б представлен результат решения в виде распределения температурного поля в пакете. Поиск решения проводился исходя из условия теплового комфорта на поверхности кожи $T_{in}=305$ К (+32 °С), а температура окружающей среды $T_{out}=263$ К (-10 °С). Коэффициенты теплопроводности слоев пакета $\lambda_1=0,049$ Вт/(м·К); $\lambda_2=0,042$ Вт/(м·К); $\lambda_3=0,035$ Вт/(м·К); $\lambda_4=0,026$ Вт/(м·К) и коэффициент теплоотдачи для ткани Pertex Endurance $\alpha_4=11,5$ Вт/(м²·К) выбирались по экспериментальным данным (рис. 1).

Для сравнения на рис. 2-б приведено экспериментально исследованное распределение температурного поля в пакете. Как видно, расхождение между теоретически прогнозируемой и экспериментально наблюдаемой температурами находится в пределах 0...0,6 °С. Эти различия являются допустимыми. Поэтому комплексный подход, включающий экспериментально определенные зависимости коэффициентов теплопроводности и теплоотдачи материалов от температуры окружающей среды и построенную на этих данных математическую модель, можно использовать для обоснования комплектации пакетов теплозащитной одежды из высокотехнологичных материалов.

ВЫВОДЫ

1. Авторами предложен комплексный метод для исследования теплофизических свойств пакетов теплозащитной одежды, сочетающий подходы математического моделирования и экспериментальных исследований.

2. Для его реализации исследована динамика коэффициентов теплопроводности и теплоотдачи некоторых видов высокотехнологичных материалов при изменении температуры окружающей среды, составлены математические модели процессов теплообмена в пакетах материалов различной комплектации. Предлагаемый метод моделирования рассмотрен на примере четырехслойного пакета для условий субнормальных температур. Численное решение модели, полученное при температуре окружающей среды $t_{окр} = -10$ °С, проверено экспериментально.

3. Практическая значимость полученных результатов исследований заключается в возможности их использования для научно обоснованной комплектации пакетов теплозащитной одежды из высокотехнологичных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родичева М.В., Абрамов А.В. Исследование комплексных процессов тепломассопереноса в структуре материалов современной теплозащитной одежды: раздел "Моделирование эксплуатационных процессов в технических системах" – М.: "Спектр", 2014. С.173...204.
2. US Patent № 20040132367 IC B31B 33/00 Multi-layer garment system / M. Rock owner: MMPI-IPCO LLC. – № 2004/0132367, fil. 15.09.2003; pub. 8.06.2004. – 13 p.
3. Xu D.H., Meibao B.G. Numerical solution of a dynamic model heat and moisture transfer in porous fabric under low temperature // International Journal of Heat and Mass Transfer. – № 61, 2013. P. 149...157.

REFERENCES

1. Rodicheva M.V., Abramov A.V. Issledovanie kompleksnyh processov teplomassoperenosa v strukture materialov sovremennoj teplozashhitnoj odezhdy: razdel "Modelirovanie jekspluatacionnyh processov v tehniceskikh sistemah" – M.: "Spektr", 2014. S.173...204.
2. US Patent № 20040132367 IC B31B 33/00 Multi-layer garment system / M. Rock owner: MMPI-IPCO LLC. – № 2004/0132367, fil. 15.09.2003; pub. 8.06.2004. – 13 p.
3. Xu D.H., Meibao B.G. Numerical solution of a dynamic model heat and moisture transfer in porous fabric under low temperature // International Journal of Heat and Mass Transfer. – № 61, 2013. P. 149...157.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий ПГУ. Поступила 02.03.16.

СПЕЦИФИКА ОДЕЖДЫ ДЛЯ НОВОРОЖДЕННЫХ С НИЗКОЙ МАССОЙ ТЕЛА

SPECIFICS CLOTHING FOR NEWBORNS WITH LOW BIRTH WEIGHT

П.М. МОВШОВИЧ, А.В. ГОЛУБЧИКОВА, Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО, С.Б. ЛАЗУРЕНКО, К.Э. РАЗУМЕЕВ
P.M. MOVSHOVICH, A.V. GOLUBCHIKOVA, E.V. PAVLYUCHENKO, S.B. LAZURENKO, K.E. RAZUMEEV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского,
Научный центр здоровья детей, Минздрав РФ)
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky,
Scientific Center of Children's Health, Ministry of Health RF)
E-mail: movshovich@yandex.ru

Рассматривается проблема проектирования одежды для недоношенных детей, условия их пребывания в отделениях интенсивной терапии. Сформулированы требования к данному виду одежды, описаны принципы выбора соответствующего материала для разрабатываемой одежды. Приведены результаты антропометрического обследования детей.

We consider the problem of designing clothes for premature babies, the conditions of their stay in the ICU. The requirements for this type of clothing, describes the principles of selecting the appropriate material for the clothing developed. The results of anthropometric surveys of children.

Ключевые слова: новорожденные с низкой массой тела, антропометрическое обследование, верблюжья шерсть, льняные ткани.

Keywords: newborns with low birth weight, anthropometric survey, camel wool, linen fabrics.

Из 1 миллиона 942 тысяч детей, рожденных в 2015 году, около 6% составляли недоношенные. В то же время известно, что научных работ, направленных на изучение и разработку одежды для этой группы детей не проводилось. В нашей статье приводятся результаты исследований по этому вопросу, выполненные в "Отделении для недоношенных детей" ФГАУ "Научного центра здоровья детей" Министерства здравоохранения РФ. Были проведены наблюдение и антропометрическое обследование 103 детей, из них 66/64% с ОНМТ и 37/36% с ЭНМТ, а также опрос медицинского персонала и родителей.

Для новорожденных детей с недостаточной массой тела принято деление на подгруппы: с низкой массой тела (НМТ), с

очень низкой массой тела (ОНМТ), с экстремально низкой массой тела (ЭНМТ).

Недоношенные дети по физиологическим показателям отличаются от ребенка, рожденного в срок. Телосложение у них непропорционально, большая голова и маленькие короткие конечности. Мышечный тонус низкий, вялость, отсутствие постурального контроля положения тела в пространстве, слабый крик. Кожный покров обладает повышенной чувствительностью. В зависимости от степени недоношенности может наблюдаться отсутствие подкожно-жирового слоя. Наблюдается синдром "отдачи тепла", мраморный рисунок кожи, быстрое охлаждение.

В целях выхаживания недоношенных детей в перинатальных центрах и роддомах

организованы специальные отделения (отделения реанимации и интенсивной терапии, отделения патологии). Там дети находятся после рождения от 14 до 45 дней. В отделениях создаются необходимые условия для выживания, используются современные сервоконтролируемые инкубаторы, аппараты ИВЛ, мониторы непрерывного контроля, закрытые кувезы, работают высококвалифицированные специалисты [1].

Для поддержания нормального состояния ребенка по медицинским показаниям назначаются и осуществляются несколько раз в течение дня различные процедуры. На бедре и в области ключицы может располагаться катетер, через который вводятся обеспечивающие жизнедеятельность детского организма лекарственные препараты. В программе восстановительного лечения используется фототерапия, для этого под всю спину ребенка подкладывается специальный фотоэлемент.

В зависимости от недель гестации ребенку необходимы различные виды одежды. При экстремально низкой массе тела, когда ребенок все время проводит в кувезе, для предотвращения потерь тепла желателен использовать шапочку и носочки. На следующих этапах ребенок уже больше времени проводит вне специальных устройств, и ему необходима одежда, закрывающая верхнюю часть тела (распашонки). Изделия должны обеспечивать доступ врача или медицинской сестры к местам расположения катетера, а также удобство проведения различных процедур, то есть они должны быть полностью "распашными". Соединительные швы с обметыванием срезов должны быть выполнены на лицевую сторону. К пальцам рук ребенка должен быть свободный доступ медицинского персонала для их систематической визуальной оценки, осуществления необходимых лечебных манипуляций (забор крови и т.д.), своевременного контроля состояния.

Многие виды одежды, которую используют для недоношенных детей, не соответствуют предъявляемым требованиям. При централизованном (государственном) обеспечении отделений одеждой изделия велики (они рассчитаны на типовые фигуры с

роста 62 см и обхвата груди 40 см), а также неудобны в использовании. В случае самостоятельной покупки родителями одежды, что нежелательно для условий медицинского учреждения, тоже имеется ряд недостатков. Одежду шьют в основном из трикотажа, который нельзя подвергать частым стиркам при высоких температурах. Многие конструкции не имеют "распашного" характера, что затрудняет осуществление медицинских манипуляций [2].

В рамках выполненного исследования нами проведен подбор сырья нужного назначения. К одежде и швейным изделиям из текстильных материалов для новорожденных предъявляются определенные требования физико-гигиенической и химической безопасности, токсиколого-гигиенических показателей, сырьевого состава и т.д. (СанПиН 2.4.7/1.1.2651-10) [3].

Нам представляется целесообразным использовать льняные материалы вместо применяемых в настоящее время хлопчатобумажных. В ЦНИИЛКА разработана технология производства чистольняных тканей для медицинской практики, которая обеспечивает максимальную сохранность природной структуры целлюлозы [4]. Ткани обладают высокими эксплуатационными характеристиками: низкая электризуемость и загрязняемость, хорошая отстирываемость, высокая износостойчивость и гигроскопичность. Эти ткани обладают рядом ценных для медицинской практики свойств: низкой пылимостью, высокой устойчивостью к многократной стерилизации, способностью ингибировать жизнедеятельность микрофлоры и повышенной экологической безопасностью.

Для пошива образцов одежды были использованы льняные ткани, выработанные по технологии ЦНИИЛКА. В целом результаты оказались положительными по следующим показателям:

- кожные покровы ребенка, контактирующие с экспериментальными изделиями, были чистыми, без аллергических реакций;
- при контактах с травмированными участками кожи (ранки, потертости) наблюдалось их ускоренное заживление;

- благодаря особенностям льняного материала экспериментальные изделия показали хорошую формоустойчивость при многократных стирках, а также отсутствие износа.

При проектировании носочков было выбрано сырье в виде шерсти и пуха семейства верблюдовых (верблюды, лама, альпака). Шерсть является прекрасным терморегулятором, позволяя поддерживать постоянную температуру тела без перегрева, улучшает микроциркуляцию крови. Этот вид шерсти не электризуется и отталкивает пыль, а также не вызывает аллергических реакций, что имеет важное значение для недоношенных детей.

Нами были изготовлены экспериментальные образцы носочков из шерсти альпака. Дети чувствовали себя комфортно, не наблюдалось перегрева или переохлаждения, каких-либо аллергических реакций.

В принятых в настоящее время стандартах для конструирования одежды отсутствуют размерные признаки недоношенных детей. Нами было проведено антропометрическое обследование (табл. 1 – величины измерений детей с низкой и экстремально низкой массой тела). Величины измерений сгруппированы по неделям гестации.

Таблица 1

Недели гестации, нед.	22...28	28...31	32...34	34...36	36...40
Вес, г	менее 1000	1001...1500	1501...2000	2001...2500	2501...3500
Результаты измерений, см					
Рост, Р	28...35	36...40	41...43	44...46	47...52
Обхват груди третий, Ог III	23	26	28	30	35
Обхват через пупочную точку, От	25,5	29	31,4	33	38
Обхват шеи, Ош	15,5	17,2	18	20,3	22,5
Обхват плеча, Оп	7,5	8,3	9,5	11,5	14,2
Обхват бедра, Обед	10	11,2	12	14,5	20
Обхват щиколотки, Ощ	6	6,5	7	7,6	11
Обхват запястья, Озап	4	5,1	6,2	7	9
Обхват головы, Огол	24	30	31	32	35
Ширина плечевого ската, Шп	3	3,5	4	4	4,4
Длина руки до запястья, Др зап	10,6	12,5	14	16,3	19,5
Длина ноги по внутренней поверхности, Дн	9,7	11,2	13	15,5	19
Расстояние от пупочной линии до пола сбоку, Дсб	16	18	21,4	24,8	31,8
Длина спины до пупочной линии с учетом выступа лопаток, Дтс	9,6	11,2	13	15	17
Длина стопы, Дс	4,3	5,2	6	7,3	8,4

Данные, полученные в результате проведенных измерений, послужили основой для конструирования одежды, соответствующей морфофункциональным характеристикам недоношенных детей. Были отшиты экспериментальные партии одежды и переданы в "Отделение для недоношенных детей" ФГАУ "НЦЗД". В результате проведенных исследований было выявлено:

- обслуживание детей медицинским персоналом было достаточно удобным и проходило без замечаний;

- дети, одетые в экспериментальную одежду, выглядели эстетично и доставляли положительные эмоции своим родителям.

Одной из распространенных патологий, характерных для детей разного возраста, в том числе и для новорожденных, является появление разного вида контрактур. Борьба с этим явлением, помимо всего прочего, предполагает и профилактические меры практически с самого рождения. Нами была предложена и испытана "повязка-стимулятор для развития произвольных движений

кистей и пальцев рук у детей" [5]. Изделие предназначено для развития осязания, кожной чувствительности ладони, координированных движений рук, предупреждения появления контрактур. Оно может быть использовано в неонатологии, неврологии и ортопедии, для младенцев с различными по этиологии и степени тяжести последствиями перинатального поражения ЦНС.

Положительный результат воздействия изделия достигается за счет раздражения внутренней и внешней поверхности кисти различными сенсорными стимулами с одновременной стимуляцией зрительного анализатора ребенка яркой объемной игрушкой с различными подвижными фактурными элементами.

ВЫВОДЫ

1. Проектирование одежды для детей с ОНМТ и ЭНМТ должно предусматривать выполнение требований, предъявляемых их антропометрическими особенностями и условиями жизнедеятельности.

2. Показано, что с точки зрения гигиенических требований и теплового баланса целесообразно применение материалов из льна и верблюжьей шерсти.

3. Проведены измерения группы пациентов с целью создания размерной типологии детей с ОНМТ и ЭНМТ.

4. Рассмотрена возможность абилитации младенцев с последствиями перинатального поражения ЦНС при помощи устройства для развития осязания, тактильной чувствительности и координированных движений рук.

ЛИТЕРАТУРА

1. Язык Г.Б. и др. Алгоритмы диагностики, лечения и реабилитации перинатальной патологии маловесных детей. – М.: Педагогика-пресс, 2002.

2. Голубчикова А.В., Лазуренко С.Б. и др. Особенности проектирования одежды для

новорожденных с низкой и экстремально низкой массой тела // Швейная промышленность. – 2013, №4. С.34...37.

3. Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.4.7/1.1.2651-10 // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора – 2011, №1. С.73...112.

4. Рыжов А.И. Обоснование и разработка технологии производства гигроскопичного материала медицинского назначения: Дис...канд. техн. наук. – М., 2009.

5. Пат. 2557493 С1 Российская Федерация: МПК А63 В 23/16. Повязка-стимулятор для развития произвольных движений кистей и пальцев рук у детей / С.Б. Лазуренко, Л.С. Намазова-Баранова, А.В. Голубчикова, Н.Н. Павлова, И.А. Беляева; патентообладатель ФГБУ "НЦЗД" РАМН. – № 2014127132/12; заявл. 03.07.2014; опубл. 20.07.2015, Бюл. № 20.

REFERENCES

1. Jacyk G.B. i dr. Algoritmy diagnostiki, lechenija i rehabilitacii perinatal'noj patologii malovesnyh detej. – M.: Pedagogika-press, 2002.

2. Golubchikova A.V., Lazurenko S.B. i dr. Osobennosti proektirovanija odezhdy dlja novorozhdennyh s nizkoj i jekstremal'no nizkoj massoj tela // Shvejnaja promyshlennost'. – 2013, №4. S.34...37.

3. Gigienicheskie trebovanija k odezhdje dlja detej, podrostkov i vzroslyh. Sanitarно-jepidemiologicheskie pravila i normativy SanPiN 2.4.7/1.1.2651-10 // Bjulleten' normativnyh i metodicheskijh dokumentov Gossan-jepidnadzora – 2011, №1. S.73...112.

4. Ryzhov A.I. Obosnovanie i razrabotka tehnologii proizvodstva gigroskopichnogo materiala medicinskogo naznachenija: Dis...kand. teh. nauk. – M., 2009.

5. Pat. 2557493 S1 Rossijskaja Federacija: MPK A63 V 23/16. Povjazka-stimuljator dlja razvitija proizvol'nyh dvizhenij kistej i pal'cev ruk u detej / S.B. Lazurenko, L.S. Namazova-Baranova, A.V. Golubchikova, N.N. Pavlova, I.A. Beljaeva; patentoobladatel' FGBU "NCZD" RAMN. – № 2014127132/12; zajavl. 03.07.2014; opubl. 20.07.2015, Bjul. № 20.

Рекомендована кафедрой прядения РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 10.02.17.

УДК 677.054.845.-231.321.2

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ
КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА
ПРИВОДА БАТАНА ТКАЦКИХ СТАНКОВ СТБ**

**DETERMINATION OF CAM MECHANISM MAIN SIZES
OF THE LATHE OF THE STB WEAVING LOOMS DRIVE**

С.В. ЛУШНИКОВ, Н.В. СТЕПНОВ, В.Ф. АБРАМОВ
S.V. LUSHNIKOV, N.V. STEPNOV, V.F. ABRAMOV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: tm_tmm_2013@mail.ru

Разработана методика определения основных размеров кулачкового механизма привода батана ткацких станков СТБ с использованием метода оптимизации. В качестве целевой функции использовалась минимальная величина максимальных контактных напряжений.

The technique of determination of cam mechanism main sizes of the lathe of the STB weaving looms drive with use of a method of optimization is developed. As criterion function the minimum size of the maximum contact tension was used.

Ключевые слова: батанный механизм, кулачковый механизм, контактные напряжения, методы оптимизации.

Keywords: lathe mechanism, cam mechanism, contact tension, optimization methods.

Для привода батана ткацких станков СТБ применяются двухдисковые кулачковые механизмы, сообщающие качательное движение батану по закону модифицированной трапеции. При этом профили кулачка и контркулачка работают поочередно в зависимости от направления сил инерции батана. Рабочие участки кулачка и контркулачка прилегают к окружности радиуса r_0 начальной шайбы (рис. 1-а, б). Рабочие

участки профиля кулачков показаны основной линией, нерабочие изображены пунктирной. Расчеты показывают, что контактные напряжения между кулачком и роликом на фазе прямого и обратного хода отличаются незначительно. Во всех точках профиля радиусы кривизны положительны, углы давления не превышают 30° . Профиль кулачка и контркулачка на всех участках является выпуклым.

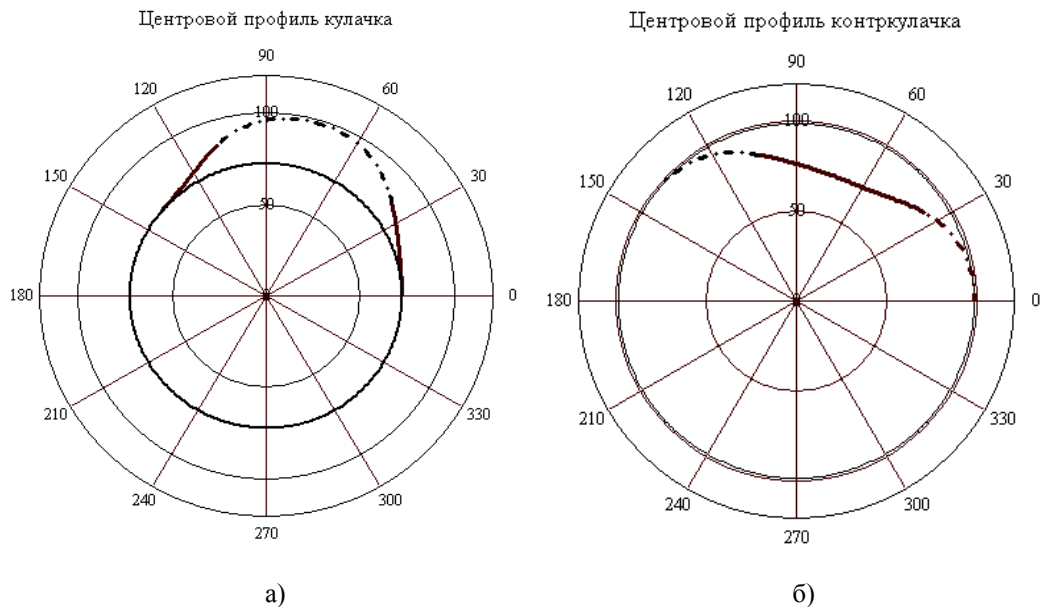


Рис. 1

Цель исследования заключается в том, чтобы выяснить, являются ли размеры существующего кулачкового механизма оптимальными, которые обеспечивают минимальную величину контактных напряжений на рабочих участках профиля при ми-

нимальных основных размерах кулачкового механизма. Основными размерами являются (рис. 2) минимальный радиус-вектор профиля кулачка r_0 , расстояние между центрами вращения кулачка и коромысла l_{AC} , длина коромысла l_{BC} , радиус ролика r_r .

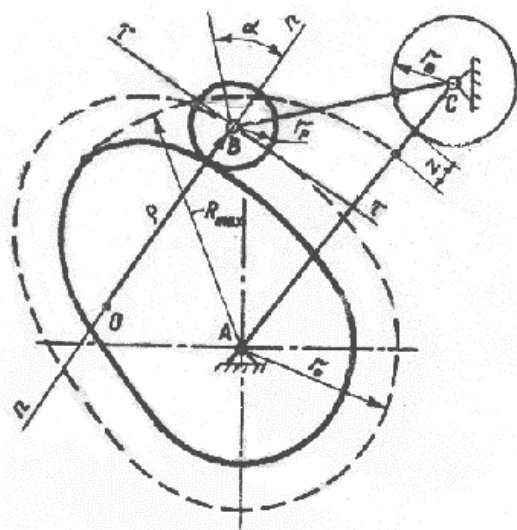


Рис. 2

При выполнении расчетов длина коромысла l_{BC} задается исходя из конструктивных соображений. Предварительные размеры минимального радиуса-вектора r_0 и межцентрового расстояния l_{AC} определяли с помощью известного графического по-

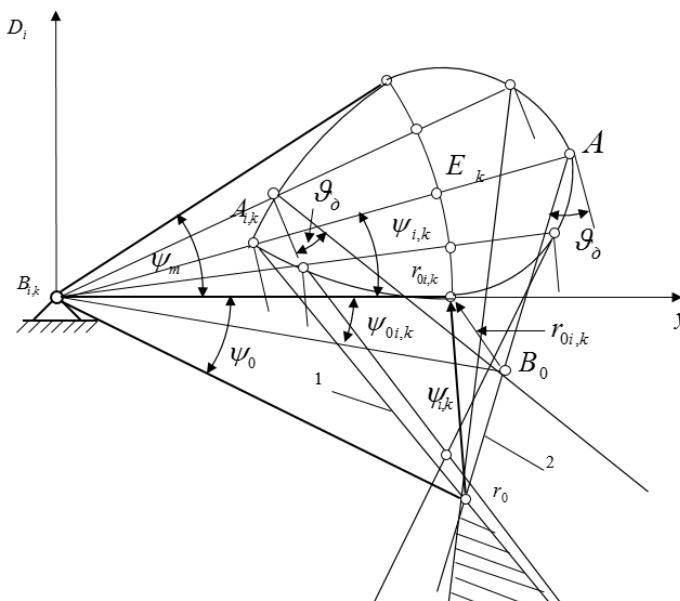


Рис. 3

строения [1], изображенного на рис. 3, которое позволяет получить формулы для определения этих параметров.

$$\begin{aligned} k_1x - y &= k_1x_D - y_D, \\ k_2x - y &= k_2x_E - y_E, \end{aligned} \quad (1)$$

$$k_1 = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \psi + \vartheta_d\right),$$

$$k_2 = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \psi - \vartheta_d\right),$$
(2)

$$x_D = \ell_{BC}(1 + \psi') \cos(\psi),$$

$$y_D = \ell_{BC}(1 + \psi') \sin(\psi),$$

$$x_E = \ell_{BC}(1 - \psi') \cos(\psi),$$

$$y_E = \ell_{BC}(1 - \psi') \sin(\psi),$$
(3)

$$r_0 = \sqrt{(x_A^2 - x_{B_0}^2) + y_A^2},$$

$$\ell_{AC} = \sqrt{x_A^2 + y_A^2},$$
(4)

где k_1 и k_2 – угловые коэффициенты прямых 1, 2; x_D и y_D , x_E и y_E – координаты точек D, и E на фазе прямого и обратного хода; ϑ_d – допускаемый угол давления; ψ – функция перемещения батана; ψ' – функция аналога угловой скорости.

С помощью системы линейных уравнений (1) и формул (2),(3),(4) определяются координаты x_A , y_A пересечения линий 1 и 2

(рис. 3) при различных положениях механизма и расстояние от точки пересечения $A_{i,k}$ до точки B_0 . В качестве центра вращения А кулачка принимается точка, для которой радиус r_0 имеет максимальное значение. Это значение радиуса-вектора r_0 и расстояния между центрами вращения кулачка и коромысла ℓ_{AC} являются предварительными размерами. Далее, используя предварительные размеры, решалась оптимизационная задача по определению основных размеров кулачкового механизма r_0 , ℓ_{AC} , ℓ_{BC} , используя в качестве критерия оптимизации максимальную величину контактных напряжений. Целевая функция $\sigma_{\max}(r_0, \ell_{BC}, \ell_{AC}, r_p)$, включающая четыре варьируемых параметра, использует следующие формулы для расчета:

1) углов давления

$$\vartheta = \operatorname{arctg}\left[\frac{(\psi'+1)\ell_{BC} - \ell_{AC} \cos(\psi_0 + \psi)}{\ell_{AC} \sin(\psi_0 + \psi)}\right],$$
(5)

2) радиусов кривизны центрального профиля

$$\rho = \frac{\ell_{AC}^2 \sin(\psi_0 + \psi)^2}{\cos^2(\vartheta)[\ell_{AC} \sin(\psi_0 + \psi) + \psi' \ell_{BC} \sin(\vartheta)(1 - \psi') - \psi''] \ell_{BC} \cos(\vartheta)},$$
(6)

3) приведенного радиуса кривизны

$$\rho_{np} = \frac{\rho r_p}{\rho + r_p},$$
(7)

4) контактной силы от сил инерции батана

$$Q = \frac{J_B \varepsilon_2}{\ell_{BC} \cos(\vartheta)},$$
(8)

5) контактных напряжений

$$\sigma = \sqrt{\frac{QE}{\rho_{np} b}},$$
(9)

где E – приведенный модуль упругости материалов кулачка и ролика; b – ширина пло-

щадки контакта кулачка и ролика; J_B – момент инерции батана; ε_2 – угловое ускорение батана.

Определялось такое сочетание основных размеров механизма, при которых максимальная величина контактных напряжений $\sigma_{\max}(r_0, \ell_{BC}, \ell_{AC}, r_p)$ имеет минимальное значение. При этом на параметры механизма накладывались ограничения конструктивного характера:

1) на основные размеры звеньев кулачкового механизма r_0 , ℓ_{BC} , ℓ_{AC} ;

2) на максимальную величину углов давления ϑ ;

3) на отношение радиуса ролика к минимальному радиусу-вектору профиля кулачка $r_p/r_0 < 0,45$;

4) на соотношение радиуса ролика и радиуса цапфы $r_p > 1,6r_{ц}$;

5) на минимальную величину радиуса кривизны на выпуклых участках центрального профиля кулачка $\rho_{\min} > 1,3r_p$;

б) на максимальную величину максимального радиуса-вектора центрального профиля кулачка $\ell_{AC} - (R_{\max} - r_p) - r_b > 0$.

Расчеты выполнялись в математической системе Mathcad [2], [3], где для решения оптимизационных задач используется функция Minimize(). Представляет практический интерес исследование варианта, при котором величина межосевого расстояния равна реальному размеру расстояния между центрами вращения кулачка и коромысла $\ell_{AC} = 112$ мм, принятому в ткацких станках СТБ. Это условие создает возможность для замены существующего кулачкового механизма на механизм, полученный по результатам расчета. Расчеты показали, что минимальная величина радиуса-вектора кулачка с $r_0 = 90$ мм может быть уменьшена до величины $r_0 = 72$ мм. При этом длина коромысла увеличивается с $\ell_{BC} = 60$ мм до $\ell_{BC} = 63$ мм, радиус ролика увеличивается с $r_p = 30$ мм до $r_p = 32$ мм.

Уменьшение величины минимального радиуса-вектора кулачков позволяет экономить до четырех кг стали используемого при их изготовлении. Дальнейшее уменьшение размера r_0 сдерживает условие 5). Величина максимального контактного напряжения у существующего механизма и определенного методом оптимизации имеет практически одинаковое значение.

При свободном определении основных размеров кулачкового механизма, не связанном условием $\ell_{AC} = 112$ мм, расчеты показали, что оптимальные размеры основных параметров находятся на верхней границе заданных конструктивных ограничений. Снижение контактных напряжений возможно при увеличении основных размеров кулачкового механизма. Так, для того, чтобы уменьшить максимальную величину контактных напряжений, например в 1,5 раза, необходимо увеличить основные размеры кулачкового механизма до следующих значений $r_0 = 100$ мм, $\ell_{BC} = 90$ мм, $\ell_{AC} =$

$= 185$ мм. Как показали расчеты, существующие размеры кулачкового механизма привода батана не являются оптимальными. Размеры кулачка могут быть уменьшены без снижения долговечности его работы. При этом возможна значительная экономия материала кулачка.

В Ы В О Д Ы

1. Разработана методика проектирования кулачкового механизма привода батана с использованием метода оптимизации. Критерием оптимизации является минимальная величина максимальных контактных напряжений на рабочих поверхностях профиля кулачка.

2. Определены основные размеры кулачкового привода батанного механизма ткацких станков СТБ, которые позволяют в 1,5 раза уменьшить максимальную величину контактных напряжений в паре кулачек-ролик.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Фролов К.В. Теория механизмов и механика машин. – М.: Высшая школа, 2005.
2. Дьяконов В.П. MATHCAD в математике. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007.
3. Лушников С.В., Абрамов В.Ф., Степнов Н.В. Синтез рычажных механизмов с использованием системы MATHCAD в курсе "Теория механизмов и машин" // Дизайн и технологии. – 2014, №43. С.116...124.

REFERENCES

1. Frolov K.V. Teorija mehanizmov i mehanika mashin. – M.: Vysshaja shkola, 2005.
2. D'jakonov V.P. MATHCAD v matematike. – M.: Gotjachaja linija - Telekom, 2007.
3. Lushnikov S.V., Abramov V.F., Stepnov N.V. Sintez rychazhnyh mehanizmov s ispol'zovaniem sistemy MATHCAD v kurse "Teorija mehanizmov i mashin" // Dizajn i tehnologii. – 2014, №43. S.116...124.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и теории механизмов и машин. Поступила 02.02.16.

УДК 62-501.7:677.057:658.011.56

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ
КОСВЕННОЙ КОРРЕКЦИИ НЕСИММЕТРИИ АВТОКОЛЕБАНИЙ
В РЕЛЕЙНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ
УРОВНЕМ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЕ**

**THE ANALYSIS OF EFFICIENCY
OF INDIRECT CORRECTION OF ASYMMETRY OF SELF-OSCILLATIONS
IN THE RELAY CONTROL SYSTEM OF THE LEVEL
OF TEXTILE MATERIAL IN THE TECHNOLOGICAL MACHINE**

В.П. АЛЕКСАНДРОВ, С.М. КУЛАГИН
V.P. ALEKSANDROV, S.M. KULAGIN

(АО "Ивэлектроналадка",
Ивановский государственный политехнический университет)
(АО "Ivelectronaladka",
Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: 89109843671@mail.ru; kulagin-stanislav@mail.ru).

Рассмотрены возможные варианты компенсации влияния внешних и параметрических возмущающих воздействий на работу релейной системы управления уровнем текстильного материала в технологической машине, основанные на стабилизации разности или отношения линейных скоростей текстильного материала на входе и выходе технологической машины.

Possible options of compensation of influence of the external and parametrical revolting impacts on work of a relay control system of the level of textile material in the technological machine, the differences based on stabilization or the relations of linear speeds of textile material on an entrance and an exit of the technological machine are considered.

Ключевые слова: текстильный материал, релейная система управления, уровень, автоколебания, несимметрия, косвенная коррекция.

Keywords: textile material, relay control system, level, self-oscillations, asymmetry, indirect correction.

Актуальная задача обеспечения необходимой длительности пребывания в зоне обработки текстильного материала (ТМ), транспортируемого в свободном состоянии, решается при заданной линейной скорости текстильного материала поддержанием его количества (длины) в технологической машине непрерывного действия (ТМНД).

Наиболее простым и надежным техническим решением для стабилизации количества ТМ в ТМНД является релейная система управления уровнем текстильного материала (РСУУТМ) [1], [2], релейный элемент (РЭ) которой, как правило, имеет характеристику двухпозиционного реле с гистерезисом [3].

Для подобной РСУУТМ характерен режим автоколебаний с параметрами:

$$V_{1\max} = V_2(1+m_\varepsilon) + \Delta V \uparrow, \quad (1)$$

$$V_{1\min} = V_2(1+m_\varepsilon) - \Delta V \downarrow, \quad (2)$$

где $V_{1\max}$ – максимальное значение линейной скорости V_1 ТМ на входе ТМНД, м/с; $V_{1\min}$ – минимальное значение линейной скорости V_1 ТМ на входе ТМНД, м/с; V_2 – линейная скорость ТМ на выходе ТМНД, м/с; m_ε – математическое ожидание усадки ε ТМ в процессе обработки; $\Delta V \uparrow$ – устанавливаемое РЭ увеличение линейной скорости V_1 ТМ на входе ТМНД, м/с; $\Delta V \downarrow$ – устанавливаемое РЭ уменьшение линейной скорости V_1 ТМ на входе ТМНД, м/с.

Если $\Delta V \uparrow = \Delta V \downarrow$, а $V_2 = \text{const}$, то среднее значение линейной скорости V_1 ТМ на входе ТМНД равно:

$$V_{1\text{cp}} = 0,5 (V_{1\max} + V_{1\min}) = V_2(1+m_\varepsilon), \quad (3)$$

при этом автоколебания в РСУУТМ оказываются симметричными, то есть с минимальным периодом колебаний $\tau = \tau_{\min}$ и с выраженными полупериодами [3].

Наличие внешних и/или параметрических возмущающих воздействий вследствие неправильной исходной настройки линейных скоростей $V_{1\max}$ и $V_{1\min}$, износа транспортирующих ТМ рабочих органов ТМНД, изменения проскальзывания ТМ в рабочих органах ТМНД и т.п. приводит к

несимметрии автоколебаний в РСУУТМ. При этом становится несправедливым соотношение (3), $\tau > \tau_{\min}$ с отсутствием полупериодов, а это эквивалентно неравенству $\Delta V \uparrow \neq \Delta V \downarrow$, что ведет в итоге к неработоспособности РСУУТМ [3], когда

$$V_{1\max} < V_2(1+m_\varepsilon), \quad (4)$$

или

$$V_{1\min} > V_2(1+m_\varepsilon). \quad (5)$$

В результате создается аварийная ситуация, так как ТМНД может быть переполнена ТМ или полностью опорожнена.

В [4...6] предложен, обоснован и смоделирован косвенный способ восстановления симметрии автоколебаний в РСУУТМ за счет контроля линейных скоростей V_1 и V_2 ТМ и стабилизации разности $V_1 - V_2$, а влияние внешних и параметрических возмущающих воздействий учтено как эквивалентное дополнительное изменение линейной скорости V_2 на величину $\Delta V_{2в}$, на которую затем предполагается корректировать линейную скорость V_1 ТМ.

Функциональная схема устройства [5], реализующего предлагаемый принцип косвенной стабилизации симметрии автоколебаний в РСУУТМ, приведена на рис. 1.

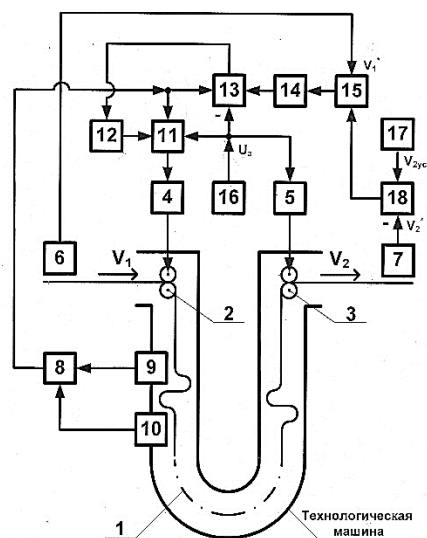


Рис. 1

Здесь ТМ 1 подается в ТМНД рабочими органами 2 с приводом 4, а выбирается из ТМНД рабочими органами 3 с приводом 5. Линейные скорости V_1 и V_2 ТМ измеряются

датчиками линейной скорости соответственно 6 и 7. К РЭ 8 подключены датчик 9 максимального уровня ТМ и датчик 10 минимального уровня ТМ в ТМНД. Кроме того, устройство содержит сумматор 11, усилитель 12, сумматор 13, усилитель 14, сумматор 15, задающий блок 16, блок задания линейной скорости V_2 17 и сумматор 18. Дублирующая функция блока задания линейной скорости V_2 17 при наличии общего задающего блока 16 представляется сомнительным решением.

Рассмотрим работу данного регулятора, допуская для простоты, что усадка ТМ 1 в процессе обработки $\varepsilon = 0$, исходная настройка РСУУТМ выполнена строго по соотношениям (1)...(3), эквивалентное возмущающее воздействие $\Delta V_{2в} = 0$, а измерение линейных скоростей V_1 и V_2 ТМ1 осуществляется с абсолютной точностью, то есть

$$V_1^* = V_1, \quad (6)$$

$$V_2^* = V_2 = V_{2уст}, \quad (7)$$

где V_1^* и V_2^* – измеренные значения линейных скоростей соответственно V_1 и V_2 ; м/с; $V_{2уст}$ – заданное значение линейной скорости ТМ 1 V_2 , м/с.

$$U_{11} = U_{12} + U_3 \pm U_c = (V_1 K_{14} - U_3 \pm U_c) K_{12} + U_3 \pm U_c. \quad (13)$$

Очевидно, что $K_{14} = 1/K_{4-2} = U_3/V_1$, где K_{4-2} – коэффициент передачи привода 4 с рабочими органами 2, м/В·с, поэтому выражение (13) принимает вид:

$$U_{11} = \pm U_c K_{12} + U_3 \pm U_c. \quad (14)$$

Сигнал U_3 на выходе задающего блока 16 определяет величину $V_{1ср}$ и V_2 , а сигнал $\pm U_c$ на выходе РЭ 8 определяет величины $\Delta V \uparrow$ и $\Delta V \downarrow$, поэтому значение сигнала U_{11} на выходе сумматора 11 (на входе привода 4) должно соответствовать соотношению:

$$U_{11} = U_3 \pm U_c, \quad (15)$$

что возможно лишь при $K_{12} = 0$ в формуле (14), то есть при разрыве корректирующего

При указанных допущениях сигнал U_{18} на выходе сумматора 18 равен:

$$U_{18} = V_{2уст} - V_2 = V_{2уст} - V_{2уст} = 0, \quad (8)$$

сигнал U_{15} на выходе сумматора 15 равен:

$$U_{15} = V_1 + U_{18} = V_1, \quad (9)$$

сигнал U_{14} на выходе усилителя 14 равен:

$$U_{14} = U_{15} K_{14} = V_1 K_{14}, \quad (10)$$

где K_{14} – коэффициент передачи усилителя 14, В·с/м,

сигнал U_{13} на выходе сумматора 13 равен:

$$U_{13} = U_{14} - U_3 + U_8 = V_1 K_{14} - U_3 \pm U_c, \quad (11)$$

где U_3 – сигнал на выходе задающего блока 16, В; U_c – сигнал на выходе РЭ 8, В,

сигнал U_{12} на выходе усилителя 12 равен:

$$U_{12} = U_{13} K_{12} = (V_1 K_{14} - U_3 \pm U_c) K_{12}, \quad (12)$$

где K_{12} – коэффициент передачи усилителя 12,

сигнал U_{11} на выходе сумматора 11 (или на входе привода 4) равен:

канала, следовательно, функциональная схема рассматриваемого устройства [5], призванного обеспечить стабилизацию симметрии автоколебаний в РСУУТМ, содержит принципиальную ошибку.

По аналогии при эквивалентном возмущающем воздействии $\Delta V_{2в} \neq 0$ находим выходной сигнал U_{11} на выходе сумматора 11 (на входе привода 4) в виде:

$$U_{11} = (-\Delta V_{2в} U_3 / V_1 \pm U_c) K_{12} + U_3 \pm U_c. \quad (16)$$

Однако для обеспечения компенсации $\Delta V_{2в}$ необходима следующая зависимость U_{11} :

$$U_{11} = \Delta V_{2в} U_3 / V_1 + U_3 \pm U_c, \quad (17)$$

поэтому, сравнивая выражения (16) и (17), можно заключить, что устройство [5] (рис. 1) не может обеспечить компенсацию возмущающих воздействий, следовательно, результаты моделирования РСУ-УТМ, приведенные в [4], [6], не в полной мере соответствуют указанной на рис. 1 функциональной схеме устройства.

На рис. 2 предложен иной вариант исполнения функциональной схемы устройства, реализующего принцип косвенной стабилизации симметрии автоколебаний в РСУУТМ за счет поддержания разности или отношения линейных скоростей V_1 и V_2 ТМ 1. Здесь условные обозначения 1...10 идентичны условным обозначениям рис. 1. Дополнительно устройство содержит задающий блок 11, сумматор 12 и блок коррекции 13.

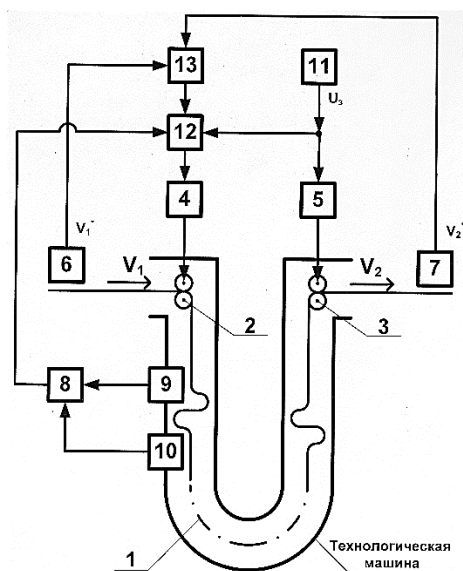


Рис. 2

Задающий блок 11 формирует задающий сигнал U_3 с целью выполнения соотношения (3), а сигнал $\pm U_c$ на выходе РЭ 8 определяет величины $\Delta V \uparrow$ и $\Delta V \downarrow$ изменения линейной скорости V_1 ТМ 1 при достижении соответственно нижнего и верхнего значений уровня ТМ 1 в технологической машине. Для $\Delta V_{2в}=0$ выходной сигнал U_{12} на выходе сумматора 12 (на входе привода 4) соответствует соотношению:

$$U_{12} = U_3 \pm U_c. \quad (18)$$

При $\Delta V_{2в} \neq 0$ соотношение (3) нарушается, для его восстановления необходимо изменить величину V_{1cp} на ΔV_1 , то есть

$$V_{1cp} + \Delta V_1 = (V_2 + \Delta V_{2в})(1 + m_\epsilon), \quad (19)$$

откуда с учетом соотношения (3) находим:

$$\Delta V_1 = \Delta V_{2в}(1 + m_\epsilon). \quad (20)$$

В результате блок коррекции 13 формирует на своем выходе сигнал:

$$U_{13} = \Delta V_{2в}(1 + m_\epsilon)U_3/V_1, \quad (21)$$

а сигнал U_{12} на выходе сумматора 12 (или на входе привода 4) принимает вид:

$$U_{12} = \Delta V_{2в}(1 + m_\epsilon)U_3/V_1 + U_3 \pm U_c. \quad (22)$$

Таким образом, линейные скорости V_1 и V_2 изменяются по величине согласованно, причем независимо от места приложения возмущающего воздействия, то есть коррекция величины V_1 произойдет и в том случае, если под действием возмущений величина V_1 изменится.

Данный вариант устройства основан на известных технических решениях, позволяет корректно реализовать процесс косвенной стабилизации симметрии автоколебаний в РСУУТМ, но вместе с тем имеет ряд принципиальных недостатков:

- во-первых, точная исходная настройка РСУУТМ невозможна без непосредственного контроля несимметрии автоколебаний, а точное измерение линейной скорости ТМ в зоне обработки представляет собой чрезвычайно серьезную техническую проблему, особенно в случае транспортирования ТМ свободным жгутом, поэтому несимметричные колебания в РСУУТМ при косвенной коррекции неизбежны;
- во-вторых, усадка отдельных кусков ТМ $\epsilon \neq m_\epsilon$, что способствует возникновению несимметрии автоколебаний в РСУУТМ, в частности при смене артикула обрабатываемого ТМ;
- в-третьих, применение датчиков линейной скорости ТМ лишь существенно

усложняет РСУУТМ и снижает ее надежность, но не решает задачу полного устранения несимметрии автоколебаний.

Таким образом, перспективным направлением создания релейных систем управления уровнем текстильного материала в технологических машинах безусловно является разработка и применение способов непосредственного контроля и компенсации несимметрии автоколебаний.

ВЫВОДЫ

Косвенная коррекция несимметрии автоколебаний в релейной системе управления уровнем текстильного материала в технологической машине ведет к усложнению и удорожанию системы управления, но принципиально не может обеспечить высокую степень компенсации внешних возмущающих воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. СССР № 220217. Машина для многооперационной жидкостной обработки полотна в жгуте / Зельдин Ю.Р., Щеголев А.И., Панков А.Е. В05С03/13. Заявитель и патентообладатель: Научно-исследовательский, экспериментально-конструкторский машиностроительный институт. – Заявл. 07.01.1966, опубл. 05.06.1972 – 4 с., ил.

2. А.с. СССР № 323662. Устройство для контроля уровня ткани в машинах отделочного текстильного производства / Семенов В.Н., Конькова М.Б., Корягин П.П. G01F23/10. D06C01/02. Заявитель и патентообладатель: Научно-исследовательский, экспериментально-конструкторский машиностроительный институт. – Заявл. 30.01.1967, опубл. 10.12.1971 – 3 с., ил.

3. Александров В.П., Глазунов В.Ф. Особенности построения локальных САУ транспортированием ткани свободным жгутом в технологических машинах непрерывного действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986, №1. С.72...75.

4. Глазунов В.Ф., Филичев В.Т., Вилков П.В. Стабилизация времени обработки ткани в жгуте в оборудовании непрерывного действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С. 128...131.

5. Патент на изобретение РФ № 2540571. Устройство стабилизации уровня ткани в технологической машине / Глазунов В.Ф., Филичев В.Т.,

Вилков П.В. В65Н51/20. Заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина". – Заявл. 19.07.2013, опубл. 10.02.2015 – 5 с., ил.

6. Филичев В.Т., Вилков П.В. Моделирование системы стабилизации уровня ткани в технологической машине // Мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Состояние и перспективы развития электротехнологии, (XVII Бенардосовские чтения), 29-31 мая. III том. Электротехника – Иваново. Изд. ИГЭУ. 2013. С. 51...53.

REFERENCES

1. A.s. SSSR № 220217. Mashina dlja mnogooperacionnoj zhidkostnoj obrabotki polotna v zhgute / Zel'din Ju.R., Shhegolev A.I., Pankov A.E. B05C03/13. Zayavitel' i patentoobladatel': Nauchno-issledovatel'skij, jeksperimental'no-konstruktorskij mashinostroitel'nyj institut. – Zayavl. 07.01.1966, opubl. 05.06.1972 – 4 s., il.

2. A.s. SSSR № 323662. Ustrojstvo dlja kontrolja urovnja tkani v mashinah otdelochnogo tekstil'nogo proizvodstva / Semenov V.N., Kon'kova M.B., Korjagin P.P. G01F23/10. D06C01/02. Zayavi-tel' i patentoobladatel': Nauchno-issledovatel'skij, jeksperimental'no-konstruktorskij mashinostroitel'nyj institut. – Zayavl. 30.01.1967, opubl. 10.12.1971 – 3 s., il.

3. Aleksandrov V.P., Glazunov V.F. Osobennosti postroenija lokal'nyh SAU transportirovanem tkani svobodnym zhgutom v tehnologicheskix mashinah nepreryvnogo dejstvija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1986, №1. S.72...75.

4. Glazunov V.F., Filichev V.T., Vilkov P.V. Stabilizacija vremeni obrabotki tkani v zhgute v oborudovanii nepreryvnogo dejstvija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2. S. 128...131.

5. Patent na izobretenie RF № 2540571. Ustrojstvo stabilizacii urovnja tkani v tehnologicheskox mashine / Glazunov V.F., Filichev V.T., Vilkov P.V. B65N51/20. Zayavitel' i patentoobladatel': FGBOU VPO "Ivanovskij gosudarstvennyj jenergeticheskij universitet imeni V.I. Lenina". – Zayavl. 19.07.2013, opubl. 10.02.2015 – 5 s., il.

6. Filichev V.T., Vilkov P.V. Modelirovanie sistemy stabilizacii urovnja tkani v tehnologicheskox mashine // Mat. Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Sostojanie i perspektivy razvitija jelektrotehnologii, (XVII Benardosovskie chtenija), 29-31 maja. III tom. Jelektrotehnika – Ivanovo. Izd. IG-JeU. 2013. S. 51...53.

Рекомендована кафедрой автоматике и радиоэлектроники ИВГПУ. Поступила 05.12.16.

УДК 621.577

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТОПЛЕНИЯ ТЕПЛОМ НАСОСОМ
АВТОНОМНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ
АКТИВНОСТИ ФРЕОНОВ**

**THE ECONOMIC FEASIBILITY
OF ENERGY EFFICIENT HEATING HEAT PUMP AUXILIARY
TEXTILE INDUSTRIES DEPENDING ON THE LEVEL
OF THERMODYNAMIC ACTIVITY OF FREON**

*Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, А.Б. ПЕТРУХИН, И.А. ЗАЙЦЕВА,
Н.В. ВИНОГРАДОВА, Ю.Е. ОСТРЯКОВА*
*R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, A.B. PETRUKHIN, I.A. ZAITSEVA,
N.V. VINOGRADOVA, YU. E. OSTRYAKOVA*

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: a.petruhin@mil.ru

Для выбора экономически целесообразного фреона проведен критический анализ по шести основным показателям, характеризующим его теплофизические и термодинамические свойства, которые сведены в обобщающий (интегральный) показатель – уровень термодинамической активности фреонов (ТДАФ). Выбор наиболее эффективного по уровню термодинамической активности и наиболее полезного фреона для теплового насоса, применяемого в текстильном производстве, сделан на основе композиционной инфографической модели.

For choice of economically viable freon critical analysis on six key indicators characterizing the thermophysical and thermodynamic properties, which are consolidated in generalized (integral) indicator of the standard thermodynamic activity of freons (TDAP). The choice of the most effective level of thermodynamic activity and the most useful for heat pump freon made on the basis of the compositional infographic model.

Ключевые слова: энергоэффективность, тепловой насос, фреон, термодинамическая активность.

Keywords: energy efficiency, heat pump, freon, thermodynamic activity.

Основным параметром, определяющим экономическую целесообразность отопления автономных текстильных производств тепловым насосом, в зависимости от термодинамических и физико-химических свойств рабочего тела, является коэффициент энергоэффективности теплового насоса. Под экономической эффективностью в работе понимается снижение затрат на выработку тепловым насосом тепла по сравнению с традиционными источниками тепловой энергии, выраженное через коэффициент энергоэффективности (преобразования электрической энергии в тепловую).

Для обеспечения эффективной работы тепловых насосов, применяемых в автономных текстильных цехах, используется рабочая жидкость – фреон (рабочее тело).

Диапазон применения рабочих тел для тепловых насосов достаточно широкий. Эти рабочие вещества (хладагенты) играют определяющую роль для эффективного режима работы теплового насоса с заданными параметрами. Отдать предпочтение тому или иному хладагенту сложно из-за различия характеристик, тем более, что фреон – дешевый, энергоэффективный и экологически безопасный хладагент [2], [6].

Для расчета трансформации теплоты и эффективности компрессионного теплового насоса необходимо знать свойства фреонов, их параметры в различных состояниях [5], [6]. Предположим, что по контуру теплового насоса (рис. 1 – схема циркуляции фреона) циркулирует 1 моль фреона R22.

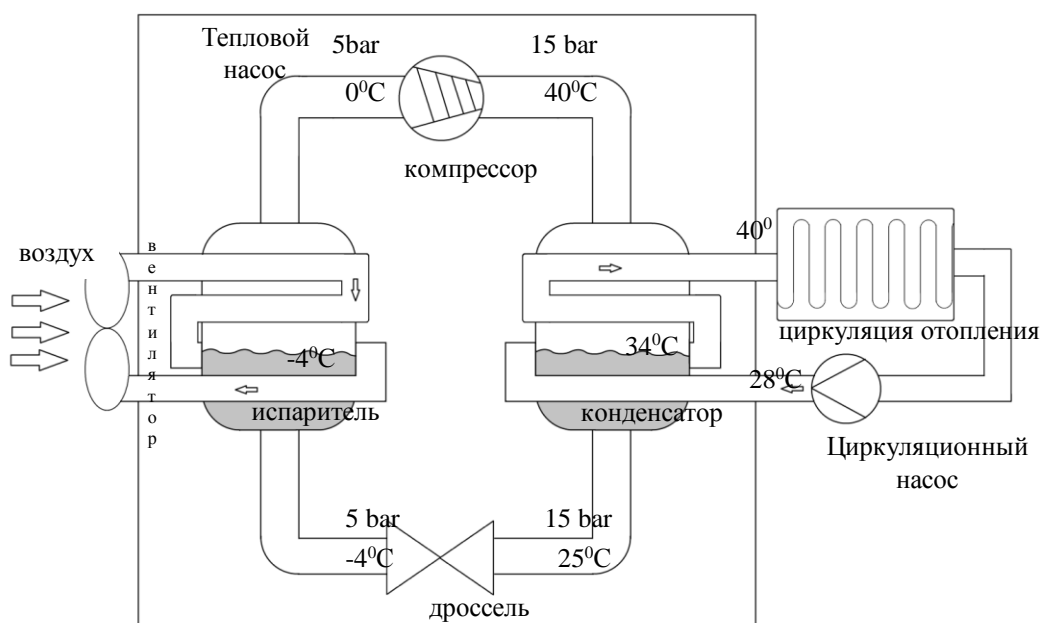


Рис. 1

На выходе теплообменника-испарителя имеем температуру 0°C, а на входе второго теплообменника – температуру 40°C. Этого вполне достаточно для теплого пола и радиаторов. При температуре 0°C ($T_1=273$ К) давление фреона R22 соответствует 5 атм ($p_1=5 \cdot 10^5$ Па), а объем моля – около 5,27 л ($V_1=5,27 \cdot 10^{-3}$ м³) рассчитан исходя из уравнения Менделеева-Клайперона. В реальных рабочих условиях компрессором на выходе создается давление 15 атм

($p_2=15 \cdot 10^5$ Па), при этом температура рабочего тела достигается от 40°C ($T_2=313$ К) до 60°C. Рассмотрим, какой объем будет занимать фреон (V_2) при таких условиях:

$$V_2 = \frac{p_1 V_1 T_1}{p_2 T_2}, \quad (1)$$

где p_1 – давление фреона (рабочего тела), Па; p_2 – давление в компрессоре, Па; T_1 – температура фреона, К; T_2 – температура в

компрессоре, К; V_1 – объем одного моля фреона, 10^{-3} м^3 .

Для этого сведем в табл. 1 (расчет объема фреона) известные теплофизические, термодинамические [4] и рассчитанные по

формуле (1) показатели объема для наиболее распространенных синтетических хладагентов из разных классов соединений фторсодержащих углеводородов.

Т а б л и ц а 1

Вид фреона	Давление при $T=0^\circ\text{C}$, p_1 , Па	Относительная молекулярная масса μ , кг/моль	Плотность ρ , кг/ м^3	Газовая постоянная R , Дж/кг	Объем моля V_1 , 10^{-3} м^3	Объем фреона V_2 , 10^{-3} м^3
R12	3,08	120,91	18,04	68,76	6,09	1,70
R22	4,98	86,47	21,21	96,15	5,28	1,49
R134	2,93	102,03	14,49	81,49	7,61	1,91
R404	6,07	97,60	29,45	85,18	3,83	1,11
R507	6,25	98,90	31,40	84,06	3,67	1,07

Используя данные табл. 1, рассчитаем среднюю работу A , кДж, затраченную компрессором по формуле:

$$A = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_1 - V_2). \quad (2)$$

При давлении $15 \cdot 10^5 \text{ Па}$ в компрессоре температура рабочего тела (фреона) $T=313 \text{ К}$ соответствует конденсации фреона и далее циркуляции отопления.

Рассмотрим, какое количество теплоты тепловой насос забирает при испарении фреона в его холодной части. Теплота парообразования фреона R22 при температуре -40°C равна 232,92 (233,5 кДж/кг при

$T = -41^\circ\text{C}$), а вес моля μ составляет 86,468 грамма. Количество полученной теплоты от начального холодного контура (теплообменник – испаритель) равно произведению этих величин (20,14 кДж):

$$Q_0 = \mu. \quad (3)$$

Энергоэффективность теплового насоса, работающего с указанными выше характеристиками, рассчитаем по формуле (соблюдая первый и второй законы термодинамики) и сведем в табл. 2:

$$k_T = \frac{Q_0 + A}{A}. \quad (4)$$

Т а б л и ц а 2

Вид фреона	Температура кипения (парообразования) T_0 , $^\circ\text{C}$	Теплота парообразования g , Дж/кг	Работа компрессора F , кДж	Теплота фреона Q_0 , кДж	Коэффициент энергоэффективности k_T
R12	-29,8	135,8	2,78	16,42	6,91
R22	-40,8	232,93	3,84	20,14	6,24
R134	-26,3	175,9	3,73	17,95	5,82
R404	-45,8	115,5	3,30	11,27	4,41
R507	-46,7	113,5	3,26	11,23	4,44

Из табл. 2 наглядно видно, что коэффициент энергоэффективности имеет максимальное значение ($k_T=6,91$ по фреону R12) при минимальном показателе работы компрессора ($A=2,78$ кДж по фреону R12). При этом количество работы компрессора, необходимое для переноса тепла, показывает, сколько энергии затрачивается для перекачки определенного объема фреона. И чем меньше этот показатель, тем меньше затраты требуются для циркуляции хладагента,

а значит выше коэффициент энергоэффективности теплового насоса [1], [2].

Для выбора экономически целесообразного фреона проведен критический анализ по шести основным показателям, характеризующим его теплофизические и термодинамические свойства, такие как давление p_1 при $T=0^\circ\text{C}$, относительная молекулярная масса μ , объем фреона V_2 , теплота парообразования g , коэффициент энергоэффективности k_T .

Оценивая термодинамическое совершенство анализируемых фреонов, отобранные приоритетные показатели были сведены в один обобщающий (интегральный) показатель, по значению которого появляется возможность судить о совершенстве уровня термодинамической активности фреонов (ТДАФ). Для этого рассмотрим наибольшие значения по следующим показателям: "отно-

сительная молекулярная масса", "коэффициент энергоэффективности", "теплота парообразования", а также минимальные значения по таким показателям, как: "давление", "объем фреона", "работа компрессора". Реализуя эти данные, построим площадную диаграмму (рис. 2 – композиционная инфографическая модель уровня термодинамической активности фреонов).

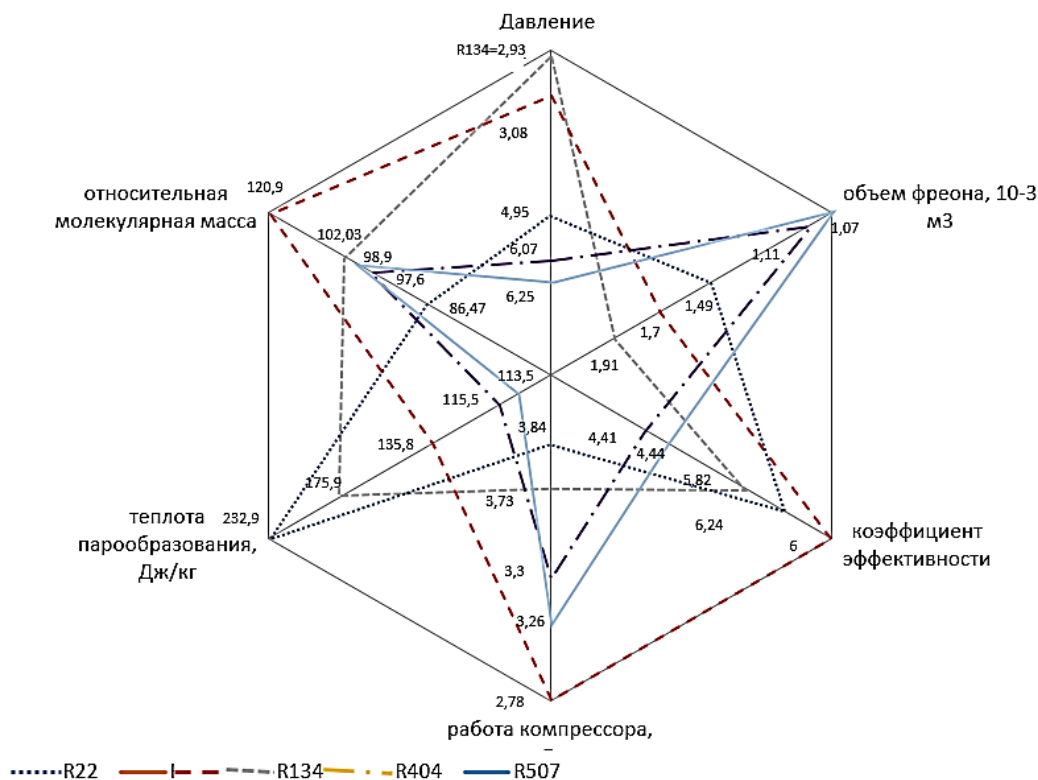


Рис. 2

Отраженная на диаграмме (рис. 2) информационная композиция позволяет показать позицию "идеального" для достигнутого уровня термодинамической активности фреона. Она характеризуется "веревочным" многоугольником, соответствующим принятым в нашем случае наилучшим значениям показателей на каждом луче диаграммы. Площадь фигуры, обобщенно ограниченной многоугольником, отражает достоинства рассматриваемых видов фреонов. Чем она больше, тем выше уровень термодинамической активности хладона (ТДАФ). Замер площадей по построенной диаграмме и соотношение площадей, соответствующих каждому виду фреона, с площадью "идеального" хладона позволяет

оценить конкретный уровень активности каждого фреона по формуле:

$$\text{ТДАФ}_i = S_i : S_u, \quad (5)$$

где ТДАФ_i– значение уровня термодинамической активности i-го фреона, доли единицы; S_i– площадь многоугольника, соответствующая i-му фреону, единицы площади; S_u– то же, "идеального" фреона, единицы площади.

Для наглядности проанализируем и проанжируем фреоны в порядке уменьшения значений интегрального показателя (ТДАФ) (рис. 3 – ранги анализируемых фреонов по уровню термодинамической активности).

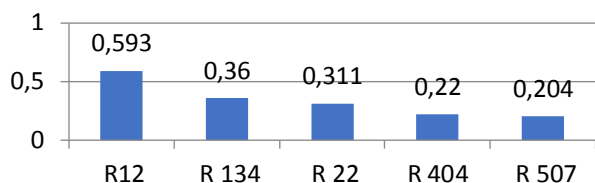


Рис. 3

Ранжирование фреонов позволило установить, что наиболее эффективным по уровню термодинамической активности и

наиболее полезным для теплового насоса является фреон R12. Но в настоящее время его использование с точки зрения экологии сокращается, а приоритет переходит к хладону R134. Все остальные анализируемые фреоны весьма близки по объемному расходу и экономике, поэтому окончательный выбор делаем исходя из экологической безопасности, энергетической эффективности и ценовой стоимости (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Марка хладагента	Масса, кг	Цена за 1 кг, руб.	Стоимость, руб.	ODP (потенциал разрушения озонового слоя)	GWP ₁₀₀ (потенциал глобального потепления относительно двуокси углерода на расчетный период 100 лет)
R12	0,031	-	11,25 по цене R134	0,9	10600
R22	0,032	400	12,80	0,05	1700
R134	0,028	363	10,16	0	1300
R404	0,033	412	13,60	0	3800
R507	0,034	402	13,67	0	3900

Следует отметить, что согласно международному Монреальскому протоколу соединения с ODP>0,1 запрещены к использованию. Так, фреон R12 относится к группе А – озоноопасные хладагенты, вызывающие истощение озонового слоя. Фреон R22 относится к группе В – хладагенты, вызывающие слабое истощение озонового слоя (ODP<0,01), поэтому они разрешены к использованию на ближайшие 30 лет. Фреоны R134, R404 и R507 относятся к группе С – озонобезопасные (ODP=0). Фреон R134 имеет наименьшее значение показателя потенциала глобального потепления. В целом следует отметить, что применяемые сегодня фреоны (R134, R404, R507) тоже имеют свои недостатки [7]. Это необходимо учитывать при применении их в тепловых насосах.

ВЫВОДЫ

В результате исследований теплофизических и термодинамических свойств хладагентов установлено, что фреон R134 наиболее близок к значению идеального интегрального показателя по уровню термодинамической активности фреонов

(ТДАФ), а также его экологической безопасности, энергетической эффективности и стоимости. Все эти характеристики обеспечивают эффективный режим работы теплового насоса с заданными параметрами в условиях автономного текстильного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Петрухин А.Б. Экономическая эффективность воздушно-тепловых насосов для объектов производственного и непроизводственного назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. № 1. С.18...21.
2. 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. – 2015. С.241...251.
3. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. – Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение" (Ленингр. отделение), 1976.
4. Трубаев П.А., Гришко Б.М. Тепловые насосы. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009.
5. Федосеев В. Н., Зайцева И. А., Емелин В. А., Воронов В. А. Энергоэффективный расчет отопления автономного строения на основе воздушного теплового насоса // Сб. научн. тр.: Теория и практика

технических, организационно-технологических и экономических решений: – 2016. С. 185...189.

6. 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. – 2016. С.189...197.

7. Ческотти О., Пивоваров К.А., Рукавишников А.М. Выбор хладагентов для промышленного охлаждения. Особенности стратегии и тактики в условиях России // Холодильная техника. – №2, 2009. С.18...20.

REFERENCES

1. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Petruhin A.B. Jekonomicheskaja jeffektivnost' vozdušno-teplovyh nasosov dlja ob"ektov proizvodstvennogo i neproizvodstvennogo naznachenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. –2016. № 1. S.18...21.

2. 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 tehničkih, organizacionno-tehnologičeskikh i jekonomičeskikh reshenij. – 2015. S.241...251.

3. Bogdanov S.N., Ivanov O.P., Kuprijanova A.V. Holodil'naja tehnika. Svoystva veshhestv. – Izd. 2-e, dop. i pererabot. "Mashinostroenie" (Leningr. otd-nie), 1976.

4. Trubaev P.A., Grishko B.M. Teplovyje nasosy. – Belgorod: Izd-vo BGTU im. V.G. Shuhova, 2009.

5. Fedoseev V. N., Zajceva I. A., Emelin V. A., Voronov V.A. Jenergojeffektivnyj raschet otopenija avtonomnogo stroenija na osnove vozdušnogo teplovogo nasosa // Sb. nauchn. tr.: Teorija i praktika tehničkih, organizacionno-tehnologičeskikh i jekonomičeskikh reshenij: – 2016. S. 185...189.

6. Fedoseev V.N., Petruhin A.B., Emelin V.A., Voronov V.A., Zajceva I.A. Jenergojeffektivnost' rabočego 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. – 2016. S.189...197.

7. Cheskotti O., Pivovarov K.A., Rukavishnikov A.M. Vybor hladagentov dlja promyshlennogo ohlazhdenija. Osobennosti strategii i taktiki v uslovijah Rosii // Holodil'naja tehnika. – №2, 2009. S.18...20.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 28.01.17.

УДК 626-337

СТРУЕНАПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НИЖНИХ БЬЕФОВ ГИДРОУЗЛОВ

TEXTILE STREAM-DIRECTING SYSTEMS FOR HYDROSYSTEM TAILRACE PROTECTION

С.В. ФЕДОСОВ, А.Г. ПОЗДЕЕВ, В.Г. КОТЛОВ, Ю.А. КУЗНЕЦОВА
S.V. FEDOSOV, A.G. POZDEEV, V.G. KOTLOV, YU.A. KUZNETSOVA

(Поволжский государственный технологический университет,
Ивановский государственный политехнический университет)
(Volga State University of Technology,
Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: isa@volgatech.ru

Разработаны конструкция и методика расчета струенаправляющих систем защиты нижних бьефов гидроузлов от размыва за счет использования в конструкции парусных элементов из текстильных материалов, удерживаемых в потоке сетью несущих канатов.

We developed design and calculation principles of new stream-directing systems, which provide protection against erosion in hydrosystem tailraces due to the use of textile sailing elements in the construction, held by network of load-bearing ropes.

Ключевые слова: защита от размыва, нижний бьеф, гидроузел, струенаправляющие парусные системы, вихревые структуры, индуцированные скорости, текстильные материалы, сетчатая несущая конструкция, плавучие сферы.

Keywords: protection against erosion, tailrace, hydrosystem, stream-directing sailing systems, vortex structures, induced velocities, textile materials, grid load-bearing structure, floating spheres.

Возведение гидроузлов вызывает сужение естественного водосливного фронта и приводит к размывам речного дна в отводящих каналах водосливных плотин [1].

Неблагоприятные русловые процессы в нижнем бьефе на этапах эксплуатации гидроузлов требуют создания устройств, отличающихся мобильностью развертывания и установки. Этим требованиям удовлетворяют струенаправляющие устройства, устанавливаемые в потоке и эффективно воздействующие на кинематику его придонной части [2].

Конструктивное оформление таких устройств может быть произведено на основе парусных систем из текстильных материалов [3]. Применение текстильных материалов в гидротехническом строительстве позволяет создавать легкие и надежные конструкции. Широкое применение текстильных материалов в мелиоративном и гидротехническом строительстве до

настоящего времени ограничивалось преимущественно созданием гибких плотин для малых рек и дамб с целью регулирования речного стока. В настоящей работе предлагается расширение использования текстильных материалов в сфере защиты нижних бьефов крупных гидротехнических сооружений от размыва, что позволит повысить эффективность действия гасителей энергии потока, сбрасываемого с верхнего бьефа, в результате применения предлагаемых устройств, отличающихся мобильностью установки и регулирования гидравлических параметров на этапах эксплуатации гидроузлов.

В качестве гибкой струенаправляющей конструкции может использоваться струенаправляющая система на основе системы гибких парусов из текстильных материалов, расположенных на сети из вертикальных и горизонтальных канатных опор (рис. 1-а).

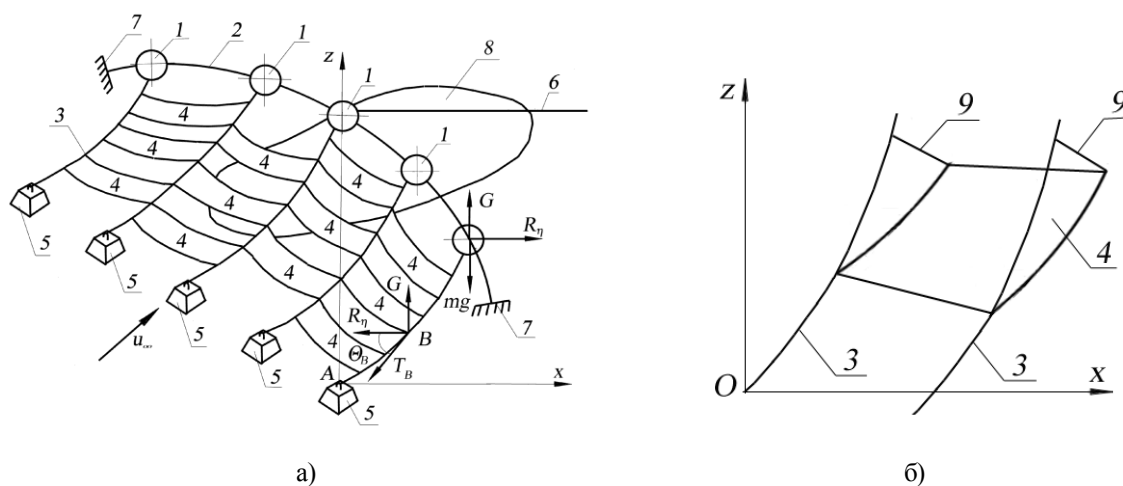


Рис. 1

На рис. 1 представлена схема руслоформирующей парусной системы из текстильных материалов: а – общий вид парусной системы; б – схема присоеди-

нения парусного элемента: 1 – плавучие сферические поплавки; 2 – горизонтальный канат, удерживающий поплавки на заданном расстоянии; 3 – вертикальные канаты,

связывающие поплавки 1 с донными якорями-присосами 5; 4 – парусный элемент; 6 – линия горизонта свободной поверхности, 7 – береговые опоры горизонтального каната, 8 – область размыва; 9 – лееры, регулирующие положение элемента 4 относительно вертикальных канатов 3.

Вертикальные канатные опоры струенаправляющей системы крепятся за донные якоря-присосы и удерживаются вблизи свободной поверхности сферическими поплавками. Канаты, расположенные в плоскостях, параллельных свободной поверхности, связаны с вертикальными канатами в местах пересечения. Паруса в шахматном порядке закреплены на сети, образуемой системой канатов. Конструкция является мобильной за счет использования легких текстильных материалов и предназначена для регулирования стока наносов и предупреждения образования воронки размыва дна нижнего бьефа.

Руслоформирующая система из текстильных материалов работает следующим образом. Поток, движущийся после водослива от концевых сооружений нижнего бьефа, воздействует на паруса 4, заставляя их перемещаться вниз по течению. Горизонтальные 2 и вертикальные 3 канаты и лееры 9 удерживают паруса 4 за счет соединения с якорями-присосами 5. Плавающие сферы 1 выбираются в результате расчета таким образом, чтобы нагрузка от парусов 4 компенсировалась запасом плавучести. Пространства между парусами 4 являются системой формирования струй.

Парусные струенаправляющие элементы из текстильных материалов с некоторым приближением могут быть заменены системой плоских пластин, которые вызывают разделение основного потока на отдельные струи заданного направления. Изменение направления струй, формируемых системой, производится леерами (рис. 1-б).

Для расчета характеристик струй, формируемых системой из текстильных материалов, использована модель А.Я. Миловича [4], в соответствии с которой на параллельные пластины АВ и CD шириной а, расположенные в плоскости ху на расстоянии ℓ, набегает поток под углом φ (рис. 2 – формирование струи в следе за смежными пластинами).

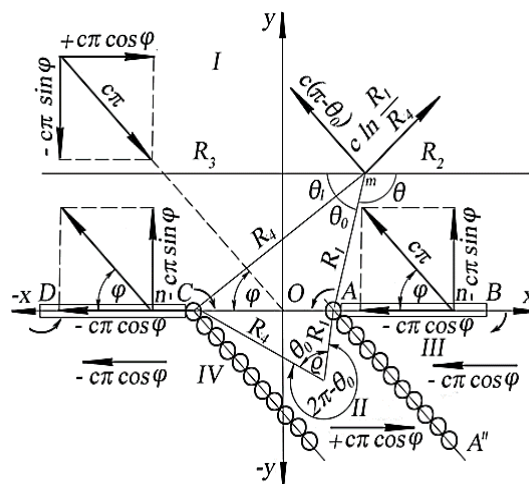


Рис. 2

В произвольной точке пространства m наклонные вихревые слои AA", BB" и CC", DD" индуцируют тангенциальную $C(\theta - \theta_1)$ и нормальную вихревым слоям $C \ln(R_1 R_3 / R_2 R_4)$ составляющие скорости, где θ и θ_1 – углы, под которыми из точки m видна ширина пластин АВ и CD, а C – напряжение вихрей [5].

Ниже приводится фрагмент методики расчета индуцированных скоростей для различных областей потока при воздействии струеобразующей решетки.

В области II, ответственной за формирование системы струй, за плоскостью пластин, между вихревыми слоями, скорость составляет (рис. 2):

$$W_{II} = \sqrt{C^2 \left[\left(2\pi \cos\left(\frac{\pi}{180}\phi\right) + \ln\left(\frac{R_1}{R_4}\right) \sin\left(\frac{\pi}{180}\phi\right) \right)^2 + (2\pi - \theta_0^2) \sin\left(\frac{\pi}{180}\phi\right)^2 \right]}, \text{ м/с.}$$

Аналогичную структуру имеют зависимости для определения скоростей в областях перед плоскостью пластин и за плоскостью пластин.

Для анализа эффективности работы системы защиты нижних бьефов гидроузлов, выполненной из текстильных материалов, используются графики изменения давления в зависимости от глубины погружения точки относительно свободной поверхности (рис. 3 – изменение давления от погружения точки относительно свободной поверхности потока, формируемого решеткой системы гибких парусов из текстильных материалов: а – давление в области I перед плоскостью пластин; б – давление в бесконечности перед плоскостью пластин; в – в середине щели при $R_1 = R_4$ и $\theta_0 = \pi$; г –

давление в области II за плоскостью пластин, между вихревыми слоями, вдоль вытекающей струи; д – давление в середине щели при $R_1 = R_4$ и $\theta'_0 = \pi$; е – давление в области III и IV, за плоскостью пластин, за вихревыми слоями, вне струи), построенные в автоматизированной среде MathCAD [6] для условий водоотводящего канала водосливной плотины Чебоксарской ГЭС [2]. Для расчета задаются: удельный расход, скорость течения в нижнем бьефе, глубина потока, угол наклона струи к потоку, расстояния от краев щели в парусной структуре до заданной точки потока, напряжение вихря, обеспечивающее эффективное воздействие на поток, плотность воды в функции температуры, гидростатическое давление в функции глубины погружения точки.

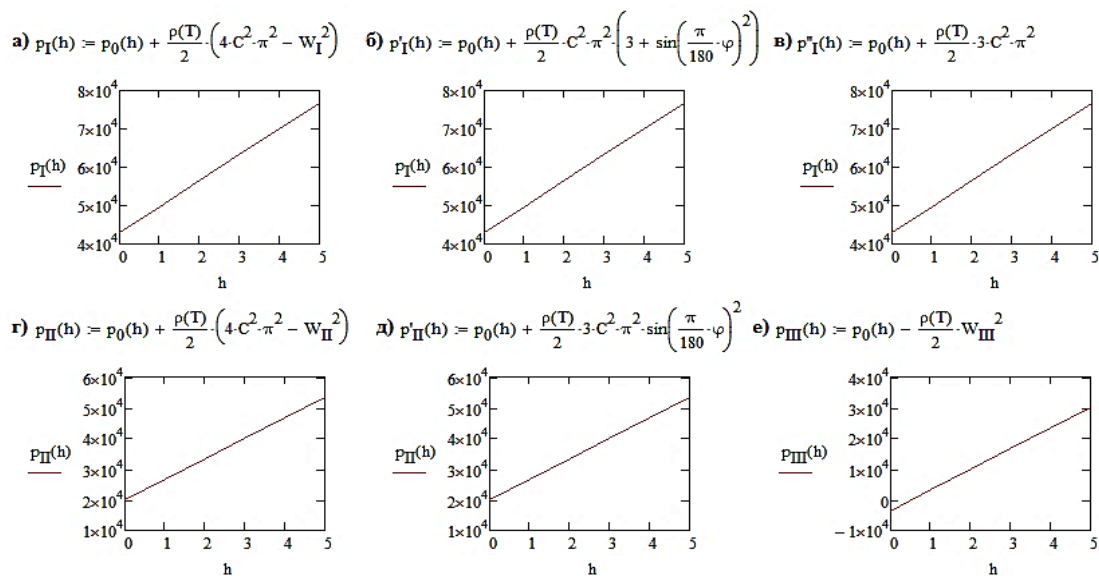


Рис. 3

Удерживающие верхнюю часть сетчатой текстильной конструкции плавучие сферы рассчитываются по величине выталкивающей силы с учетом плотности воздуха и воды.

На основании табличных значений температуры и плотности воздуха [7] сплайн-интерполяция в среде MathCAD возвращает вектор значений коэффициента кинематической вязкости и плотность воздуха в функции от температуры.

При вводе в автоматизированную среду MathCAD значений радиуса сферы, толщины и плотности материала сферы, ускорения свободного падения, температуры программа позволяет вывести следующие ее параметры: площадь поверхности и объем сферы, объем материала сферы, массу и вес сферы, массу и вес воздуха в объеме сферы, массу и вес вытесненной сферой воды.

Для удержания плавучих сфер в стационарном состоянии используется система

вертикальных канатов (рис. 4-а) [8], которая рассчитывается в среде MathCAD. На рис. 4 показан расчет вертикальных и горизонтальных канатов в среде MathCAD: а – схема вертикальных канатов сетчатой несущей конструкции;

б – схема горизонтальных несущих канатов сетчатой несущей конструкции; в – результаты расчета горизонтальных несущих канатов сетчатой несущей конструкции.

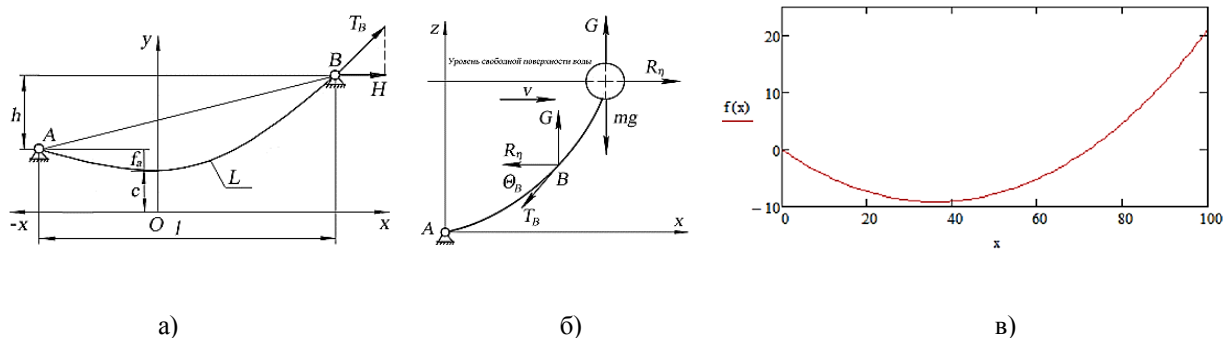


Рис. 4

Исходными данными для автоматизированного расчета являются: выталкивающая сила, действующая со стороны сферы, площадь поперечного сечения сферы, динамическая и кинематическая вязкость, объемный вес воды в функции температуры, скорость на входе в воронку размыва в нижнем бьефе, коэффициент гидравлического сопротивления каната.

В результате автоматизированного расчета выводятся следующие параметры: сила лобового сопротивления шарового тела, определяемая по формуле А.Н. Крылова [9], натяжение каната, угол примыкания каната в верхней точке, диаметр каната, модуль удельной силы давления потока, параметр гибкой нити, величина сноса плавучей сферы, длина растянутого каната.

Для соединения сферических плавучих объектов между собой используются системы горизонтальных канатов [8], закрепленных за береговые (донные) опоры (рис. 4-б).

В качестве исходных данных для расчета горизонтальных несущих канатов сетчатой несущей конструкции в MathCAD определены: стрелка провеса, распределенная нагрузка, касательные напряжения в опорных точках и силы, действующие на опоры.

Решение системы уравнений проведено на основе встроенных в автоматизированную среду MathCAD функций Given и Find.

График провеса каната, полученный на основе ввода конкретных значений параметров системы, приведен на рис. 4-в.

Степень надежности руслоформирующей парусной системы определяется надежностью ее парусных элементов, обеспечивающих статическую и гидравлическую устойчивость сооружения в целом. Основная идея, заложенная в конструкции, заключается в использовании гибких материалов в качестве парусных элементов, которые изготавливаются из композиционных материалов и могут быть выполнены из составных полотнищ. Для производства композиционных материалов, испытывающих в процессе эксплуатации нагрузки различного характера, широко используются современные текстильные материалы [10]. Парусный элемент должен иметь силовой пояс, предназначенный для передачи давления потока на береговые опоры, донные якоря и плавучие сферы через несущие канаты [3]. Для изготовления гибких элементов подходит композиционный резиноканевый материал, основными частями которого являются силовой тканый каркас и защитные резиновые покрытия. В гидротехническом строительстве наибольшее распространение получили армированные резиновые ткани (ТК-50, ТК-100, ТК-200, ТУ-8729), материалы из поливинилхлорида (UNISOL-350), анизотропные композитные материалы из полиэстера и полипропилена (GT 1000M, NA 940, Vina Gard

51-19, LP-300, GTF-300, MIRAFLI 600X, Vina Gard 51-22), обладающие большой прочностью на разрыв, стойкостью к изгибу и малым весом.

ВЫВОДЫ

1. Предложенные для защиты дна нижнего бьефа гидротехнических сооружений от размыва струенаправляющие парусные системы из текстильных материалов позволяют минимизировать общестроительные и русловые работы по установке конструкции, интегрировать устройства защиты от размыва в состав капитальных гидротехнических сооружений, повысить эффективность регулирования гидравлических параметров.

2. Замена парусных струенаправляющих элементов из текстильных материалов системой плоских пластин, разделяющих поток на отдельные струи, позволила использовать методику расчета кинематических характеристик струеобразующей решетки на основе модели А.Я. Миловича.

3. Расчет удерживающих верхнюю часть сетчатой текстильной конструкции плавучих сфер, несущих вертикальных и горизонтальных канатов позволил определить геометрические параметры системы, силы натяжения и величины стрел провеса канатов.

4. Установлено, что степень надежности руслоформирующей парусной системы из текстильных материалов определяется конструктивными особенностями парусных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kuznetsova Y.A. Modeling of local scours in hydrosystem tailraces// (2015) International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. –1 (3), 2015. P.437...444.

2. Кузнецова Ю.А. Средства инженерно-экологической защиты нижних бьефов гидроузлов. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014.

3. Борисовец Ю.П. Гибкие лесосплавные плотины. – М.: Лесная промышленность, 1979.

4. Милович А.Я. Теория динамического взаимодействия тел и жидкости. – М.: Госстройиздат, 1955.

5. Greenhalgh S., Curtiss Jr. H. C., Smith B. Aerodynamic properties of a two-dimensional inextensible flexible airfoil // AIAA Journal. –Vol. 22, №7, 1984. P.865...870.

6. User's Guide. MathCAD 14.0. USA: Parametric Technology Corporation, 2007.

7. Chow T.L. Mathematical methods for physicists: a concise introduction. – New York, Melbourne: Cambridge Univ. Press, 2000.

8. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. – М.: Наука, 1980.

9. Olver F. NIST Handbook of Mathematical Functions. – New York: NIST and Cambridge University Press, 2010.

10. Tong L., Mourilz A.P., Bannister M.K. 3D Fibre Reinforced Polymer Composites –Elsevier, 2002.

REFERENCES

1. Kuznetsova Y.A. Modeling of local scours in hydrosystem tailraces// (2015) International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. –1 (3), 2015. P.437...444.

2. Kuznetsova Ju.A. Средства инженерно-экологической защиты нижних бьефов гидроузлов. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014.

3. Borisovets Ju.P. Gибкие лесосплавные плотины. – М.: Лесная промышленность, 1979.

4. Milovich A.Ja. Teorija dinamičeskogo vzaimodejstvija tel i zhidkosti. – М.: Gosstrojizdat, 1955.

5. Greenhalgh S., Curtiss Jr. H. C., Smith B. Aerodynamic properties of a two-dimensional inextensible flexible airfoil // AIAA Journal. –Vol. 22, №7, 1984. P.865...870.

6. User's Guide. MathCAD 14.0. USA: Parametric Technology Corporation, 2007.

7. Chow T.L. Mathematical methods for physicists: a concise introduction. – New York, Melbourne: Cambridge Univ. Press, 2000.

8. Merkin D.R. Vvedenie v mehaniku gibkoj niti. – М.: Nauka, 1980.

9. Olver F. NIST Handbook of Mathematical Functions. – New York: NIST and Cambridge University Press, 2010.

10. Tong L., Mourilz A.P., Bannister M.K. 3D Fibre Reinforced Polymer Composites –Elsevier, 2002.

Рекомендована кафедрой строительных конструкций и водоснабжения ПГТУ. Поступила 19.12.16.

**УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ
В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**MANAGEMENT OF DISTRIBUTION OF THERMAL ENERGY
OF SYSTEM IN PRODUCTION BUILDINGS
OF THE TEXTILE INDUSTRY**

Н.В. ФЕДОРОВА, С.С. ФЕДОРОВ
N.V. FEDOROVA, S.S. FEDOROV

(Юго-Западный государственный университет)
(Southwest State University)

E-mail: klynavit@yandex.ru, ssfedorov@list.ru

Рассмотрено влияние изменения температуры внутреннего воздуха на реализуемые технологические процессы производственных зданий текстильной промышленности. Предложен вариант работы системы теплоснабжения зданий при зависимом подключении к источнику тепла с возможностью перераспределения тепловой энергии между отдельными контурами схемы. По результатам анализа теплового баланса рассмотренной схемы теплоснабжения разработана математическая модель, а на ее основе – алгоритм управления такой системой теплоснабжения.

Influence of change of temperature of internal air on the realized technological processes of production buildings of the textile industry is considered. The option of work of system of heat supply of buildings at dependent connection to heat source with a possibility of redistribution of thermal energy between separate contours of the scheme is offered. By results of the analysis of the heat balance of the considered scheme of heat supply the mathematical model, and on its basis a control algorithm of system of heat supply is developed.

Ключевые слова: система управления, теплоснабжение, алгоритм, математическая модель, ресурсосбережение, выбор режима.

Keywords: control system, heat supply, algorithm, mathematical model, resource-saving, choice of the mode.

Влияние параметров микроклимата отапливаемых помещений производственных зданий на реализуемые в них технологические процессы, в том числе и в текстильной промышленности, существенно и может сказываться на качестве выпускаемой продукции. Одним из основных параметров микроклимата помещений является температура внутреннего воздуха. Процесс поддержания заданных значений внутренней температуры отапливаемых производственных зданий и сооружений, также оказывает влияние и на создание комфортных

условий труда рабочих [1]. При этом немаловажными являются задачи снижения энергетических затрат на теплоснабжение [2], [3], повышение надежности и теплотехнических показателей ограждающих конструкций производственных зданий [4...6].

В современных системах теплоснабжения снижение энергозатрат при непрерывном поддержании температуры внутреннего воздуха отапливаемых зданий достигается в основном за счет управления температурой прямого теплоносителя по специальному графику (с учетом температур

обратного теплоносителя и наружного воздуха) и перехода от рабочего дневного режима отопления к экономичному ночному режиму (для производственных и общественных зданий). Основным недостатком таких систем заключается в том, что управление осуществляется без учета информации о динамических характеристиках системы, что в силу инерционности объекта приводит к длительным переходным процессам, неизбежным колебаниям температуры внутреннего воздуха отапливаемых зданий и перерасходу тепловой энергии.

Разработка многоконтурных систем теплоснабжения (СТ) должна осуществляться на основе применения системного подхода, в рамках которого функционирование всех контуров рассматривается в их взаимодействии и взаимосвязи. Поэтому разработка эффективных средств управления процессом теплоснабжения, базирующихся на своевременной обработке информации о контролируемых параметрах и учете взаимного влияния тепловых контуров, является актуальной научно-технической задачей.

В общем случае отопительный контур любого здания или сооружения (группы зданий или сооружений) может быть представлен, как многоконтурная система отопления (рис.1 – принципиальная схема многоконтурного теплоснабжения зданий и сооружений при зависимом подключении к источнику тепла (n – количество ветвей системы (фасадов))), где каждая из ветвей в свою очередь может являться аналогичной самостоятельной, в том числе и многоконтурной системой отопления. То есть мы имеем дело с иерархической структурой с аналогичной системой управления на каждом из уровней, что требует построения единого алгоритма управления на каждом из уровней системы. В нашем случае расчетные формулы теплового баланса внутри контуров определяются как их назначением, так и геофизическим расположением, архитектурной формой и другими физико-техническими характеристиками объектов управления.

Для создания алгоритма управления рассмотрим вариант построения системы отопления здания, где каждый контур (ветвь) соответствует заданному наружному фасаду. В этом случае систему отопления можно рассматривать как пофасадную.

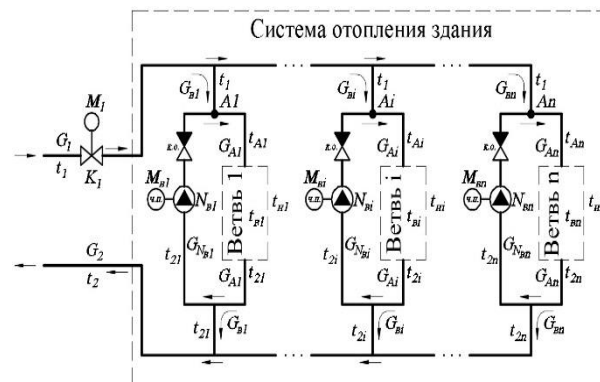


Рис. 1

В работах [7...9] был проанализирован тепловой баланс представленной на рис. 1 схемы СТ при зависимом присоединении к тепловым сетям и получено уравнение, позволяющее определить требуемую температуру в точке смешения теплоносителя t_{Ai} :

$$t_{Ai} = t_{ki} (\bar{k} + 1) - \bar{k} t_{ni}, \quad (1)$$

где t_{Ai} , t_{ni} – соответственно температуры: в точке A_i , наружного воздуха на i -м фасаде, °С; t_{ki} – нормируемая температура внутреннего воздуха на i -м фасаде, °С; \bar{k} – безразмерная константа, зависящая от теплофизических свойств i -го фасада.

Рассмотрев тепловой баланс в i -й ветви (i -м фасаде) СТ (рис. 1), используя соотношение (1), был разработан алгоритм управления системой многоконтурного теплоснабжения при зависимом присоединении к тепловым сетям [10]. Блок-схема этого алгоритма в общем виде представлена на рис. 2 (общий вид блок-схемы алгоритма управления системой многоконтурного теплоснабжения при зависимом подключении к источнику тепла).

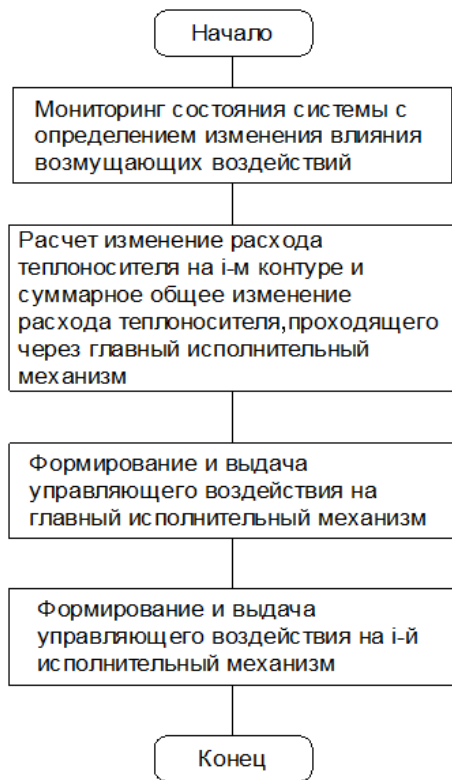


Рис. 2

Алгоритм управления системой многоконтурного теплоснабжения включает в себя четыре этапа. На первом этапе проводится мониторинг текущих значений наружных температур на каждом контуре системы с определением разности показаний, по сравнению с результатами предыдущего измерения. На втором этапе, учитывая полученное изменение температуры наружного воздуха каждого контура, рассчитывается требуемое изменение расхода теплоносителя на i -м контуре и суммарное общее изменение расхода теплоносителя, проходящего через главный исполнительный механизм. На третьем этапе формируется и выдается управляющее воздействие на главный исполнительный механизм. На четвертом этапе формируется и выдается управляющее воздействие на i -й исполнительный механизм.

Разработанный алгоритм работы дает возможность, в случае когда суммарное общее изменение расхода теплоносителя равно нулю, а в работе контуров системы необходимо внести изменения, перераспределить тепловые потоки между контурами системы, тем самым добиться максималь-

ной эффективности работы системы управления при минимальных затратах высококачественного теплоносителя. В разработанном алгоритме управляющей переменной является температура наружного воздуха. Это дает возможность снизить колебания температуры внутреннего воздуха за счет упреждающего изменения параметров теплоносителя подаваемого в систему отопления каждого контура с учетом времени чистого запаздывания системы.

ВЫВОДЫ

В работе решена актуальная научно-техническая задача по разработке схемы и алгоритма управления многоконтурной системой теплоснабжения с зависимым подключением к тепловым сетям. Разработанный алгоритм управления такой системой теплоснабжения дает возможность перераспределять тепловую энергию между отдельными ее контурами. Применение указанных средств позволяет минимизировать энергетические затраты на поддержание комфортных температурных условий в зданиях при изменяющихся погодноклиматических воздействиях в отопительный период.

ЛИТЕРАТУРА

1. Умняков П.Н. Основы расчета и прогнозирования теплового комфорта и экологической безопасности на предприятиях текстильной и легкой промышленности // Информ-Знание, 2003.
2. Попалов В.В., Жмакин Л.И. Методика построения графиков регулирования тепловой нагрузки теплообменников с постоянным расходом нагреваемой среды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 4. С. 92...95.
3. Каравайков В.М. Распределение теплоносителя в системе воздушного отопления и вентиляции промышленного предприятия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 3. С. 129...132.
4. Бондаренко В.М., Клюева Н.В., Колчунов В.И., Андросова Н.Б. Некоторые результаты анализа и обобщения научных исследований по теории конструктивной безопасности и живучести // Строительство и реконструкция. – 2012, № 4. С. 3...16.
5. Клюева Н.В., Колчунов В.И., Рыпаков Д.А., Бухтиярова А.С. Прочность и деформативность сборно-монолитных каркасов жилых зданий пони-

женной материалоемкости при запроектных воздействиях // Промышленное и гражданское строительство. – 2015, № 1. С. 5...9.

6. *Травуш В.И., Колчунов В.И., Ключева Н.В.* Некоторые направления развития теории живучести конструктивных систем зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. № 3. С. 4...11.

7. *Федоров С.С., Ключева Н.В., Бакаева Н.В.* Оптимизация процесса управления системой теплоснабжения зданий // Строительство и реконструкция. – 2015, № 5 (61). С. 90...95.

8. *Федоров С.С., Тютюнов Д.Н., Ключева Н.В., Студеникина Л.И.* К вопросу моделирования процесса управления системой теплоснабжения ресурсоэффективных зданий // Строительство и реконструкция. – 2014, № 1 (51). С. 92...95.

9. *Федоров С.С., Тютюнов Д.Н., Ключева Н.В.* Управление системой отопления зданий с позиции ресурсосбережения // Строительство и реконструкция. – 2013, № 5 (49). С. 36...39.

10. *Константинов И.С., Федоров С.С.* Алгоритм управления системой многоконтурного теплоснабжения зданий и сооружений // Строительство и реконструкция. – 2015, № 6 (62). С. 107...111.

REFERENCES

1. Umnjakov P.N. Osnovy rascheta i prognozirovaniya teplovogo komforta i jekologicheskoy bezopasnosti na predpriyatijah tekstil'noj i legkoj promyshlennosti // Inform-Znanie, 2003.

2. Popalov V.V., Zhmakin L.I. Metodika postroeniya grafikov regulirovaniya teplovoj nagruzki teploobmennikov s postojannym rashodom nagrevaemoj sredy // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2007, № 4. С. 92...95.

3. Karavajkov V.M. Raspredelenie teplonositelja v sisteme vozdušnogo otopenija i ventiljacii promyshlennogo predpriyatija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 3. С. 129...132.

4. Bondarenko V.M., Kljueva N.V., Kolchunov V.I., Androsova N.B. Nekotorye rezultaty analiza i obobshhenija nauchnyh issledovanij po teorii konstruktivnoj bezopasnosti i zhivuchesti // Stroitel'stvo i rekonstrukcija. – 2012, № 4. С. 3...16.

5. Kljueva N.V., Kolchunov V.I., Rypakov D.A., Buhtijarova A.S. Prochnost' i deformativnost' sbornomonolitnyh karkasov zhilyh zdaniy ponizhennoj materialoemkosti pri zaproektnyh vozdeystvijah // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2015, № 1. С. 5...9.

6. Travush V.I., Kolchunov V.I., Kljueva N.V. Nekotorye napravlenija razvitija teorii zhivuchesti konstruktivnyh sistem zdaniy i sooruzhenij // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2015. № 3. С. 4...11.

7. Fedorov S.S., Kljueva N.V., Bakaeva N.V. Optimizacija processa upravlenija sistemoy teplosnabzhenija zdaniy // Stroitel'stvo i rekonstrukcija. – 2015, №5 (61). С. 90...95.

8. Fedorov S.S., Tjutjunov D.N., Kljueva N.V., Studenikina L.I. K voprosu modelirovaniya processa upravlenija sistemoy teplosnabzhenija resursojeffektivnyh zdaniy // Stroitel'stvo i rekonstrukcija. – 2014, № 1 (51). С. 92...95.

9. Fedorov S.S., Tjutjunov D.N., Kljueva N.V. Upravlenie sistemoy otopenija zdaniy s pozicii resurso-sberezhenija // Stroitel'stvo i rekonstrukcija. – 2013, №5 (49). С. 36...39.

10. Konstantinov I.S., Fedorov S.S. Algoritm upravlenija sistemoy mnogokonturnogo teplosnabzhenija zdaniy i sooruzhenij // Stroitel'stvo i rekonstrukcija. – 2015, № 6 (62). С. 107...111.

Рекомендована кафедрой промышленного и гражданского строительства. Поступила 04.03.16.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ENVIRONMENTAL SAFETY
OF THE USE OF THE TEXTILE WASTES
IN THE CONSTRUCTIONS MATERIALS INDUSTRY**

В.А. ИЛЫЧЕВ, В.И. КОЛЧУНОВ, Н.В. БАКАЕВА, С.А. КОБЕЛЕВА
V.A. ILYICHEV, V.I. KOLCHUNOV, N.V. BAKAEVA, S.A. KOBELEVA

(Российская академия архитектуры и строительных наук,
Юго-Западный государственный университет,
Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева)
(Russian Academy of Architecture and Construction Sciences,
Southwest State University,
Orel State University named after I.S. Turgenev)
E-mail: ilyichev@raasn.ru; yz_swsu@mail.ru; natbak@mail.ru; ksa92@ya.ru

В статье предложена схема возможных направлений утилизации текстильных отходов путем их вторичного использования. Способы утилизации отходов текстильной отрасли известны. Научную новизну представляет использование текстильных отходов в промышленности строительных материалов, например, при производстве бетонов. Авторами приведены примеры оценки экологической безопасности бетонов с применением текстильных отходов.

The article gives a description of the methods of the textile wastes recirculation. The methods of the textile wastes recirculation in the fabric industry are known. The use of the textile wastes in the constructions materials industry is of the utmost interest, for one, as the raw materials for concrete. The authors are tested the concrete with the raw materials for environmental safety.

Ключевые слова: текстильные отходы, вторичное использование, экологическая безопасность, промышленность строительных материалов, бетон.

Keywords: textile wastes, recirculation, environmental safety, constructions materials industry, concrete.

На уровне Правительства Российской Федерации принято решение о необходимости дальнейшего развития текстильной отрасли и сырьевой базы для нее, поскольку она удовлетворяет потребности страны в техническом текстиле всего на 14...17%. Импортная составляющая продукции текстильной и легкой промышленности превышает 65%. Примерно 40% этой продукции не имеет конкурентоспособных аналогов в нашей стране. Несмотря на имеющиеся технологические и рыночные проблемы внутри отрасли, текстильная про-

мышленность демонстрирует устойчивый рост по отношению к другим отраслям легкой промышленности [1]. Другой немаловажной проблемой остается оценка экологической безопасности текстильного производства, так как в текстильной промышленности накопилось около 231 тыс. тонн отходов, а ежегодный сброс загрязненных сточных вод предприятиями соответствует примерно 75...80 млн. куб. м [2], [3], наибольший расход воды используется для красильно-отделочного производства [4].

Экономическая реальность сегодня диктует необходимость поиска эффективных способов взаимодействия между различными отраслями промышленности России, что означает поиск и формирование инновационных бизнес-процессов на взаимовыгодных условиях [5]. Например, для строительной отрасли характерно, что запасы минерально-сырьевых ресурсов ограничены, а в регионах с развитой промышлен-

ностью (текстильной, химической, металлургической и пр.) образуется огромное количество отходов производства, которые не вовлекаются в повторное хозяйственное использование. Сложившаяся ситуация приводит к нарушению экологического равновесия территорий и страны в целом. В соответствии с "моделью ресурсного цикла" [6] на рис. 1 представлена схема возможных способов утилизации текстильных отходов.

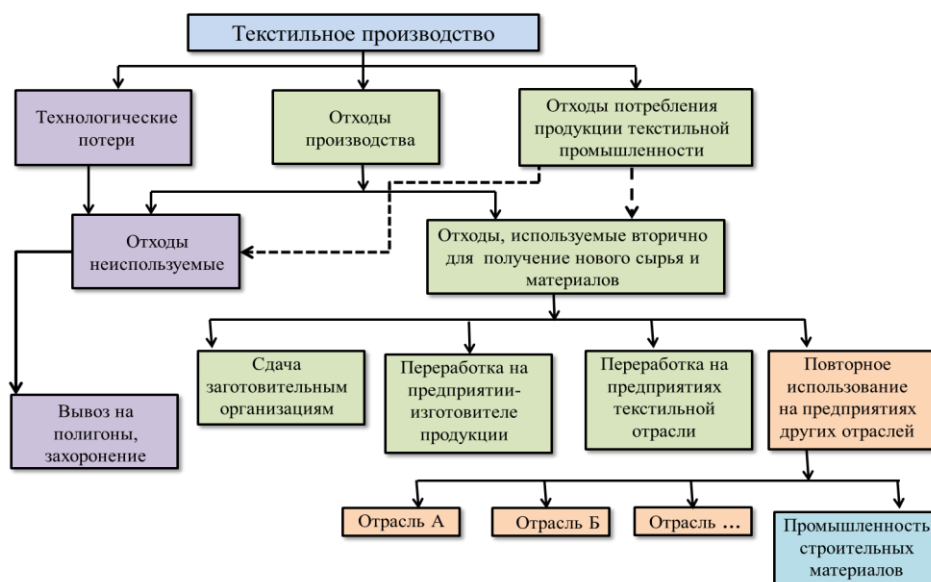


Рис. 1

На рис. 1 отходы текстильного производства – это отходы технологических процессов производства нитей, тканей, волокон, изделий и др.; отходы потребления продукции текстильной промышленности – ветошь, одежда, вышедшая из употребления населением, и прочее, которые составляют в настоящее время в среднем 4...6% в городском объеме твердых бытовых отходов. Текстильные отходы образуются на различных технологических стадиях и используются вторично как на предприятиях-изготовителях продукции, так и на смежных предприятиях текстильной отрасли. Например, хлопчатобумажные отходы, отходы пряжи, трикотажа, меха находят применение в собственном технологическом цикле. Существует широкий ассортимент продукции, получаемой из текстильных отходов: утеплители различного назначения, канаты, шнуры, шпагаты и многие другие изделия; кроме того, отходы используются

в выработке нетканых материалов. Нетканые материалы из отходов используют в швейной промышленности (на рис. 1 – отрасль А) в качестве утепляющего материала – ватина; в мебельной промышленности (отрасль Б) – настольного материала при производстве мягкой мебели и других отраслях (отрасль ...).

Научную новизну представляют направления использования текстильных отходов в промышленности строительных материалов, что позволяет сократить объемы их хранения на полигонах и, следовательно, уменьшить негативное воздействие на окружающую природную среду. В настоящее время строители и проектировщики проявляют огромный интерес к применению на объектах защитного и строительного текстиля, "текстильного бетона", нового техногенного сырья (текстильных отходов) в производстве линолеума, теплоизоляционных,

геосинтетических, декоративных отделочных и других материалов [7], [8].

В современном гражданском, транспортном, специальном и других видах строительства широко применяются фибробетоны с повышенными эксплуатационными свойствами [9]. Фибробетоны представляют собой композиты, в которые при производстве добавляют волокна (фибру) для повышения стойкости к образованию трещин и разрушению. В качестве фибры преимущественно применяют сталь, стекло, устойчивые к действию щелочи, или полимерные материалы [10]. Однако разработаны инновационные способы и составы получения, например, аэрированного бетона, где в качестве фибры используются текстильные отходы, в количестве 12% от общего объема состава [11].

В связи с применением в промышленности строительных материалов разнообразных сырьевых компонентов (природных ресурсов и техногенных отходов) для расчета экологической безопасности получаемых композитов можно использовать методику MIPS-анализа [12]. Данная методика определяет расход природных ресурсов на границе продуктовой цепи как в месте из-

влечения ресурсов из природной среды, так и на всем протяжении экологического жизненного цикла продукта или услуги. Потребляемые ресурсы во время производства, использования и рециклирования отходов продукта пересчитываются в количество используемых природных ресурсов (абиотических, биотических, почвы, воды, воздуха) с помощью специальных переводных коэффициентов или MI-чисел – "экологических рюкзаков". Параметр MIPS определяется по формуле, разработанной Курцем Геффастом:

$$MIPS = MI / S, \quad (1)$$

где MI – материальный вход или сумма всех входных материальных потоков, включая те материалы, которые требуют энергии для своего производства (имеет размерность единиц массы); S – выпускаемая продукция или услуга (размерность может быть различной в зависимости от вида продукции или услуги).

В табл. 1 представлен расчет ресурсов для производства одного кубического метра высококачественного бетона, состав которого приведен в [13].

Таблица 1

№ п/п	Компоненты бетонной смеси	Расход на 1 м ³ , кг	MI-число, кг/кг	"Ресурсы на входе" (MI), кг
1	Песок	812	2,88	2339
2	Щебень	812	4,75	3857
3	Тонкодисперсный наполнитель	77	15,34	1181
4	Цемент	452	20,49	9262
5	Вода	200	2,29	458
	Итого	2353	-	17097

Из табл. 1 следует, что для производства одного кубического метра высококачественного бетона класса В45 требуется переработать 17 тонн природных ресурсов. Одним из эффективных способов снижения ресурсопотребления является замена части

природного сырья техногенными отходами. Например, в [14] приведены исследования составов фибробетонов, армированных текстильными волокнами, модифицированными тлеющим разрядом.

Таблица 2

№ п/п	Компоненты бетонной смеси	Расход на 1 м ³ , кг	MI-число, кг/кг	"Ресурсы на входе" (MI), кг
1	Керамзитовый песок	310	2,66	825
2	Кварцевый песок	210	2,88	605
3	Щебень	790	4,75	3753
4	Цемент	400	20,49	8196
5	Вода	182	2,29	417
6	Армирующие волокна неорганического происхождения (отходы производства): лен, хлопок, полиамид	12	-	-
	Итого	1904	-	13796

В табл. 2 приведены расчеты ресурсопотребления состава фибробетона, армированного текстильными волокнами, модифицированными плазмой тлеющего разряда, на основе портландцементного вяжущего.

Результаты расчетов, приведенные в табл. 2, показывают снижение ресурсопотребления композиционного материала за счет применения в его составе текстильных отходов. Фибробетон, армированный текстильными волокнами, помимо экологического эффекта позволяет получить следующие технологические преимущества [14]: повысить прочность материалов при изгибе от 25 до 60%; при сжатии – от 40 до 90%. Технологии получения композитов с использованием текстильных отходов (джут, пенька, лен, минеральная шерсть и пр.) являются инновационными, а массовое внедрение в производство требует применения дорогостоящего импортного оборудования. Поэтому себестоимость таких материалов в настоящее время на 12...23% выше по сравнению с традиционными строительными составами.

Однако не следует исключать дополнительные эффекты, которые трудно оценить экономически по причине незначительной доли подобных композиционных материалов в строительстве и сравнительно небольшого опыта их эксплуатации. Так, в фибробетонах, армированных текстильными отходами, волокна соединяют по технологиям текстильной промышленности, поэтому они могут быть размещены в конструкции по направлениям действующих усилий. В "текстильном бетоне" полностью исключается коррозия арматурной стали по причине ее отсутствия, что приводит к уменьшению защитного слоя и расходу бетона в строительстве. Опыт применения бетонов, армированных текстильными волокнами, известен в Германии, Дании [8], [10], [14] в дорожном строительстве, мостостроении.

ВЫВОДЫ

Таким образом, вовлечение текстильных отходов в повторное использование в качестве техногенного сырья для производ-

ства строительных материалов является инновационным направлением создания композиционных материалов, позволяющих снизить нагрузку на окружающую природную среду и повысить экологическую безопасность отраслей промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изгородин А.К., Чистобородов Г.И., Петелин А.В., Трусов Д.Ю., Смирнов Р.Е., Маеврин Р.В. Текстильная промышленность: состояние и перспективы // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2013, № 1. С. 6...12.
2. Русина В.В. Минеральные вяжущие вещества на основе многотоннажных промышленных отходов. – Братск: БрГУ, 2007.
3. Мельцаев И.Г., Сорокин, А.Ф., Мурзин, А.Ю. Экология. Природопользование и охрана окружающей среды. – Иваново: ИГЭУ, 2011.
4. Булеков А.П., Кошелева М.К., Кереметин П.П., Чабаяева Ю.А., Кручинина Н.Е. Математическое описание и расчет процесса очистки сточных вод // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 1. С. 116...121.
5. Гаврилова И.М. Факторы, определяющие стратегическое партнерство текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2. С. 5...8.
6. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Кобелева С.А. Критериальная модель полного ресурсного цикла – основа экологической безопасности строительства // Промышленное и гражданское строительство. – 2014, № 12. С. 3...6.
7. Дидевич А. О текстиле для строительства и не только // Технологии бетонов. – 2013, № 6. С. 52...53.
8. Столяров О.Н., Горшков А.С. Применение высокопрочных текстильных материалов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. – 2009, № 4. С. 21...25.
9. Белозеров В.В., Борков П.В., Олейников С.Н., Насыров Р.Р., Даминев Р.Р. и др. Новые технологии и материалы в производстве и строительстве: вопросы проектирования, разработки и внедрения. – М.: Издательство Перо, 2012.
10. Мещерин В. Предупреждение трещинообразования в бетоне с помощью фиброармирования // Бетон и железобетон. – 2012, № 1 (6). С. 50...57.
11. Кочетков О.С., Гетия И.Г. и др. Способ получения азрированного бетона с использованием текстильных отходов. Заявка на патент 2010134710.
12. Кобелева С.А. Методика оценки ресурсоэффективности строительных материалов // Механизация строительства. – 2012, № 4. С. 35...37.
13. Кобелева С.А. Разработка рекомендаций по оценке ресурсоэффективности в строительстве // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011, № 5-2 (38). С. 72...75.

14. Акулова М.В. и др. Применение тлеющего разряда в текстильной и строительной промышленности. – Иваново: Ивановский гос. хим.-техн. ун-т, 2008.

REFERENCES

1. Izgorodin A.K., Chistoborodov G.I., Petelin A.V., Trusov D.Ju., Smirnov R.E., Mavrin R.V. Tekstil'naja promyshlennost': sostojanie i perspektivy // Fizika voloknistyh materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tehnologii i materialy (SMARTEX). – 2013, № 1. S. 6...12.

2. Rusina V.V. Mineral'nye vjazhushhie veshhestva na osnove mnogotonnazhnyh promyshlennyh othodov. – Bratsk: BrGU, 2007.

3. Mel'caev I.G., Sorokin, A.F., Murzin, A.Ju. Jekologija. Prirodopol'zovanie i ohrana okruzhajushhej sredy. – Ivanovo: IGJeU, 2011.

4. Bulekov A.P., Kosheleva M.K., Keremetin P.P., Chabaeva Ju.A., Kruchinina N.E. Matematicheskoe opisaniye i raschet processa ochistki stochnyh vod // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 1. S. 116...121.

5. Gavrilova I.M. Faktory, opredeljayushhie strategicheskoe partnerstvo tekstil'nyh predpriyatij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 2. S. 5...8.

6. Pi'ichev V.A., Kolchunov V.I., Kobeleva S.A. Kriterial'naja model' polnogo resurnogo cikla – osnova jekologicheskoy bezopasnosti stroitel'stva // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2014, № 12. S.3...6.

7. Didevich A. O tekstile dlja stroitel'stva i ne tol'ko // Tehnologii betonov. – 2013, № 6. S. 52...53.

8. Stoljarov O.N., Gorshkov A.S. Primenenie vysokoprochnyh tekstil'nyh materialov v stroitel'stve // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. – 2009, № 4. S. 21...25.

9. Belozarov V.V., Borkov P.V., Olejnikov S.N., Nasyrov R.R., Daminev R.R. i dr. Novye tehnologii i materialy v proizvodstve i stroitel'stve: voprosy proektirovaniya, razrabotki i vnedreniya. – M.: Izdatel'stvo Pero, 2012.

10. Meshherin V. Preduprezhdenie treshhinoobrazovaniya v betone s pomoshh'ju fibroarmirovaniya // Beton i zhelezobeton. – 2012, № 1 (6). S. 50...57.

11. Kochetkov O.S., Getija I.G. i dr. Sposob poluchenija ajerirovannogo betona s ispol'zovaniem tekstil'nyh othodov. Zajavka na patent 2010134710.

12. Kobeleva S.A. Metodika ocenki resursojeffektivnosti stroitel'nyh materialov // Mehanizacija stroitel'stva. – 2012, № 4. S. 35...37.

13. Kobeleva S.A. Razrabotka rekomendacij po ocenke resursojeffektivnosti v stroitel'stve // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. – 2011, № 5-2 (38). S. 72...75.

14. Akulova M.V. i dr. Primenenie tlejushhego razrjadja v tekstil'noj i stroitel'noj promyshlennosti. – Ivanovo: Ivanovskij gos. him.-tehn. un-t, 2008.

Рекомендована кафедрой экспертизы и управления недвижимостью, горного дела. Поступила 22.06.16.

УДК 624.042.8

АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ АВТОЦИСТЕРН С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ НЕДОЛИВОМ

THE ANALYSIS OF FLUCTUATIONS OF FLYING STRUCTURES OF BRIDGES AT THE TRANSITIONAL MODES OF THE MOVEMENT OF TANKER TRUCKS WITH THE OPERATIONAL INCOMPLETE FILLING

С.Ю. ГРИДНЕВ, А.Н. БУДКОВОЙ
S.YU. GRIDNEV, A.N. BUDKOVYOY

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

Ставилась задача анализа совместных колебаний системы пролетное строение + автоцистерна с помощью объединения разработанных ранее алгоритмов в единую методику для выявления особенностей поведения транспортного сооружения при подвижной нагрузке. Разработана методика мо-

делирования совместных колебаний пролетных строений мостов и автоцистерн. Приведен алгоритм выполнения численных исследований. Проанализированы результаты вычислительных экспериментов. Анализ численных исследований выявил особенности нестационарных колебаний пролетных строений при переходных режимах движения по ним автоцистерн с эксплуатационным недоливом.

The task of the analysis of joint fluctuations of the flying structure + tanker truck system by means of association of the algorithms developed earlier in a uniform technique for detection of features of behavior transport constructions was set at mobile loading. The technique of modeling of joint fluctuations of flying structures of bridges and tanker trucks is developed. The algorithm of performance of numerical researches is given. Results of computing experiments are analysed. The analysis of numerical researches has revealed features of non-stationary fluctuations of flying structures at the transitional modes of the movement of tanker trucks on them with an operational incomplete filling.

Ключевые слова: автоцистерна с эксплуатационным недоливом, переходный режим движения, пролетное строение моста, совместные колебания, вычислительный эксперимент, численные исследования.

Keywords: a tanker truck with an operational incomplete filling, the transitional mode of the movement, a flying structure of the bridge, joint fluctuations, a computing experiment, numerical researches.

Исследования колебаний пролетных строений мостов под действием подвижной нагрузки выполняются в предположении о постоянстве скорости движения. В настоящее время возросла доля неравномерного движения в общем объеме ездового цикла транспортных средств. В научных исследованиях в должной мере не изучены вопросы нормирования динамической нагрузки при неравномерном движении в зависимости от его режимов и параметров. Значительно вырос процент тяжелых специализированных автотранспортных средств в общем транспортном потоке, перевозящих жидкие грузы. Практика эксплуатации показывает, что именно при неравномерном движении автоцистерн по транспортным сооружениям наиболее существенно проявляются особенности их динамического поведения, которые предопределяются повышенным динамическим воздействием.

Существующая система нормирования воздействия подвижной нагрузки весьма несовершенна и справедливо подвергается критике со стороны авторитетных специалистов [1].

Настоящее исследование посвящено анализу колебаний балочных систем при режимах движения автомобиля, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации и опасным с позиции возникновения сверхнормативных динамических воздействий на несущие конструкции транспортных сооружений.

В работах [2...10] авторами поэтапно была разработана методика динамического расчета совместных колебаний системы автоцистерна + балочная система при переходных режимах движения с учетом подвижности жидкости в полости цистерны и кинематического возмущения в детерминированной постановке. Исследовано и оценено динамическое воздействие автомобилей на балочные системы при переходных режимах движения по гладкому пути и с учетом неровностей профиля проезжей части [2], [3], [6]. Предложена методика учета подвижности жидкости с использованием механического аналога [4]. Разработана плоская динамическая модель автоцистерны с учетом подвижности жидкости,

явления гидроудара и разбиения котла цистерны на независимые отсеки для определения дополнительных, сверхнормативных нагрузок на пролетные строения автодорожных мостов [5], [7]. Исследованы особенности совместных колебаний балочных систем и автоцистерн по разработанным методикам и оценены динамические коэффициенты [8]. Даны практические рекомендации по натурным испытаниям мостов балочных схем на проезд автомобилей с жидкими и твердыми грузами с установившимся ускорением [9], [10]. По всем разработанным методикам и алгоритмам составлены вычислительные программы для ЭВМ, которые зарегистрированы в ОФПА Агентства по образованию РФ.

В настоящей статье объединены ранее поэтапно выполненные исследования для анализа поведения колебательной системы балочная система + подвижная нагрузка.

Колебания автомобиля при переходных режимах движения. Для оценки воздействия транспортных средств при переходных режимах движения за основу взята нелинейная плоская динамическая модель трехосного автомобиля с пятью степенями свободы. Уравнения ее колебаний получены из пространственной модели отбрасыванием уравнений, соответствующих поперечным кренам осей и подрессоренной

части. Базовые положения методики использования таких моделей в динамических расчетах автодорожных мостов разработаны в [11].

Система дифференциальных уравнений, описывающих движение автомобиля, подробно приведена в [2].

Переходными будем называть режимы, связанные с существенным изменением скорости движения и появлением горизонтального ускорения. В общем случае скорость автомобиля может меняться синусоидально, линейно или по любому другому более сложному закону. Наиболее распространенным является случай движения с постоянным во времени ускорением, то есть равноускоренное (разгон) или равнозамедленное (торможение) движение. Определяющим параметром в этом случае является величина установившегося ускорения. Схема моделирования таких режимов описана в работах [2], [3].

При неравномерном движении в рассмотренной модели дополнительно необходимо учесть горизонтальные силы инерции подрессоренной массы (рис. 1 – плоская модель трехосного автомобиля с пятью степенями свободы для изучения переходных режимов движения и схема распределения момента от сил инерции на оси).

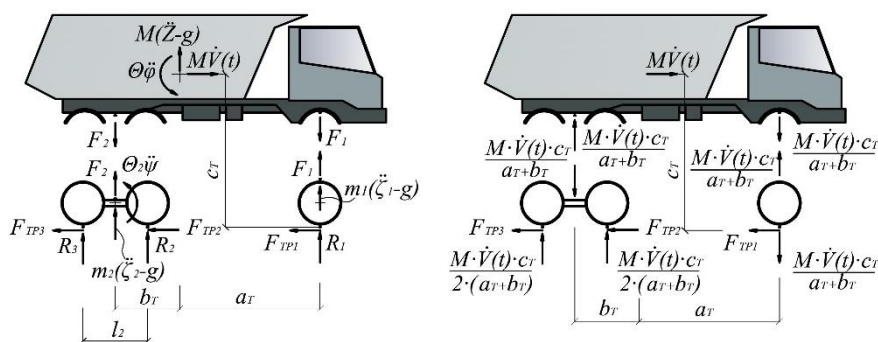


Рис. 1

Уравнение угловых колебаний с учетом сил инерции принимает вид:

$$\theta \ddot{\phi}(t) + F_1(v_1, \dot{v}_1)a - F_2(v_2, \dot{v}_2)b + M\dot{V}(t)c = 0. \quad (1)$$

Исследования ограничены плоской постановкой для выявления основных особенностей динамического поведения балочной системы при воздействии автомобиля на путь при движении в режиме торможения и

разгона. Разработанный алгоритм и методика позволят в дальнейшем без значительных изменений изучить поведение балочной системы при движении со скоростью, меняющейся по произвольному закону, а также решить задачу в пространственной постановке.

Моделирование колебаний автоцистерн с учетом подвижности жидкости при неравномерном движении. Автоцистерны с эксплуатационным недоливом отличаются от других транспортных средств возможностью перемещения жидкости внутри полости цистерны и колебаний свободной поверхности. Используется допущение о том, что колебания автоцистерны можно рассматривать как процесс взаимодействия двух зависимых систем: жидкости и твердой части цистерны. Связь между системами определяется взаимной передачей параметров. Влияние жидкости на твердую часть автоцистерны учитывается через гидродинамическое давление на стенки котла. Возмущением от твердой части при рассмотрении колебаний жидкости является ускорение.

С целью определения дополнительных нагрузок на пролетные строения автодорожных мостов в работе [4] авторами была предложена динамическая модель с использованием механического аналога жидкости и методика моделирования колебаний автоцистерн с учетом продольных колебаний жидкости в полости цистерны, разработанная в [13]. В ней жидкость заменяется эквивалентным твердым телом, а сила взаимодействия жидкости с емкостью пропорциональна относительному перемещению тела $P = c x$ (в случае отсутствия демпфирования). При этом полагается, что часть массы m_0 , находящаяся в нижней части емкости, не участвует в колебаниях по отношению к резервуару цистерны (рис. 2 – схема механической модели для описания продольных колебаний жидкости).

$$\omega_n = \sqrt{(2n-1)\pi(g/\ell)\text{th}\left[\pi(2n-1)\frac{h}{\ell}\right]},$$

$$\begin{aligned} m_n &= m_{\text{ж}} \cdot 8 \frac{\ell}{h} \frac{\text{th}\left[(2n-1)\pi\frac{h}{\ell}\right]}{(2n-1)^3 \pi^3}, \\ c_n &= m_{\text{ж}} \cdot 8 \frac{g}{h} \frac{\text{th}^2\left[(2n-1)\pi\frac{h}{\ell}\right]}{(2n-1)^2 \pi^2}, \\ h_n &= \frac{h}{2} \left(1 - \frac{\ell}{h} \frac{\text{th}\left[(2n-1)\pi\frac{h}{2\ell}\right]}{(2n-1)\pi} \right). \end{aligned} \quad (2)$$

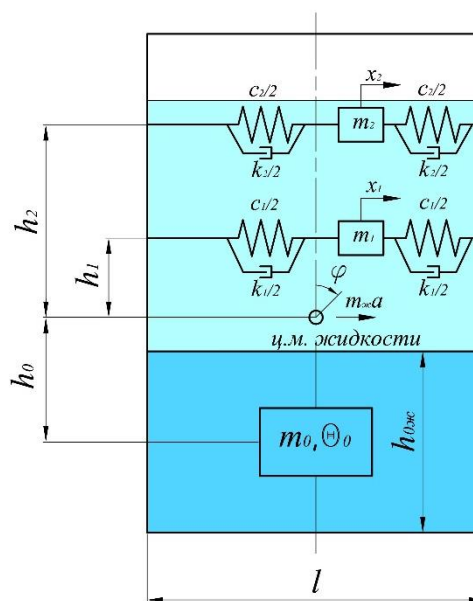


Рис. 2

При создании модели рассмотрен случай колебаний жидкости массой $m_{\text{ж}}$ и плотностью $\rho_{\text{ж}}$ в сосуде, имеющем форму параллелепипеда с размерами $\ell \times b \times h_{\text{пол}}$. Если высота уровня жидкости h , то масса жидкости m_n , участвующая в колебаниях по форме с номером n и частотой ω_n , соответствующий коэффициент жесткости c_n и расстояние h_n определяются по формулам (3).

Уравнение колебаний n -го груза при этом принимает вид:

$$m_n(\ddot{x}_n + h_n \ddot{\varphi}) + k_n \dot{x}_n + c_n x_n - m_n g \varphi - m_n a = 0, \quad (3)$$

где φ – угол поворота кузова (твердой части) автоцистерны.

Решая в общем случае совокупность из n уравнений движений грузов, соответствующих n первым собственным формам колебаний жидкости, получаем силы, действующие со стороны жидкости на полость цистерны, и отвечающие им смещения центров масс грузов.

Как показали численные исследования, массы эквивалентных грузов, соответствующие второй и последующим формам колебаний жидкости, на порядок меньше, чем первой, а их учет не оказывает существенного влияния на движение системы в целом.

Модель автоцистерны с использованием механического аналога была усовершенствована для исследования переходных режимов движения с учетом явления гидроудара и членения полости цистерны на отсеки в работе [5].

При продольных колебаниях жидкости в полости цистерны в момент замачивания потолка начинает развиваться явление гидроудара, которое становится определяющим при больших ускорениях. Для учета этого явления после замачивания потолка жесткость c_n , полученная из уравнений (2), увеличивается по экспоненциальной зависимости, предложенной А.О. Шимановским в [12] на основе анализа результатов широкомасштабных численных исследований при проведении вычислительных экспериментов.

В общем случае цистерна может состоять из нескольких отсеков разного объема и наполнения. На рис. 3 приведена динамическая модель цистерны, состоящая из трех отсеков, с учетом подвижности жидкости. Для упрощения задачи и большей наглядности считаем отсеки одинакового объема и наполнения.

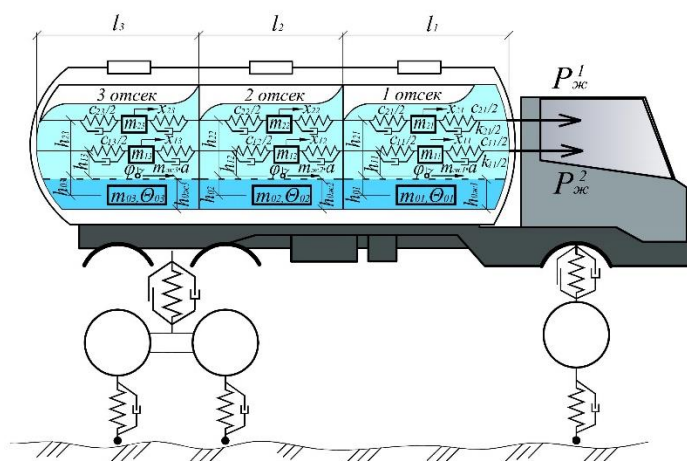


Рис. 3

В разработанной модели общую массу системы удобно разложить на три составляющие: массу механической (твердой) части m_T , массу жидкости m_0 , не участвующую в колебаниях, и массу колеблющейся жидкости $\sum_{j=1}^n m_j$. Таким образом, в уравнение угловых колебаний системы (1) войдет уже не

одно дополнительное слагаемое, а три. Причем инерция масс m_T и m_0 учитывается в явном виде, а масса $\sum_{j=1}^n m_j$ с учетом гидродинамических явлений из решения дифференциального уравнения (3).

С учетом вышесказанного уравнение угловых колебаний принимает вид:

$$\begin{aligned}
 & (\theta_T + \theta(t))\ddot{\phi}_T(t) + F_1(v_1, \dot{v}_1)a_T(t) - F_2(v_2, \dot{v}_2)b_T(t) - \\
 & - m_T a_T - i m_0 a(c_T + h_0) - i \sum_{j=1}^n P_{ж}^j(c_T + h_j) = 0.
 \end{aligned} \tag{4}$$

В уравнении (4) индексы Т указывают на принадлежность параметров к механической (твердой) части системы. Плечи сил h_0 и h_j находятся из геометрических соображений. Параметры системы Θ_T , a_T и b_T становятся функциями времени и определяются в зависимости от положения грузов x_n в механической модели жидкости.

Совместные колебания балочной системы и одиночной автоцистерны при не-

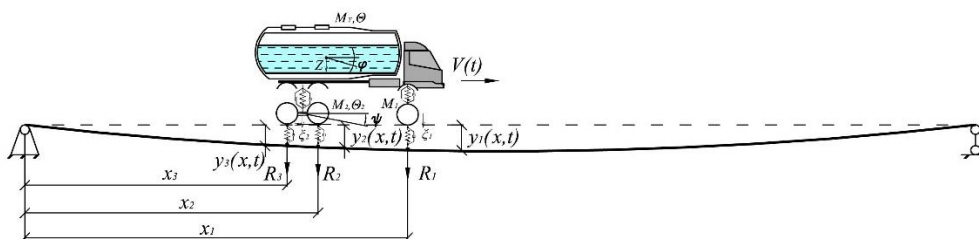


Рис. 4

Построен алгоритм [8] и создана на его основе вычислительная программа для ЭВМ. Для решения задачи и анализа полученных результатов авторами использован пакет моделирования динамических и событийно управляемых систем Simulink вычислительного комплекса MATLAB, который был разработан специально для изучения поведения динамических систем. Решение дифференциальных уравнений получаем в численном виде методом Рунге-Кутты 4-5 порядков.

Некоторые вопросы влияния кинематического возмущения в детерминированной постановке рассмотрены в работе [6].

Анализ численных исследований. Выполнена серия вычислительных экспериментов с целью исследования колебаний балочной системы в зависимости от величины ускорения при равнопеременном движении автоцистерны, участка появления ускорения, учета подвижности жидкости и деления полости цистерны на независимые отсеки.

равномерном движении рассмотрим на примере разгона и торможения. В качестве расчетной схемы балочной системы принята шарнирно опертая балка длиной ℓ_0 , которая часто используется как расчетная схема балочного пролетного строения моста (рис. 4 – расчетная схема колебательной системы автомобиль + мост для изучения воздействия от переходных режимов движения).

Основные численные результаты для автомобилей с твердыми грузами представлены в [8]. Для автоцистерн изучался преимущественно процесс торможения – как наиболее приближенный к реальным условиям эксплуатации.

В ходе численных исследований выявлены основные закономерности поведения балочной системы при торможении автоцистерны с учетом подвижности жидкости и деления полости цистерны на отсеки. Получены динамические коэффициенты прогибов середины балочной системы при различных параметрах движения. Для выполнения моделирования использованы геометрические размеры и параметры инертности трехосной автоцистерны 66052 на базе КамАЗ. Диапазон исследуемых ускорений $2 \dots 6 \text{ м/с}^2$. Максимальная величина установившегося замедления принята в соответствии [табл. 3, 14] и данными соответствующих иностранных нормативов.

Характеристики пролетного строения приняты следующими:

$$\ell_0 = 42,5 \text{ м}; EJ_z = 97609500 \text{ кН} \cdot \text{м}^2; m_0 = 8,044 \text{ т/м}; k_0 = 3,24 \cdot 10^{-4} \text{ с}; \omega_1 = 19,03 \text{ с}^{-1}.$$

При определении перемещений балочной системы удерживалось от 1 до 3 соб-

ственных форм колебаний. Влияние обратной связи во всех диапазонах ускорений и

степени заполнения полости в ходе вычислительного эксперимента выявлено незначительным.

Максимальный динамический эффект в расчетном (среднем) сечении пролетного строения проявляется при торможении автоцистерны в пределах первой половины пролета (рис. 5 – прогибы середины пролета при разбиении котла на отсеки и

95%-ном заполнении при торможении автоцистерны с ускорением 6 м/с^2 в различных частях пролета). Результаты показывают, что в этом случае суммарное динамическое давление от всех осей так же, как и в случае с твердым грузом, достигает максимума ближе к расчетному сечению, вызывая наибольшие усилия и прогибы в конструкциях.

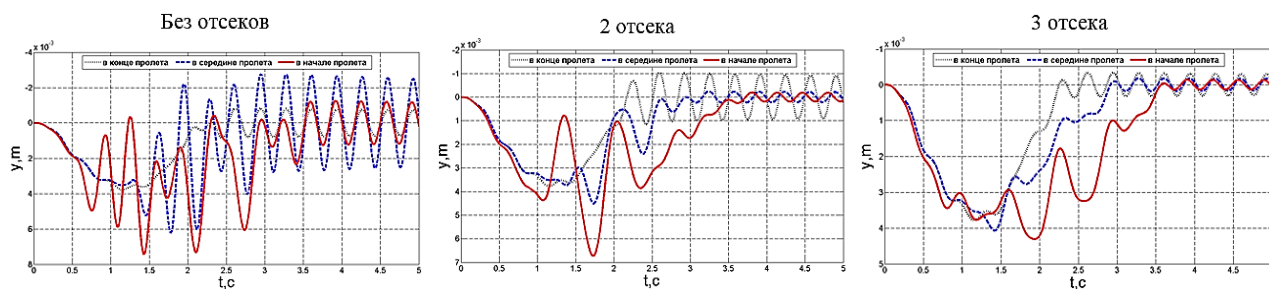


Рис. 5

Особый практический интерес имеет максимальный динамический эффект, полученный непосредственно от учета подвижности жидкости. Для этого, основываясь на

результатах [7], принимается уровень заполнения полости цистерны, дающий максимальное динамическое давление при каждом значении ускорения, % (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Величина ускорения, м/с^2	Количество отсеков		
	без отсеков	2 отсека	3 отсека
2	94	99	99
4	88	97	99
6	84	96	98

Результаты вычислительных экспериментов при торможении автоцистерны с разными ускорениями в начале пролета при

разбиении на отсеки и различных уровнях наполнения приведены на рис. 6.

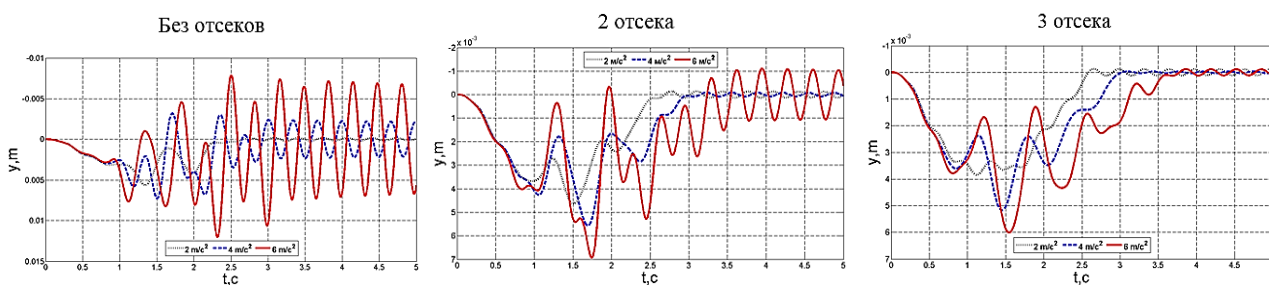


Рис. 6

Отличительной особенностью совместных колебаний с учетом подвижности жидкости внутри полости автоцистерны в предложенной модели является то, что частота вынужденных колебаний зависит от геометрических размеров объема жидкости,

наличия свободной поверхности, количества отсеков, величины ускорения, а также возникновения гидроудара. Учет гидроудара введением экспоненциальной зависимости существенно увеличивает частоту вынужденных колебаний и приближает пе-

риоды воздействия такой нагрузки к значениям, полученным без учета подвижности жидкости. При малых ускорениях это 0,6...0,7 с. Однако с увеличением ускорения и проявлении гидроудара увеличивается частота воздействия подвижной нагрузки (существенно возрастает жесткость пружины в предложенной модели). В рассмотренном примере периоды воздействия 0,3...0,4 с достигаются при торможении с ускорением 6 м/с² и заполнении цистерны около 85% без отсеков. В этом случае при существенном увеличении динамических давлений осей проявляются еще и резонансные явления. Такой характер воздействия транспортного средства при эксплуатационном недоливе жидкости в кузове 10...20%, отсутствии отсеков и гасителей колебаний является крайне неблагоприят-

ным для эксплуатации пролетного строения моста.

Максимальные динамические коэффициенты для прогиба середины пролета сведены в табл. 2, на рис. 7 построены графики динамических коэффициентов при торможении автоцистерны с различными ускорениями при делении на отсеки.

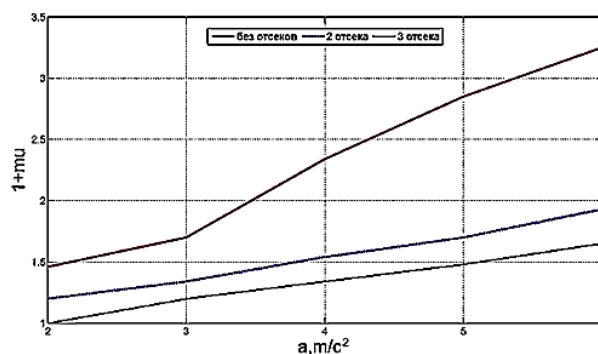


Рис. 7

Таблица 2

Величина ускорения, м/с ²	Место начала торможения	Количество отсеков	Макс. динамич. коэф. по жидкости	Макс. сум. динамич. коэф., 1+μ
6	начало пролета	без отсеков	2,54	3,25
		2	1,51	1,93
		3	1,29	1,65

Для автоцистерны без отсеков на рис. 7 отчетливо виден перелом графика в диапазоне ускорений 3...4 м/с², что вызвано проявлением гидравлического удара.

ВЫВОДЫ

Анализ полученных результатов моделирования совместных колебаний балочных систем и одиночных транспортных средств с использованием разработанных авторами методики и программ убедительно показал необходимость учета целого ряда факторов при изучении динамического воздействия подвижной нагрузки: неравномерность движения, специфики перевозимых грузов, длины пролетного строения. Эти факторы обязательно должны учитываться при формировании нормативной базы динамических коэффициентов. Автоцистерны необходимо выделить в специализированный вид подвижной нагрузки. Полученные нами результаты подтверждают обоснованность критических замечаний в вопросе

нормирования динамических коэффициентов к временной нагрузке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саламахин П.М. Недостатки действующих нормативных вертикальных временных нагрузок на автодорожные мостовые сооружения // Транспортное строительство. – 2012. Вып. №11. С.28...32.
2. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Методика расчета динамического давления большегрузных транспортных средств при изменении режима движения // Современные методы статического и динамического расчета зданий и сооружений. – Воронеж: Научная книга, 2007. Вып. 4. С. 79...86.
3. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Исследование динамического воздействия автотранспортных средств на пролетные строения мостов при переходных режимах движения // Сб. тр. Междунар. конф.: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. – Воронеж, 2009, №1. С.128...135.
4. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Использование механического аналога жидкости для моделирования колебаний автоцистерны при разгоне и торможении // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – Вып. № 1 (21), 2011. С. 98...106.
5. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Совершенствование модели автоцистерны с использованием меха-

нического аналога жидкости для исследования переходных режимов движения // Мат. II Междунар. дистанционной науч.-техн. конф.: Актуальные проблемы динамики и прочности материалов и конструкций: модели, методы, решения: – Самара, 2011. С. 58...61.

6. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Оценка динамического воздействия автомобиля на путь при торможении и разгоне с учетом кинематического возмущения // Изв. Казанского гос. архитектур.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. – Вып. № 3 (23), 2012. С. 98...106.

7. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Динамическое воздействие автоцистерн с отсеками на путь при учете гидроудара // Строительная механика и конструкции. – 2012. Вып. № 1 (4). С. 116...121.

8. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Колебания балочных систем при переходных режимах движения одиночного автомобиля // Строительная механика и конструкции. – 2013. Вып. № 1 (6). С. 84...91.

9. Гриднев С.Ю., Волков В.В., Будковой А.Н. Натурные измерения колебаний упруго опертого сталежелезобетонного моста при движении по нему автомобиля в режиме торможения // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – Вып. № 1 (21), 2010. С. 18...27.

10. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Сопоставление результатов расчета колебаний балочной системы при переходных режимах движения автоцистерн с экспериментальными данными // Строительная механика и конструкции. Научно-технический журнал. – Воронеж, 2014. Вып. № 1 (8). С. 88...95.

11. Барченков А.Г. Динамический расчет автодорожных мостов. – М.: Транспорт, 1976.

12. Шимановский А.О. Модифицированная дискретно-массовая модель цистерны с жидкостью // Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки. – Вып. 5. Гомель, 2011. С.163...165.

13. Dodge Franklin T. The New "Dynamic behavior of liquids in moving containers" // Southwest Research Institute. – San Antonio, Texas, 2000.

14. ГОСТ Р 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – М.: Госстандарт России, 2001.

REFERENCES

1. Salamahin P.M. Nedostatki dejstvujushhix normativnyh vertikal'nyh vremennyh nagruzok na avtodorozhnye mostovye sooruzhenija // Transportnoe stroitel'stvo. – 2012. Vyp. №11. С.28...32.

2. Gridnev S.Ju., Budkovej A.N. Metodika rascheta dinamicheskogo davlenija bol'shegruznyh transportnyh sredstv pri izmenenii rezhima dvizhenija // Sovremennye metody staticheskogo i dinamicheskogo rascheta zdaniy i sooruzhenij.– Voronezh: Nauchnaja kniga, 2007. Vyp. 4. S. 79...86.

3. Gridnev S.Ju., Budkovej A.N. Issledovanie dinamicheskogo vozdejstvija avtotransportnyh sredstv

na proletnye stroenija mostov pri perehodnyh rezhimah dvizhenija // Sb. tr. Mezhdunar. konf.: Aktual'nye problemy prikladnoj matematiki, informatiki i mehaniki. – Voronezh, 2009, №1. S.128...135.

4. Gridnev S.Ju., Budkovej A.N. Ispol'zovanie mehanicheskogo analoga zhidkosti dlja modelirovanija kolebanij avtocisterny pri razgone i tormozhenii // Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. – Vyp. № 1 (21), 2011. S. 98...106.

5. Gridnev S.Ju., Budkovej A.N. Sovershenstvovanie modeli avtocisterny s ispol'zovaniem mehanicheskogo analoga zhidkosti dlja issledovanija perehodnyh rezhimov dvizhenija // Mat. II Mezhdunar. distancionnoj nauch.-tehn. konf.: Aktual'nye problemy dinamiki i prochnosti materialov i konstrukcij: modeli, metody, reshenija: – Samara, 2011. S. 58...61.

6. Gridnev S.Ju., Budkovej A.N. Ocenka dinamicheskogo vozdejstvija avtomobilja na put' pri tormozhenii i razgone s uchetom kinematičeskogo vozmushhenija // Izv. Kazanskogo gos. arhitekt.-stroit. un-ta. Stroitel'stvo i arhitektura. – Vyp. № 3 (23), 2012. S. 98...106.

7. Gridnev S.Ju., Budkovej A.N. Dinamicheskoe vozdejstvie avtocistern s otsekami na put' pri uchte gidroudara // Stroitel'naja mehanika i konstrukcii. – 2012. Vyp. № 1 (4). S. 116...121.

8. Gridnev S.Ju., Budkovej A.N. Kolebanija balochnykh sistem pri perehodnyh rezhimah dvizhenija odinochnogo avtomobilja // Stroitel'naja mehanika i konstrukcii. – 2013. Vyp. № 1 (6). S. 84...91.

9. Gridnev S.Ju., Volkov V.V., Budkovej A.N. Nатурные измерения колебаний упруго опертого сталежелезобетонного моста при движении по нему автомобиля в режиме торможения // Научный вестник ВГАСУ. Строительное и архитектура. – Вып. № 1 (21), 2010. С. 18...27.

10. Gridnev S.Ju., Budkovej A.N. Sопоставление результатов расчета колебаний балочной системы при переходных режимах движения автотранспортных средств с экспериментальными данными // Строительная механика и конструкции. Научно-технический журнал. – Воронеж, 2014. Вып. № 1 (8). С. 88...95.

11. Барченков А.Г. Динамический расчет автотранспортных мостов. – М.: Транспорт, 1976.

12. Шимановский А.О. Модифицированная дискретно-массовая модель цистерны с жидкостью // Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки. – Вып. 5. Гомель, 2011. С.163...165.

13. Dodge Franklin T. The New "Dynamic behavior of liquids in moving containers" // Southwest Research Institute. – San Antonio, Texas, 2000.

14. ГОСТ Р 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – М.: Госстандарт России, 2001.

Рекомендована кафедрой строительной механики. Поступила 01.06.16.

ПОСТРОЕНИЕ ОСРЕДНЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВОБОДНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ПОТОКОВ

CREATION OF AVERAGE CHARACTERISTICS OF FREE TURBULENT VENTILATING STREAMS

С.А. КОЛОДЯЖНЫЙ, С.А. ЯРЕМЕНКО, А.И. КОЛОСОВ, И.И. ПЕРЕСЛАВЦЕВА
S.A. KOLODIASHNY, S.A. JAREMENKO, A.I. KOLOSOV, I.I. PERESLAVTCEVA

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

E-mail: jaremenko83@mail.ru; innapb@mail.ru; kolossn@yandex.ru.

Существующий инженерный метод расчета свободных турбулентных вентиляционных потоков, основанный на осредненных характеристиках потока, не позволяет получать информацию о микроструктуре его турбулентности. Актуальными, на наш взгляд, являются теоретические построения осредненных характеристик свободных турбулентных вентиляционных потоков с энергетических позиций. В работе показано, что теоретические построения осредненных характеристик невозможны без изучения микроструктуры турбулентности. Установлено, что при проектировании воздухораспределителей в системах вентиляции и кондиционирования воздуха отказ от оценки значения частоты пульсаций потока приводит к существенным ошибкам. Предложенные зависимости позволяют впервые установить картину развития процесса перемешивания приточного вентиляционного потока в среде вентилируемого помещения, что делает возможным рассчитывать и организовывать воздухообмен в помещении с учетом диссипации энергии вентиляционных потоков.

The existing engineering method of calculation of free turbulent ventilating streams based on average characteristics of a turbulent stream doesn't allow to receive information on a microstructure of turbulence of a stream. In our opinion, theoretical creation of average characteristics of free turbulent ventilating streams from power positions is actual. In work it is shown that theoretical creation of average characteristics is impossible without studying of a microstructure of turbulence. It is established that at design of air distributors in systems of ventilation and air conditioning refusal of an assessment of value of frequency of pulsations of a stream leads to essential mistakes. The offered dependences allow to establish for the first time a picture of development of process of hashing of a stitched ventilating stream in the environment of the ventilated room that does possible to count and organize air exchange indoors taking into account dissipation of energy of ventilating streams.

Ключевые слова: скорость, амплитуда, поток, турбулентность, воздухо-распределитель, частота, вентиляция, энергия, спектр.

Keywords: speed, amplitude, stream, turbulence, distributor of air, frequency, ventilation, energy, spectrum.

Существующий инженерный метод расчета свободных турбулентных вентиляционных потоков, основанный на осредненных характеристиках турбулентного потока, сводится к определению скорости и температуры воздуха, выпускаемого из воздухораспределителя с целью обеспечения заданных значений подвижности, избыточной температуры и чистоты воздуха рабочей зоны [1]. К сожалению, упомянутый метод не позволяет получать информацию о микроструктуре турбулентности свободного вентиляционного потока. Между тем, ряд проблем, связанных со свободной турбулентностью – диффузия, влияние вязкости вблизи ограждающих конструкций, на которые настигается вентиляционный поток – не могут быть разрешены только на основании осредненных характеристик. К перечисленным проблемам следует отнести и управление свободным вентиляционным потоком, поскольку представление о турбулентном течении заключается в суперпозиции двух движений: осредненного и пульсационного [2], [8], [11], [12]. Следовательно, теоретические построения осредненных характеристик невозможны без изучения микроструктуры турбулентности.

1. *Моделирование свободных турбулентных вентиляционных потоков.* Известно [1], [3], что свободный турбулентный вентиляционный поток характеризу-

ется не только амплитудой отклонения пульсационной скорости от среднего значения, но и частотой этих отклонений, что позволяет утверждать:

- поток обладает наименьшим, наименее вероятным значением частоты – $\omega_0, \text{с}^{-1}$, и, поскольку волновое число k – отношение частоты к средней скорости течения, то и наименьшим значением $k_0 = \omega_0 / W_0$;

- так как энергия передается из области малых волновых чисел в область больших волновых чисел, то процесс распространения свободного вентиляционного потока, с известных позиций [3], [9], [10], [13], обусловлен процессом случайных столкновений частиц потока и среды, окружающей этот поток, тем более, что в помещениях, как правило, рассматривается процесс перемешивания. Такой процесс, приводящий к диссипации энергии, протекает лишь в одном направлении, сопровождающимся увеличением энтропии.

С целью иллюстрации изложенного выше рассматривается выборка из пяти членов для затопленного потока истекающего из насадков с осевой симметрией размерами $2R_0 = 20, 40$ и 80 см и начальной скоростью истечения $500 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$.

В табл. 1 представлена выборка для затопленного потока, истекающего из насадков с осевой симметрией.

Т а б л и ц а 1

$R_0, \text{см}$	Число Рейнольдса Re_0	Наименьшая частота $\omega_0, \text{с}^{-1}$	Начальная длина волны $Z_0, \text{см}$	Начальное значение волнового числа $K_0, \text{см}^{-1}$
10	6,7	60	26,2	0,12
15	1	40	39,3	0,08
20	1,3	30	52,3	0,06
25	1,7	24	65,4	0,048
40	2,7	15	104,7	0,03

Представленная выборка корректна в отношении теории Кирхгофа о распространении неплоских волн в цилиндрических трубах, поперечные размеры которых малы по сравнению с длиной волны.

Располагая информацией о значениях наименьшей частоты, следуя [4], представляется возможным в качестве оценки описать переход энергии осредненного движения по пульсациям низких частот и от них – к

более высоким частотам, пока последние не достигнут предела, обусловленного вязкостью воздуха. Другими словами, в полном соответствии со спектральной теорией А.Н. Колмогорова [5] следует вести речь о присутствии в свободном вентиляционном потоке низких частот, соответствующих вихрям крупных размеров, и высоких частот, которым соответствуют вихри мелких размеров. Следовательно, в рассматриваемом

потоке всегда существуют крупно- и мелко-масштабные турбулентности.

2. *Построение частотного спектра вентиляционных потоков с энергетических позиций.* На рис. 1 в соответствии с [5], из табл. 1 выполнено построение частотного спектра для вентиляционного потока при разных числах Рейнольдса. Выше было показано, что волновое число $\kappa = \omega / W$, а передача энергии осуществляется от малых значений κ (ось потока) к большим (периферия потока); так как волновое число связано с длиной волны z соотношением $z = 2\pi / \kappa$, то падение значения z (с ростом κ) свидетельствует о росте диссипации энергии в направлении периферии потока (в рассматриваемом сечении).

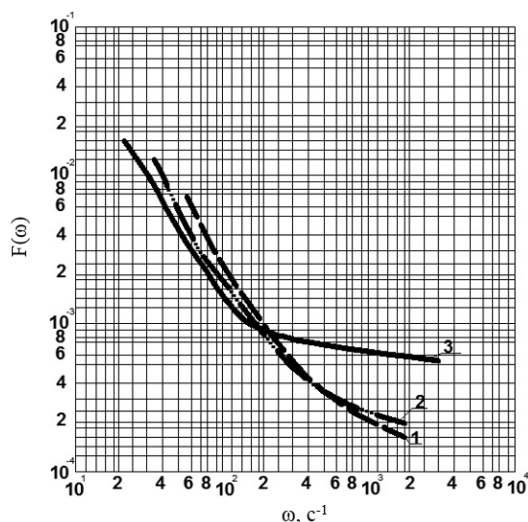


Рис. 1

Становится очевидным, что рис. 1 (частотный спектр вентиляционных потоков (табл. 1): 1 – $Re = 62000$, 2 – $Re = 130000$, 3 – $Re = 220000$) иллюстрирует частотный спектр в приосевой области течения вниз по потоку. Здесь легко усмотреть (особенно для потока с $R_0 = 2,7 \cdot 10^5$), если скорость потока достаточно велика, то турбулентность сносится по потоку, не претерпевая изменений.

Более наглядное представление о распределении "каскада частот" по длине потока дает рис. 2 (частота пульсаций в приосевой области свободных вентиляционных потоков: 1 – $Re = 62000$, 2 – $Re =$

$= 130000$, 3 – $Re = 220000$), где начало отсчета частот вынесено за пределы ядра потока и расположено в основном участке течения потока.

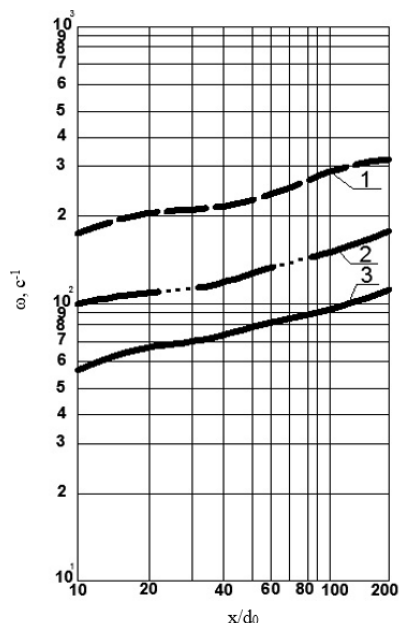


Рис. 2

Представленный рис. 2 описывает инерционные диссипативные интервалы в упомянутом типичном спектре.

Следовательно, речь идет о движении с естественным затуханием, которое в [6] для случая свободной турбулентности классифицируется, как диссипирующая волна.

Как показано в [7], характерное время затухания τ_0 убывает с ростом волнового числа, то есть короткие волны затухают быстрее, чем длинные.

Если вентиляционный поток развивается в среде, где существует некоторая мера диссипации энергии μ , то при фиксированном значении κ величина τ_0 убывает с ростом μ , а волны заданной длины затухают в среде с большим значением μ .

Иллюстрация длинноволновых возмущений для свободных потоков из табл. 1 представлена на рис. 3 (распределение волновых чисел $\kappa = \omega / W$ и длин волн z по течению свободных вентиляционных потоков: а) – волновое число, б) – длина волны; 1 – $Re = 62000$, 2 – $Re = 130000$, 3 – $Re = 220000$).

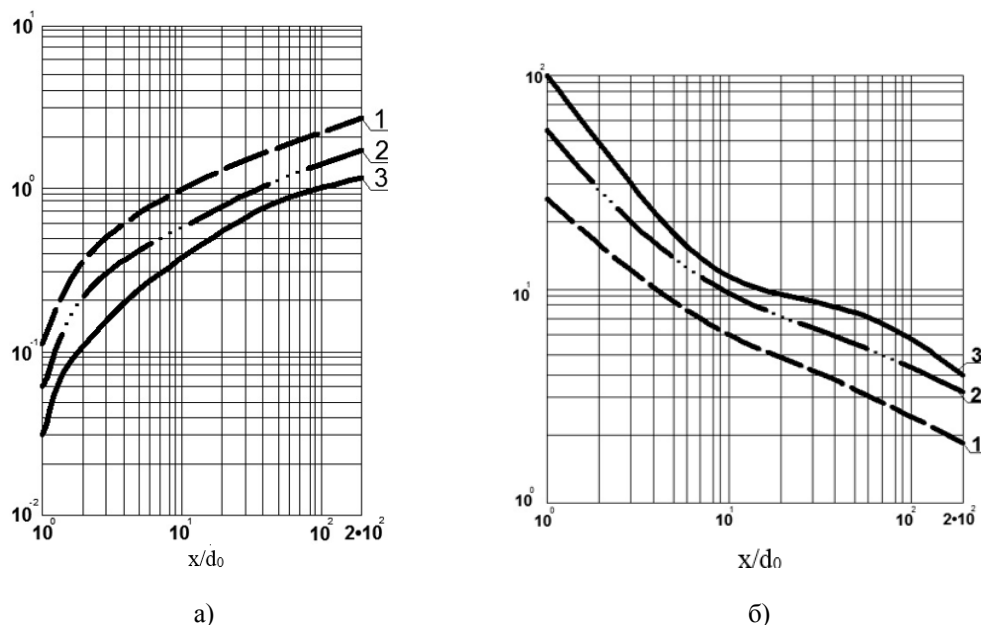


Рис. 3

Наличие информации о распределении значений волновых чисел в различных сечениях потока (табл. 1) позволяет представить рис. 4 (распределение параметра Колмогорова η в свободных вентиляционных потоках: 1 – $Re = 62000$, 2 – $Re = 130000$, 3 – $Re = 220000$) с целью описания очередных характеристик вентиляционных потоков:

одномерный спектр по волновым числам

$$\Phi(k) = 0,5\varepsilon^{2/3} k^{-5/3}, \quad (1)$$

и энергетический спектр

$$E \sim k^{-5/3}. \quad (2)$$

Если в качестве оценки используется микромасштаб А.Н. Колмогорова:

$$\eta = (v^3 / \varepsilon)^{1/4}, \quad (3)$$

то с учетом соотношений [5]:

$$\omega \sim (\varepsilon / \nu)^{1/2} \quad (4)$$

можно характеризовать размеры вихрей в рассматриваемом потоке, в которых осуществляется диссипация энергии.

Дж. Тейлором для осредненного значения диссипации энергии предложена зависимость:

$$\varepsilon = 7,5\mu(\sigma/\eta)^2, \quad (5)$$

где μ – динамическая вязкость; σ – средняя квадратичная скорость.

Поскольку нас интересует лишь качественная оценка, то утверждение, что отношение средней квадратичной скорости к размеру вихря η – суть некоторая угловая скорость – вполне корректно. Но упомянутая угловая скорость, в свою очередь, связана с интенсивностью вихрей.

Становится понятным, что $\varepsilon = \mu(\text{rot}W)^2$; $\varepsilon = 7,5\mu(\sigma/\eta)^2$ и диссипация растет с уменьшением среднего размера вихря, а величина $7,5(\sigma/\eta)^2$ или $7,5(W_p/\eta)^2$ – тождественна среднему квадрату вихря.

Отметим, что η^{-1} есть значение волнового числа, вблизи которого диссипация энергии оказывается максимальной, а сам спектр круто спадает с ростом значения k в результате вязкого вырождения малых вихрей.

Построение упомянутого спектра связано с рядом дополнительных вычислений.

Наличие информации о распределении частоты пульсаций по длине свободного вентиляционного потока позволяет с помощью выражений (3) и (4) описать распределение

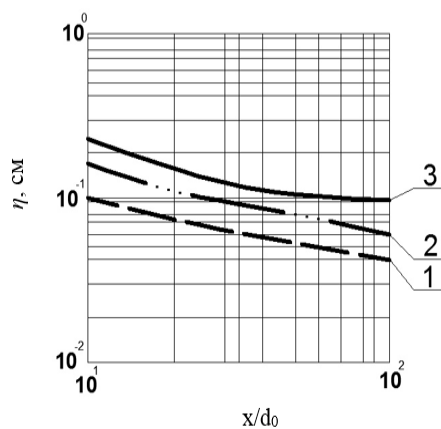


Рис. 4

Следует учитывать, что мы вынуждены оперировать значениями волновых чисел по оси потока. Если обратиться к понятию средней квадратичной скорости, то периферийный распад потока начинается ранее упомянутых значений κ .

В любом случае, утверждение И.А. Шепелева [6] о существовании некоторого критического сечения, где толщина потока имеет максимальное значение, после которого начинается распад этого течения, подтверждается гипотезой Гейзенберга и спектральной теорией турбулентности.

Поскольку пульсация скорости – результат прохождения через некоторую точку возмущений или завихренной массы различного размера, то представляется возможным, с позиций гипотезы Гейзенберга, но в координатах $\Phi(\kappa) - \eta$, описать "интегральный" спектр пульсационной скорости \overline{W}^2 в приосевой зоне течения потока на рис. 5.

Располагая информацией о частоте пульсаций ω , значениях волнового числа κ , параметре А.Н. Колмогорова η и скорости диссипации энергии ε в данном сечении потока x/d_0 , всегда можно с целью оценки описать "локальный" спектр пульсационной скорости для условия $x/d_0 = \text{var}$.

параметра А.Н. Колмогорова η на относительных расстояниях x/d_0 (для основного участка потока) – рис. 4.

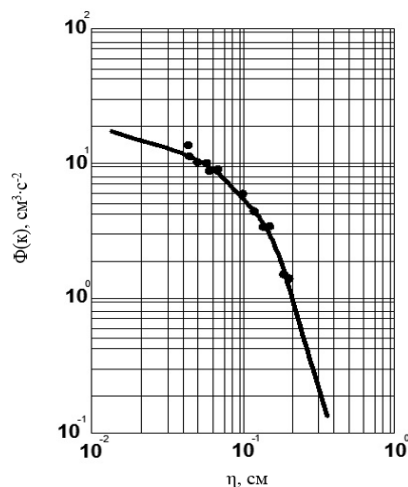


Рис. 5

В Ы В О Д Ы

1. Таким образом, в работе показано, что теоретические построения осредненных характеристик невозможны без изучения микроструктуры турбулентности.

2. Установлено, что при проектировании воздухораспределителей в системах вентиляции и кондиционирования воздуха отказ от оценки наинизшего наивероятнейшего значения частоты пульсаций ω_0 приводит к существенным ошибкам, так как определенная конструкция воздухораспределителя предназначена для обеспечения необходимых условий микроклимата помещения, где всегда существует мера диссипации μ , определение которой без использования основных положений спектральной теории турбулентности не представляется возможным.

3. Предложенные зависимости позволяют впервые установить картину развития процесса перемешивания приточного вентиляционного потока в среде вентилируемого помещения, что делает возможным рассчитывать и организовывать воздухообмен в помещении с учетом диссипации энергии вентиляционных потоков.

1. Полосин И.И., Дерепасов А.В. Моделирование вентиляционных процессов в производственных помещениях с проемами в междуэтажных перекрытиях // Научный вестник Воронежского гос. архитектур.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. – 2011, № 2. С. 43...51.
2. Полосин И.И., Гармонов К.В., Плотников А.В. Применение теории вентиляционных струй к расчету концентраций вредных веществ в приземном слое атмосферы // Экология и промышленность России. – 2014, №2. С. 30...34.
3. Пейн Г. Физика колебаний и волн. – М.: Мир, 1976.
4. Минский Е.Н. О пульсациях скоростей при вполне установившемся турбулентном потоке // ЖТФ. – 1940. Т.10, вып. 19. С. 1574...1581.
5. Колмогоров А.Н. Локальная структура турбулентности в несжимаемой жидкости при очень больших числах Рейнольдса // Доклады АН СССР. – 1941. Т. 30, вып. 4. С. 290...303.
6. Шепелев И.А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении. – М.: Стройиздат, 1978.
7. Бахтеногар П. Нелинейные волны в одномерных дисперсных системах. – М.: Мир, 1983.
8. Bady M., Kato S., Takahashi T., Huang H. Experimental investigations of the indoor natural ventilation for different building configurations and incidences // Building and Environment. – V. 46, № 1, 2011. P.65...74.
9. Kielin Ja., Porowski R., Małozieć D., Majka A., Lesiak P. Facility for firefighting training of ksrq rescuers: analysis of requirements and possible solutions // Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza. – V. 32, 2013. P. 115...121.
10. Halvoňová B., Melikov A.K. Performance of "ductless" personalized ventilation in conjunction with displacement ventilation: impact of intake height // Building and Environment. – V. 45, № 4, 2010. P.996...1005.
11. Яременко С.А., Панов М.Я., Бараков А.В., Колосов А.И. Влияние параметров воздушного потока на эффективность глушителей шума // Научный вестник Воронежского гос. архитектур.-строит. ун-та. – 2014, № 4 (36). С. 22...30.
12. Пузач С.В., Колодяжный С.А., Колосова Н.В. Модифицированная зонная модель расчета термодинамики пожара в помещении, учитывающая форму конвективной колонки // Пожаровзрывобезопасность. – 2015. Т. 24, № 12. С. 33...39.
13. Колодяжный С.А., Переславцева И.И. Математическое моделирование динамики основных опасных факторов в начальной стадии пожара // Известия Казанского гос. архитектур.-строит. ун-та. – 2014, № 4. С. 403...412.
1. Polosin I.I., Derepasov A.V. Modelirovanie ventilacionnyh processov v proizvodstvennyh pomeshhenijah s proemami v mezhdujetazhnyh perekrytijah // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gos. arhitekt.-stroit. un-ta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011, № 2. S. 43...51.
2. Polosin I.I., Garmonov K.V., Plotnikov A.V. Primenenie teorii ventilacionnyh struj k raschetu koncentracij vrednyh veshhestv v prizemnom sloe atmosfery // Jekologija i promyshlennost' Rossii. – 2014, №2. S. 30...34.
3. Pejn G. Fizika kolebanij i voln. – M.: Mir, 1976.
4. Minskij E.N. O pul'sacijah skorostej pri vpolne ustanovivshemsja turbulentnom potoke // ZhTF. – 1940. T.10, vyp. 19. S. 1574...1581.
5. Kolmogorov A.N. Lokal'naja struktura turbulentnosti v neszhimaemoj zhidkosti pri ochen' bol'shix chislah Rejnol'dsa // Doklady AN SSSR. – 1941. T. 30, vyp. 4. S. 290...303.
6. Shepelev I.A. Ajerodinamika vozdushnyh potokov v pomeshhenii. – M.: Strojizdat, 1978.
7. Bahtnogar P. Nelinejnye volny v odnomernyh dispersnyh sistemah. – M.: Mir, 1983.
8. Bady M., Kato S., Takahashi T., Huang H. Experimental investigations of the indoor natural ventilation for different building configurations and incidences // Building and Environment. – V. 46, № 1, 2011. P.65...74.
9. Kielin Ja., Porowski R., Małozieć D., Majka A., Lesiak P. Facility for firefighting training of ksrq rescuers: analysis of requirements and possible solutions // Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza. – V. 32, 2013. P. 115...121.
10. Halvoňová B., Melikov A.K. Performance of "ductless" personalized ventilation in conjunction with displacement ventilation: impact of intake height // Building and Environment. – V. 45, № 4, 2010. P.996...1005.
11. Jaremenko S.A., Panov M.Ja., Barakov A.V., Kolosov A.I. Vlijanie parametrov vozdushnogo potoka na jeffektivnost' glushitelej shuma // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gos. arhitekt.-stroit. un-ta. – 2014, № 4 (36). S. 22...30.
12. Puzach S.V., Kolodjazhnyj S.A., Kolosova N.V. Modificirovannaja zonnaja model' rascheta termogazodinamiki pozhara v pomeshhenii, uchityvajushhaja formu konvektivnoj kolonki // Pozharovzryvobezopasnost'. – 2015. T. 24, № 12. S. 33...39.
13. Kolodjazhnyj S.A., Pereslavceva I.I. Matematicheskoe modelirovanie dinamiki osnovnyh opasnyh faktorov v nachal'noj stadii pozhara // Izvestija Kazanskogo gos. arhitekt.-stroit. un-ta. – 2014, № 4. S.403...412.

Рекомендована кафедрой теплогазоснабжения и нефтегазового дела. Поступила 01.06.16.

**ЗАЩИТА МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ
ОТ ТРЕЩИН УСАДОЧНОГО ХАРАКТЕРА**

**PROTECTION OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE STRUCTURES
OF INDUSTRIAL BUILDINGS
FROM CRACKS SHRINKAGE CHARACTER**

Е.И. ШМИТЬКО, Н.А. ВЕРЛИНА
E.I. SHMITKO, N.A. VERLINA

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет)
(Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: rector@vgasu.rn.ru

Рассмотрены причины появления трещин усадочного характера в поверхностном слое бетонных конструкций производственных зданий. Получены новые результаты, связанные с применением ПАВ, которые, по мнению авторов, в наибольшей степени определяют специфику полученных результатов. Установлено, что введение в цементно-водную композицию добавок ПАВ повышает ее плотность, но эффект повышения в значительной степени связан с составом и видом добавки и ее дозировкой.

The reasons of emergence of cracks of shrinkable character in a blanket of concrete structures of industrial buildings are considered. The new results connected with application surfactant which, according to authors, most define specifics of the results are received. It is established that introduction to cement and water composition of surfactants additives increases its density, but the effect of increase is substantially connected with structure and a type of additive and its dosage.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, бетонные смеси, трещины усадочного характера, виды добавок: ЛСТ, СП-3, Glenium, Stachement.

Keywords: reinforced concrete designs, concrete mixes, cracks of shrinkable character, types of additives: LST, SP-3, Glenium, Stachement.

Технология возведения зданий и сооружений за последние 2-3 десятилетия совершила значительный шаг в сторону ее совершенствования. Во-первых, значительно изменилась структура применяемых материалов и изделий. Центральным моментом в этом изменении стал переход от преимущественного применения сборных бетонных и железобетонных конструкций к использованию бетонных смесей в монолитных конструкциях, что в целом способствовало повышению жесткости, несущей способности

возводимых объектов. Этому также способствовало значительное повышение свойств применяемого бетона за счет введения в его состав добавок – модификаторов структуры бетона. Обычными стали бетоны с гарантированной прочностью 60...80 МПа, которые и применяются при возведении особо ответственных конструкций.

Однако однозначность в крайне положительных оценках достигнутых результатов модифицирования структуры бетона относительно только высоких показателей

прочности со временем несколько нарушилась в связи с тем, что на некоторых возведенных из высокопрочного бетона конструкциях стали появляться трещины усадочного характера. Непосредственной причиной таких трещин являются напряжения, возникающие прежде всего в поверхностном слое бетонной конструкции в результате усадки бетона в этом слое при потере им воды. Одной из значимых причин такой высокой влажностной усадки (сжатия) бетона является присутствие в его исходном составе модификаторов структуры, в состав которых в качестве основных компонентов в обязательном порядке входят ультрадисперсный минеральный порошок и суперпластификатор.

Большинство исследователей причин высокой усадочности бетона сосредоточили свое внимание на ультрадисперсном порошке. Мы же в этой статье попытаемся показать, что вид и дозировка применяемого суперпластификатора также имеет немаловажное значение. Но поскольку непосредственной причиной усадки бетона является его обезвоживание, то вначале мы попытаемся хотя бы кратко изложить свое видение этого явления.



Рис. 1

На рис. 1 представлена полученная нами экспериментальная кривая плотности свободноуложенной дисперсии цемент – вода в зависимости от количества в ней воды. Общий вид кривой указывает на то, что в

отсутствии внешних сил плотность частиц цемента является следствием внутренних процессов самоорганизации структуры рассматриваемой системы. Известно [1], [2], что непосредственной причиной процессов самоорганизации структуры влажных дисперсных систем является наличие активных центров на поверхности твердой фазы, которые способны притягивать молекулы воды, изменяя ее структуру, а также то, что вода в свою очередь способна проявлять поверхностное натяжение на границах твердой и газообразной фаз. Исходя из этих теоретических постулатов, можно заключить, что разуплотнение системы при увеличении самых малых доз воды (рис. 1, участок АВ) является следствием того, что вся вводимая в систему вода распределяется на поверхности зерен цемента в форме жестких пленок, которые создают расклинивающий эффект и снижают плотность упаковки зерен цемента. Но толщина образовавшихся пленок поверхностной воды ограничена величиной поверхностной энергии частиц цемента, и поэтому при дальнейшем ее добавлении в рассматриваемую систему она начинает заполнять самые тонкие зазоры между частицами цемента. Таким образом появляется капиллярная вода, обеспечивающая стяжение системы за счет проявления поверхностного натяжения на границе вода – воздух в сочетании его с поверхностным натяжением на границе вода – зерно цемента (рис. 1, участок ВС). Далее мы наблюдаем спонтанное повышение плотности на участке СД. Теоретические изыскания относительно этого эффекта привели к теории Лифшица [2], согласно которой при сближении дисперсных частиц до 100 нм и менее между ними начинают проявляться дополнительные межчастичные силы притяжения (Ван-Дер-Ваальсовы силы). Максимальной плотности система достигает при влажности, соответствующей точке Д на кривой плотности. При этой влажности дисперсная система твердое – жидкость – газ переходит в двухфазную твердое – жидкость. Соответственно из баланса внутренних сил уходят капиллярные силы, и поэтому при дальней-

шем увеличении содержания воды свободно уложенная дисперсная система самоуплотняется.

Таким образом, основной причиной влажностной усадки и связанных с нею внутренних напряжений в бетоне являются капиллярные силы стяжения, которые по мере снижения количества воды в твердеющей системе усиливаются, так как вода остается в более тонких капиллярах, а величина стягивающего систему капиллярного давления обратно пропорциональна радиусу капилляра [3]:

$$P_k = -\frac{2\sigma_{ж-г} \cos \Theta}{r_k},$$

где r_k – эквивалентный радиус капилляра; $\sigma_{ж-г}$ – поверхностное натяжение на границе жидкость – газ; Θ – угол смачивания твердой фазы жидкостью.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) изменяют величины поверхностного натяжения на границах фаз и соответственно динамику проявления усадочных деформаций. Выявлению специфики этих воздействий и посвящены наши дальнейшие исследования.

Но прежде чем приступить к анализу новых результатов, выделим те положения физико-химической механики, на которых основано применение ПАВ, и которые, по нашему мнению, в наибольшей степени определяют специфику получаемых результатов. Обратим внимание на следующее положение [4]. Поверхностно-активные вещества снижают поверхностное натяжение воды на границах вышеотмеченных фаз, в результате их адсорбции на зернах цемента, вытеснении при этом части воды, и, таким образом, расклинивающий эффект пленок воды снижается.

Относительно первого интервала критических плотностей ($V/C < 0,8$) весьма заметным является снижение пленочного расклинивающего эффекта и соответствующее ему повышение плотности дисперсии при применении всех исследованных видов ПАВ любых концентраций. Состав и структура молекул ПАВ находят свое количественное

отражение в виде двух характеристик: адсорбционной емкости монослоя ПАВ на частицах твердой фазы (Γ) и снижения поверхностного натяжения на границе жидкость – газ ($\sigma_{ж-г}$). Первая характеристика является основой для определения практически значимого показателя, именуемого ККМ – критической концентрации мицеллообразования.

С учетом вероятных отличий в этих показателях нами для исследований привлечены 4 вида добавок: ЛСТ, СП-3, Glenium, Stachement (Германия). Добавки объединены в две однотипные группы: первая – ЛСТ и СП-3, вторая – Glenium и Stachement. Проведенными дополнительными исследованиями установлено, что добавки второй группы обладают значительно более высоким показателем ККМ.

А теперь посмотрим, каким же образом эти отличия повлияли на баланс внутренних сил, степень самоуплотнения цементно-водной дисперсии. Для первой группы добавок (с низким показателем ККМ) характерным является следующее. При малых значениях В/Ц-отношения ($V/C < 0,1$) введение совсем незначительного количества добавки (0,15%) существенно (примерно на 30%) повышает плотность дисперсии (против эталона – рис. 2 (изменение плотности цементно-водной дисперсии в зависимости от содержания воды, вида и расхода добавки: а) – с добавкой ЛСТ; б) – с СП-3; в) – с Glenium; г) – с Stachement 2570)). Это связано с тем, что добавка разрушает структуру водных пленок, препятствующих сближению частиц цемента. Увеличение дозировки добавки способствует снижению этого эффекта, так как увеличивается толщина адсорбционного слоя самой добавки.

При значениях В/Ц-отношения, обеспечивающих максимальный стягивающий эффект ($0,15 > V/C > 0,3$), малые дозировки добавки (0,15%) оказались также наиболее эффективными. В частности, при введении СП-3 в количестве 0,15% плотность дисперсии возросла с 2000 кг/м³ до 2350 кг/м³. С повышением дозировки добавки до 0,3% плотность дисперсии оказалась суще-

ственно ниже (2050 кг/м^3), при этом пластифицирующий эффект практически не изменился. И лишь при дальнейшем увеличении

дозировки СП-3 до 0,5% плотность возросла до 2200 кг/м^3 , пластифицирующий эффект достиг максимума.

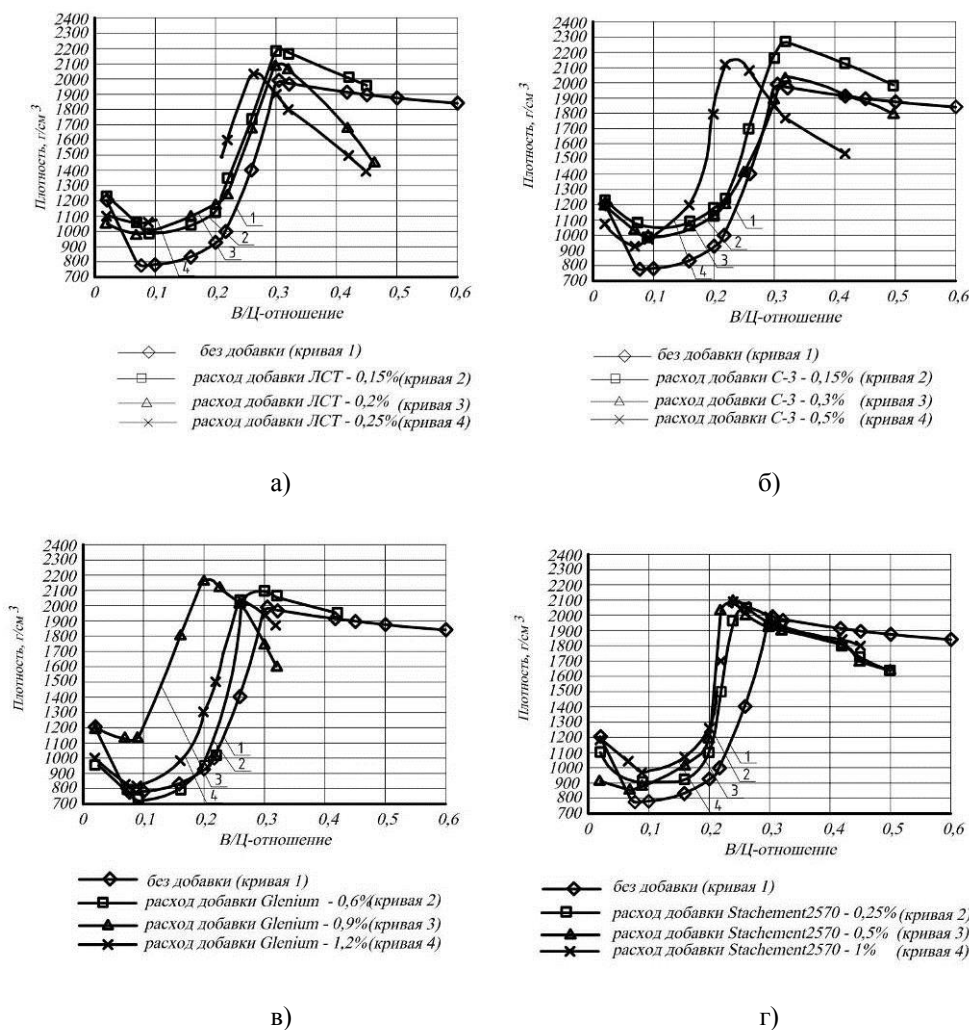


Рис. 2

Такое действие малой добавки СП-3 может быть обосновано тем, что как и для низких значений В/Ц-отношения ее введение способствует разрушению структуры водных оболочек вокруг зерен цемента. В то же время поверхностное натяжение на границе жидкость – газ снизилось незначительно, что мало повлияло на капиллярный стягивающий эффект, который в этом диапазоне В/Ц -отношения достиг максимума. При увеличении дозировки добавки вплоть до значения ККМ поверхностное натяжение снижается, и соответственно максимальный эффект самоуплотнения системы не может быть достигнут.

Для второй группы добавок (Glenium, Stachement) характерным является значи-

тельный пластифицирующий эффект, реализуемый при относительно высоких дозировках добавок. При этом плотность цементно-водной дисперсии остается относительно низкой: даже при дозировке добавки в 1% плотность дисперсии против эталона возросла всего лишь на 80 кг/м^3 и составила 2080 кг/м^3 . Это указывает на то, что структура адсорбционного слоя этого вида ПАВ препятствует тесному сближению частиц цемента.

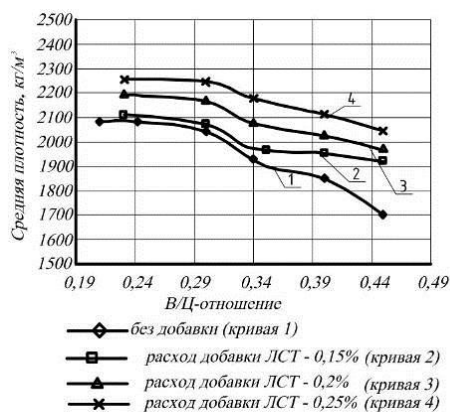
Теперь перенесем наш анализ на влажностный диапазон, в пределах которого плотность цементно-водной дисперсии обеспечивается действием сначала капиллярных сил, а затем сил межчастичного притяжения ($0,1 < \text{В/Ц} < 0,45$). До сих пор на

практике эффект применения ПАВ в бетонах связывают с повышением подвижности формовочной смеси и водоредуцирующим эффектом. Представленные же на рис.2 экспериментальные данные наглядно указывают на то, что эффективность применения ПАВ должна оцениваться не только с учетом обеспечиваемого ими водоредуцирующего или разжижающего эффектов, но и с учетом того, насколько совершенную структуру строительного композита мы получаем в результате их применения.

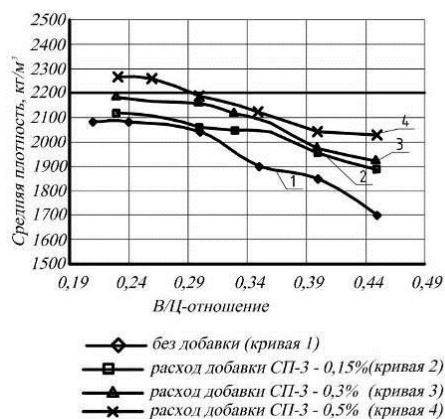
Наиболее объективным мерилom совершенства структуры цементного камня в конструкционном бетоне до сих пор остается его плотность. Из приведенных данных следует, что введение в цементно-водную композицию добавки ПАВ повышает ее плотность, но эффект повышения в зна-

чительной степени связан с составом и видом добавки, ее дозировкой. В наших опытах максимальная плотность составила: для ЛСТ – 2140 кг/м³ при ее дозировке 0,15%; для СП-3 – 2330 кг/м³ при дозировке 0,15%; для Glenium – 2120 кг/м³ при дозировке 0,9%; для Stachement – 2100 кг/м³ при дозировке 1%.

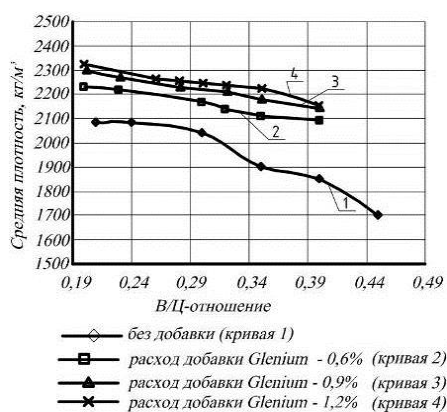
Однако такой вывод ориентирован только на качество ранней структуры цементно-водной композиции. Но окончательный вывод о показателях плотности мы должны получить относительно плотности затвердевшего цементного камня, который является несущей матрицей в бетоне (рис. 3 – изменение плотности цементного камня в зависимости от содержания воды, вида и расхода добавки: а) – с добавкой ЛСТ; б) – с СП-3; в) – с Glenium; г) – с Stachement 2570).



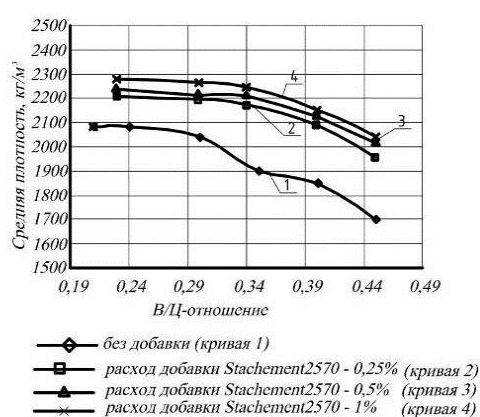
а)



б)



в)



г)

Рис. 3

Результаты оказались несколько неожиданными, так как обнаружилось, что корреляция между плотностями исходной композиции и цементного камня отсутствует. Более того, независимо от вида добавки ПАВ при ее оптимальном, относительно пластифицирующего и стабилизирующего эффектов, содержании плотность цементного камня при фиксированном значении В/Ц-отношения в процессе твердения выходит на одну и ту же величину. В наших опытах: для В/Ц=0,24 – это около 2250 кг/м³ для добавок первой группы и 2280 кг/м³ – для добавок второй группы. На основании этих данных можно предположить, что добавки второй группы в начальный момент времени неравновесно иммобилизуют практически всю воду затворения. Когда удельная поверхность твердой фазы возрастает за счет новообразований, адсорбционные слои ПАВ становятся ненасыщенными, поверхностное натяжение, проявляемое водой, возрастает, что способствует росту капиллярного стяжения всей системы, росту ее плотности. Эти процессы и являются залогом тех высоких прочностей, какие имеют место при введении пластифицирующих добавок второй группы.

Таким образом, на основании результатов, представленных на рис. 3, можно заключить, что конечный эффект относительно достигнутой плотности бетона при применении добавок обеих групп один и тот же. Однако вероятность образования усадочных трещин при применении добавок второй группы выше, так как интервал усадочных деформаций от момента

укладки бетонной смеси в опалубку до периода созревания бетона и набора им расчетной прочности примерно в два раза выше, чем при применении добавок первой группы. Поэтому при применении добавок второй группы, что оправдано некоторыми другими характеристиками бетона, во избежание появления трещин необходимо в построечных условиях обеспечивать длительный влажностный уход за бетоном в конструкциях, особенно в условиях сухого и жаркого лета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ребиндер П.А., Измайлова В.В. Структурообразование в дисперсных системах. – М.: Наука, 1974.
2. Дерягин В.В., Чураев А.В., Овчаренко Ф.Д. и др. Вода в дисперсных системах. – М.: Химия, 1989.
3. Физическая химия / Под ред. Краснова К.С. – 3-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2001.
4. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / Под науч. ред. Л. П. Зайченко. – СПб.: Профессия, 2007.

REFERENCES

1. Rebinder P.A., Izmajlova V.V. Strukturoobrazovanie v dispersnyh sistemah. – M.: Nauka, 1974.
2. Derjagin V.V., Churaev A.V., Ovcharenko F.D. i dr. Voda v dispersnyh sistemah. – M.: Himija, 1989.
3. Fizicheskaja himija / Pod red. Krasnova K.S. – 3-e izd., ispr. – M.: Vysshaja shkola, 2001.
4. Lange K.R. Poverhnostno-aktivnye veshhestva: sintez, svojstva, analiz, primenenie / Pod nauch. red. L.P. Zajchenko. – SPb.: Professija, 2007.

Рекомендована кафедрой технологии строительных материалов, изделий и конструкций. Поступила 01.06.16.

**БУРОНАБИВНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ
ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**PILE FOUNDATIONS
FOR THE CONSTRUCTION
OF TEXTILE ENTERPRISE SHOPPING CENTERS**

*V.V. ЛЕДЕНЕВ, ТЬЮ ТХИ ХОАНГ АНЬ
V.V. LEDENEV, CHU THI HOANG ANH*

(Тамбовский государственный технический университет)
(Tambov State Technical University)
Email: kzis@nnn.tstu.ru, chuhoanganh2607@yahoo.com

Приведены функции влияния для нормальных и касательных контактных напряжений, мгновенных центров вращения, перемещений фундаментов. Даны методы расчета буронабивных фундаментов по двум группам предельных состояний. Рассмотрен характер деформирования грунтового основания.

Results of influence function for normal and tangential contact stresses, instantaneous center of rotation, foundation displacement. Given the methods of calculation of pile foundations, based on two groups of limit states. Consider the character of the deformation of ground.

Ключевые слова: буронабивной фундамент, контактные напряжения, несущая способность, перемещения, предельные состояния.

Keywords: pile foundation, contact stress, bearing capacity, displacement, limited state.

Буронабивные фундаменты изготавливают в условиях строительной площадки. В пробуренные скважины, очищенные от разрыхленного грунта, опускают арматурные каркасы и заполняют методом вертикально поднимаемой трубы литым бетоном. Для защиты скважин от обрушения грунта используют обсадные трубы или тиксотропные растворы (метод "стена в грунте"). В прочных глинистых грунтах при длине фундаментов до 3 м обычно укладку бетона ведут без защиты стенок скважин от обрушения. Буронабивные фундаменты используют для восприятия нагрузок от нескольких тонн до нескольких тысяч тонн (буронабивные сваи). Эффективность их можно повысить устройством уширения и консолей.

На фундаменты в общем случае действует плоская система сил. Ее можно пред-

ставить действием внецентренной наклонной силы P с углом наклона к вертикали δ и эксцентриситетом e . Пусть глубина заложения фундамента h , диаметр $d = 2R$. Относительное заглубление $\lambda = h/d$; относительный эксцентриситет силы $e_0 = e/R$. Перемещения фундамента представим в виде вращения вокруг мгновенных осей с относительными координатами $\bar{x}_c = x_c/R = u/(iR)$; $\bar{z}_c = z_c/h = s/(ih)$.

Закономерности распределения нормальных и касательных контактных напряжений установили на основе анализа экспериментальных данных с тензомоделью $d = 40$ см, $h = 150$ см. Боковая поверхность состояла из восьми элементов, прикрепленных к стальному каркасу, а подошва – из одного элемента. С помощью протариро-

ванных трубок измеряли нормальные и касательные контактные напряжения.

Характер распределения контактных напряжений [3], [4]. Примем аппроксимирующую функцию для нормальных напряжений по боковой поверхности в виде:

$$\sigma_x(z) = az^2 + bz + c,$$

тогда

$$\sigma_x(z) = az^2 - (0,62a + 0,98)z + (-0,09a + 0,43), \quad (1)$$

$$\sigma_x(z)_{\max} = -0,1861a + 0,1262 - 0,2401/a, \quad (2)$$

$$z_c = 0,31 + 0,48/a \pm \sqrt{D}/2a,$$

$$\tau_\alpha(z) = \sigma_x(z) \sin \alpha = [az^2 - (0,62a + 0,98)z - 0,98a + 0,43] \sin \alpha \cos^{2k} \alpha, \quad (4)$$

где α – угол отклонения элементарной площадки от оси x (рис. 1 – эпюры контактных

где $a = -1,06P^{0,723}e_0^{0,71}$; $D = 0,7444a^2 - 0,5048a + 0,9604 \geq 0$ для всех a ; z – вертикальная ось с началом на уровне поверхности.

При линейном законе распределения нормальных напряжений по подошве:

$$\sigma_z(x) = \frac{F}{\pi R^2} \left(1 + \frac{4e_0}{R} \right). \quad (3)$$

Касательные напряжения по боковой поверхности при $z = \text{const}$ представим в виде:

напряжений).

Касательные напряжения по подошве:

$$\tau_{\Pi} = \frac{P \sin \delta - B [ah^3/3 - (0,62a + 0,98)h^2/2 + (-0,98a + 0,43)h]}{\pi R^2}, \quad (5)$$

где $a = -1,06P^{0,723}e_0^{0,71}$ и $B = \frac{(2k-1)(2k-3)(2k-5)x_3 \dots x_3}{2k(2k-2)(2k-4)x_2 \dots x_2} \pi$ ($k=1,2$).

Если трение по боковой поверхности $f = \text{const}$, то:

$$\iint \sigma_z(x) dA = (fP \cos \delta - P \sin \delta) / (f^2 - 1),$$

$$\iint \sigma_x(z) d\Pi = (fP \sin \delta - P \cos \delta) / (f^2 - 1),$$

где A, Π – площади поперечного сечения и боковой поверхности тела фундамента.

Нормальные напряжения по боковой поверхности:

$$\sigma_x(z) = az^2 - (0,62a + 0,98)z + (-0,09a + 0,43), \quad (6)$$

$$\text{где } a = \frac{\left[\frac{(fP \sin \delta - P \cos \delta)}{(f^2 - 1)B} + 0,49h^2 - 0,43h \right]}{(h^3/3 - 0,31h^2 - 0,98h)},$$

h – глубина заложения фундамента.

Нормальные напряжения по подошве:

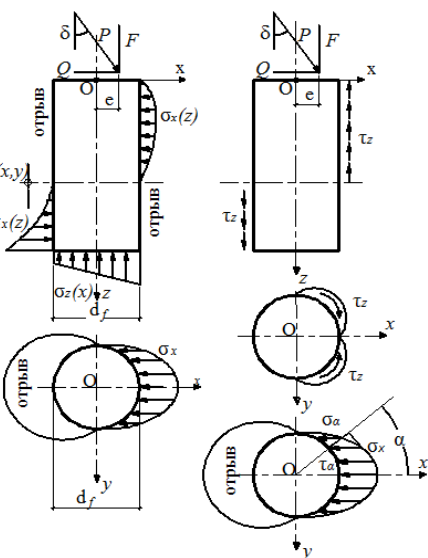


Рис. 1

$$\sigma_z(x) = \sigma_z(0) + \sigma_z(0) \frac{4e_0 x}{R} = \sigma_z(0) \left(1 + 4e_0 \frac{x}{R} \right) / (f^2 - 1) \pi R^2. \quad (7)$$

С учетом трения по боковой поверхности и по подошве касательные напряжения по подошве:

$$\tau_{\pi} = f\sigma_z(x) = \frac{(fP\cos\delta - P\sin\delta)}{(f^2 - 1)\pi R^2} \left(1 + 4e_0 \frac{x}{R}\right). \quad (8)$$

Несущая способность буронабивных фундаментов по грунту основания при произвольном приложении наклонной силы [2].

Пусть силы P_1 и P_2 находятся в плоскости, проходящей через ось фундамента (рис. 2 – эпюры напряжений: а) – общий вид фундамента; б) – продольный разрез; в) – эпюра нормальных напряжений по контуру поперечного сечения для силы P_1 ; г) – плоскости действия сил).

Угол между плоскостями действия сил γ , точки приложения сил $O_1(e_1, \gamma_1, 0)$ и $O_2(e_2, \gamma_2, 0)$. Вводятся следующие допущения:

- нормальные напряжения по подошве фундамента принимаются распределенными по линейному закону;
- трение по боковой поверхности постоянно по глубине;
- закон распределения нормальных напряжений в горизонтальной плоскости является функцией $\cos\alpha$:

$$\sigma_x(\alpha) = \sigma_x(z)\cos^{2k}\alpha; \quad k = 1, 2, 3, \dots, n.$$

$$\sigma_{\alpha\gamma} = (a_1 z^2 - (0,62a_1 + 0,98)z - 0,98a_1 + 0,43)\cos^3\alpha + (a_2 z^2 - (0,62a_2 + 0,98)z - 0,98a_2 + 0,43)\cos^3(\alpha - \gamma), \quad (9)$$

$$\tau_{\alpha\gamma} = (a_1 z^2 - (0,62a_1 + 0,98)z - 0,98a_1 + 0,43)\sin\alpha\cos^2\alpha + (a_2 z^2 - (0,62a_2 + 0,98)z - 0,98a_2 + 0,43)\sin(\alpha - \gamma)\cos^2(\alpha - \gamma), \quad (10)$$

$$\tau_{z\gamma} = f[a_1 z^2 - (0,62a_1 + 0,98)z - 0,98a_1 + 0,43]\cos^2\alpha + f[a_2 z^2 - (0,62a_2 + 0,98)z - 0,98a_2 + 0,43]\cos^2(\alpha - \gamma), \quad (11)$$

$$\sigma_{z\gamma} = \frac{P_1(f\cos\delta_1 - \sin\delta_1)}{(f^2 - 1)\pi R^2} (1 + 4e_1 \cos\alpha) + \frac{P_2(f\cos\delta_2 - \sin\delta_2)}{(f^2 - 1)\pi R^2} (1 + 4e_2 \cos(\alpha - \gamma)), \quad (12)$$

$$\tau_{\pi\gamma} = f \frac{P_1(f\cos\delta_1 - \sin\delta_1)}{(f^2 - 1)\pi R^2} (1 + 4e_1 \cos\alpha) + f \frac{P_2(f\cos\delta_2 - \sin\delta_2)}{(f^2 - 1)\pi R^2} (1 + 4e_2 \cos(\alpha - \gamma)), \quad (13)$$

где $a_i = \left[\frac{-2P_i}{(f^2 - 1)} + 0,49h(h - 0,88) \right] / 0,33h(h^2 - 0,94h - 2,97)$.

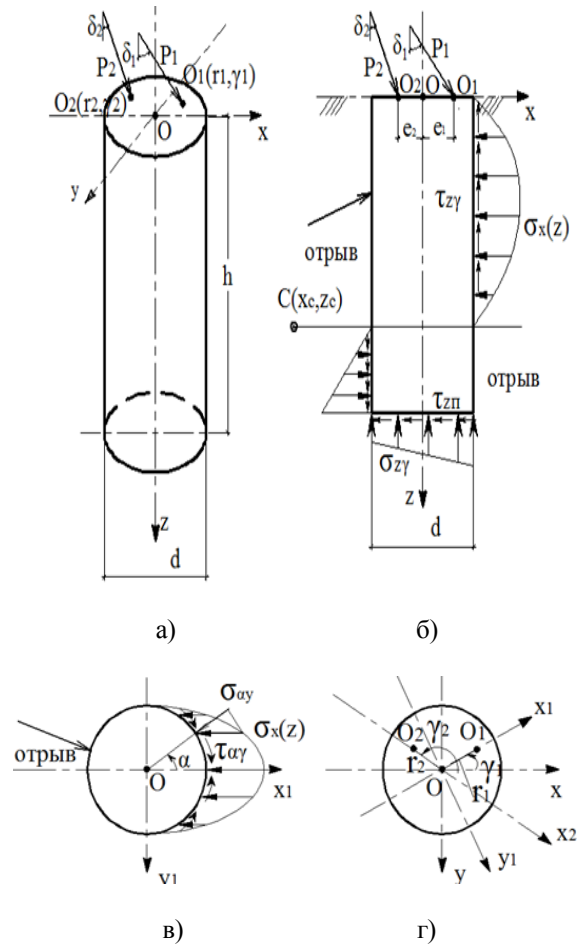


Рис. 2

Напряжения в каждой точке равны сумме от действия каждой силы, то есть

Если сила P_1 не находится ни в одной из плоскостей, проходящих через ось фундамента, то

$$\begin{aligned} P &= P_1(\delta, e), \\ P' &= 2P \sin \delta \sin(\gamma/2); \\ M &= P' e \cos(\gamma/2) = 2P \sin \delta \sin(\gamma/2) e \cos(\gamma/2). \end{aligned}$$

В [4] приведены формулы для определения σ_α , τ_α , σ_z , τ_z , $\tau_{\text{п}}$. Несущую способность фундамента определяем из условия:

$$\sigma_{\alpha \max} \leq R_u; \sigma_{z \max} \leq R_h, \quad (14)$$

где R_u – расчетное горизонтальное сопротивление грунта; $R_u = \xi R_h$, $\xi < 1$; R_h – расчетное вертикальное сопротивление грунта под подошвой по СП 22.13330.2011.

Расчет буронабивных фундаментов с учетом взаимного влияния близко расположенных фундаментов приведен в [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Взаимное влияние близко расположенных фундаментов // Вопросы современной науки и практики. – Тамбов: Университет им. В.И. Вернадского. – 2016, № 2(60). С.61...68.

2. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Несущая способность буронабивных фундаментов при произвольном приложении наклонной силы // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2010, № 1(17). С.46...52.

3. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Расчет несущей способности буронабивных фундаментов // Вестник ТГТУ. – 2007. Том 13, №3. С.802...807.

4. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Расчет буронабивных фундаментов. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2015.

REFERENCES

1. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Vзаимное влияние близко расположенных фундаментов // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. – Tambov: Universitet im. V.I. Vernadskogo. – 2016, № 2(60). S.61...68.

2. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Nesushhaja sposobnost' buronabivnyh fundamentov pri proizvol'nom prilozhenii naklonnoj sily // Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2010, № 1(17). S.46...52.

3. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Raschet nesushhej sposobnosti buronabivnyh fundamentov // Vestnik TGTU. – 2007. Tom 13, №3. S.802...807.

4. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Raschet buronabivnyh fundamentov. Tambov: Izd-vo TGTU, 2015.

Рекомендована кафедрой конструкций зданий и сооружений. Поступила 01.06.16.

УДК 677.022:19.86

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИЗНОСА И СТАРЕНИЯ
ОДНОМЕРНОГО МАТЕРИАЛА
В НЕСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

**SIMULATION MODEL OF WEAR AND AGING
THE SINGLE-DIMENSIONAL MATERIAL
IN UNSTEADY CONDITIONS OF EXTERNAL INFLUENCES**

П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, В.В. МОНАХОВ, Т.А. САМОЙЛОВА, К.В. ОРДОВ
P.A. SEVOSTYANOV, V.V. MONAKHOV, T.A. SAMOYLOVA, K.V. ORDOV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова)
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
(Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov)
E-mail: petrsev46@yandex.ru

В статье рассматривается процесс износа и старения материала. Этот процесс можно представить потоком возникающих в материале дефектов, накопление которых ведет к изменению и потере эксплуатационных свойств материала. Авторами разработана компьютерная модель, которая позволяет оценить влияние различных особенностей износа и старения материала в результате действия дефектов.

The article deals with the process of wear and aging of the material. This process can be represented by a stream arising from defects in material, which leads to the accumulation of change and loss of performance properties of the material. The authors have developed a computer model which allows us to estimate the effect of various features of wear and tear as a result of material defects.

Ключевые слова: одномерный материал, дефект, компьютерная модель, алгоритм моделирования.

Keywords: the single-dimensional material, defect, computer model, simulation algorithm.

Процесс износа и старения материала можно представить потоком возникающих в материале дефектов. Их накопление и расширение области влияния ведет к изме-

нению и потере эксплуатационных свойств материала. Авторами разработана компьютерная модель, имитирующая динамику возникновения и развития дефектов в одно-

мерном материале, например, полимерных волокнах, которые могут рассматриваться как основные причины потери материалом эксплуатационных свойств, его износа и старения. Эта динамика представляет собой вероятностный процесс, подобный ветвящимся процессам гибели – рождения [1], [2]. Для исследования такого рода процесса целесообразно воспользоваться методами статистического моделирования. Примеры таких моделей приведены в [3...6].

Возможности модели могут быть значительно расширены в различных направлениях без существенных изменений в базовом алгоритме, но с добавлением к нему фрагментов, детализирующих процесс появления и развития дефектов. Ниже приведены результаты работы модели, в которой предусмотрены возможности нарушения стационарности в возникновении дефектов. Нарушения могут быть вызваны относительно краткосрочным, более интенсивным воздействием на материал, которое значительно интенсифицирует появление новых дефектов в материале и ускоряет расширение области действия на материал уже существующих дефектов.

В качестве критерия для контроля динамики распространения областей влияния каждого дефекта по длине материала используем распределение $D(x,t)$ числа дефектов, влияющих на малый интервал dx в окрестности координаты x по длине материала L . Для обнаружения нарушений стационарности возникновения и развития дефектов примем также упрощающее предположение, что возникшие дефекты равноценны по степени их влияния на материал. Поэтому можно ограничиться лишь числом дефектов, захватывающих своим влиянием некоторую область длины материала.

Алгоритм моделирования включает следующую последовательность шагов.

1. Задание параметров моделируемого варианта образца: длина образца L , средний интервал времени между появлениями дефектов в стационарном $TsSr$ и нестационарном $TcSr$ режимах эксплуатации образца и др.

2. Задание условий моделирования: моделируемый интервал времени $Tmod$,

моменты начала Ts_1 и окончания Ts_2 нестационарного режима и др.

3. Задание стартовых значений переменным: текущее время моделирования t , число дефектов, границы областей каждого дефекта.

4. Начало основного цикла. Пока t меньше $Tmod$:

- 4.1. Анализ попадания в область стационарного или нестационарного воздействия на образец. В зависимости от результата и времени t задание текущих значений для параметров распределений интервалов времени между появлениями дефектов и скоростей разрастания области влияния каждого дефекта.

- 4.2. Генерация интервала до нового дефекта, его координаты на образце.

- 4.3. Нарастивание счетчика числа дефектов на единицу. Перемещение модельного времени в момент появления нового дефекта.

- 4.4. Генерация значений для скоростей нарастания расширения границ областей по каждому существующему дефекту. Расчет новых границ для всех дефектов и сохранение информации в накопителях.

5. Замыкание основного цикла.

6. Обработка и вывод результатов одного прогона модельного варианта образца.

Программная реализация модели выполнена в виде процедуры системы Matlab. В модели используются условные единицы длины и времени, что обобщает результаты моделирования и позволяет делать выводы, которые будут адекватны многим видам материалов. Примем длину материала равной $L = 1000$ ед., которую дискретизируем с шагом $dx = 1$ ед. Средний интервал времени между моментами появления дефектов в стационарных условиях эксплуатации материала примем равным $TsSr = 10$ ед. Сами интервалы считаем случайными величинами, которые будем моделировать частным случаем гамма-распределения – распределением Эрланга первого порядка. Моделирование динамики накопления дефектов выполнялось на интервале $0 < T < Tmod = 200$ ед., то есть в стационарных условиях по длине образца должно возникнуть в среднем 20 дефектов. Для модели-

рования нарушений стационарности будем считать, что на интервале $T_{S1} = 90 < T < T_{S2} = 100$ ед. происходит интенсивное воздействие на образец со средним интервалом между моментами появления дефектов $T_{cSr} = 2$ ед., то есть на этом интервале времени процесс возникновения дефектов интенсифицируется в пять раз.

На рис. 1 (износ и старение материала при стационарных условиях возникновения дефектов) и рис. 2 (износ и старение материала при нестационарных условиях воз-

никновения дефектов) маркерами отмечены моменты и координаты возникших в образце материала дефектов, а линиями показаны границы областей, на которые распространяется действие этих дефектов. Левый график рисунка соответствует стационарным условиям возникновения дефектов, правый график – нестационарным условиям. Их сравнение показывает интенсификацию процессов износа и старения образца после кратковременного интенсивного воздействия на него.

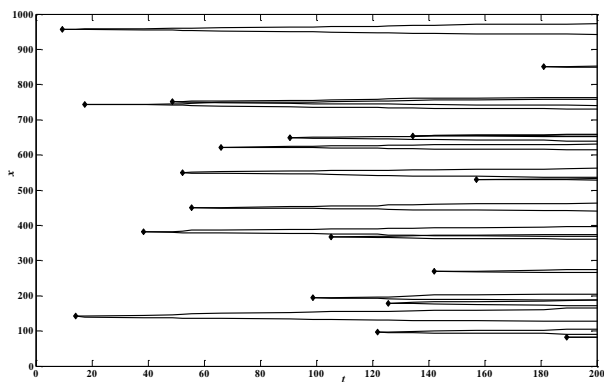


Рис. 1

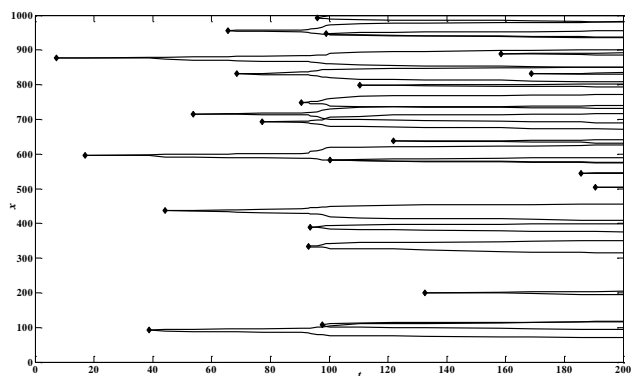


Рис. 2

Рис. 3 и 4 показывают распределение числа дефектов, воздействующих на различные участки по длине образца. Поскольку интервалы времени между момен-

тами возникновения дефектов – случайные величины, то более удобно строить распределения $D(x,t)$ в зависимости от числа n уже возникших в образце дефектов.

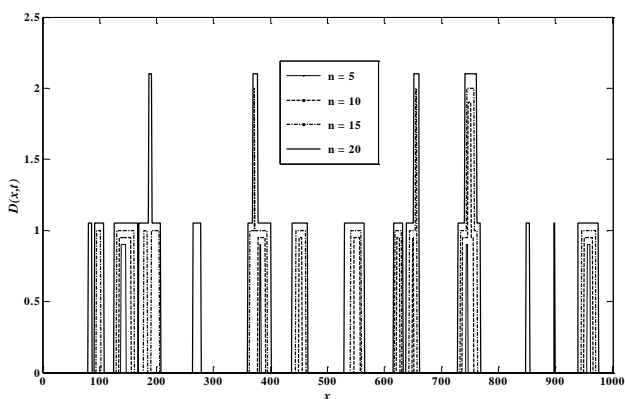


Рис. 3

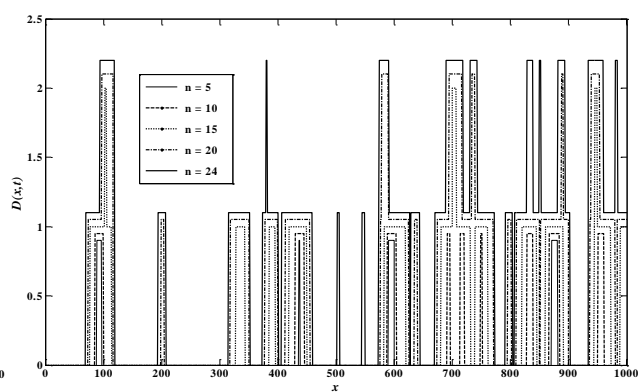


Рис. 4

Видно, что за моделируемый интервал времени 200 ед. общее число дефектов, возникших в образце, равно 20 при стационарных условиях эксплуатации и 24 при наличии локального по времени интенсивного воздействия на материал. При этом свое

влияние одновременно на одну и ту же область образца распространяют не более двух дефектов и в стационарном, и в нестационарном вариантах воздействия. Однако во втором случае общая область длины об-

ластей воздействия заметно превосходит эту длину для стационарного случая.

ВЫВОДЫ

Построенная модель позволяет не только оценить на качественном уровне влияние различных особенностей износа и старения материалов в результате действия дефектов, но и найти количественные оценки влияния различных факторов на эти процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. – М.: Советское радио, 1977.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972.
3. Севостьянов П.А., Забродин Д.А. Моделирование изменения функциональности специальных тканей с использованием теории надежности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №8. С.96...99.
4. Севостьянов П.А., Забродин Д.А. Моделирование потери свойств текстильных материалов как задача теории надежности // Химические волокна. – 2009, №2. С.102...104.
5. Севостьянов П.А., Забродин Д.А. Модель потери функциональности технических материалов при их износе // ЭНИ "Технологии 21 века в легкой промышленности". – 2011, №5.

6. Самойлова Т.А., Севостьянов П.А., Забродин Д.А., Савельев С.Г. Статистические аспекты моделирования рыхления клочков хлопка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 147...150.

REFERENCES

1. Tihonov V.I., Mironov M.A. Markovskie processy. – M.: Sovetskoe radio, 1977.
2. Ventcel' E.S. Issledovanie operacij. – M.: Sovetskoe radio, 1972.
3. Sevost'janov P.A., Zabrodin D.A. Modelirovanie izmenenija funkcional'nosti special'nyh tkanej s ispol'zovaniem teorii nadezhnosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №8. S.96...99.
4. Sevost'janov P.A., Zabrodin D.A. Modelirovanie poteri svojstv tekstil'nyh materialov kak zadacha teorii nadezhnosti // Himicheskie volokna. – 2009, №2. S.102...104.
5. Sevost'janov P.A., Zabrodin D.A. Model' poteri funkcional'nosti tehniceskix materialov pri ih iznose // JeNI "Tehnologii 21 veka v legkoj promyshlennosti". – 2011, №5.
6. Samojlova T.A., Sevost'janov P.A., Zabrodin D.A., Savel'ev S.G. Statisticheskie aspekty modelirovaniya ryhlenija klochkov hloпка // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №1. S.147...150.

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 13.04.16.

УДК 624.05

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИЗ МЕЛКОШТУЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

THE TECHNOLOGICAL FEATURES OF APPLICATION OF THE AUTOMATED ROBOTIC SYSTEMS FOR CONSTRUCTING BUILDINGS FROM SMALL SIZED MATERIALS

Н.В. ФЕДОРОВА, А.В. МАЛАХОВ, Д.В. ШУТИН
N.V. FEDOROVA, A.V. MALAKHOV, D.V. SHUTIN

**(Юго-Западный государственный университет,
Приокский государственный университет)
(Southwest State University,
Oka State University)**

E-mail: klynavit@yandex.ru; 4ega@inbox.ru; rover.ru@gmail.com

Перспективные мобильные робототехнические комплексы для возведения объектов из мелкоштучных материалов позволяют добиться увеличе-

ния технико-экономических параметров строительства. Применение таких комплексов по сравнению с традиционными строительными методами обуславливает наличие некоторых технологических особенностей, которые рассматриваются в настоящей работе. К их числу относятся вопросы транспортировки строительных материалов от места складирования к месту устройства кладки, контроля геометрических параметров возводимых объектов, вопросы оборудования строительных площадок, а также манипулирования исполнительным элементом самого комплекса на отдельных участках формируемых конструкций.

The perspective mobile robotic systems for constructing buildings from small sized materials allow to improve the technical and economical features of the building process. Application of such systems causes the presence of certain technological features comparing to the traditional building process. These features are considered in the present paper. These include: the aspects of transporting construction materials from a storage place to a place of masonry formation; controlling of geometrical parameters of the buildings being constructed; the aspects of a building site planning and organization; manipulating by the robotic system as an instrument at some parts of the buildings being constructed.

Ключевые слова: строительство объектов из мелкоштучных материалов, робототехнические комплексы, автоматизация строительства, технология строительства.

Keywords: constructing buildings from small sized materials, robotic systems, building automation, building technology.

В настоящее время технологические процессы в строительстве характеризуются невысокой степенью автоматизации. Это отчасти объясняется тем, что строительные процессы включают в себя множество нестандартных этапов, в ходе которых требуется принятие решений человеком. Помимо этого суть многих технологических процессов заключается в позиционировании и образовании механических связей между различными конструктивными элементами. Номенклатура таких элементов весьма широка, а в совокупности с жесткими требованиями по их позиционированию в составе общей строительной конструкции данные факторы также затрудняют применение автоматических систем.

Вместе с тем, технологические процессы в строительстве в целом характеризуются высокой трудоемкостью и широким использованием ручного труда. Последний имеет существенные ограничения по производительности. Качество получаемых при этом результатов также ограничивается

квалификацией рабочих кадров. В таких условиях актуальной задачей является изыскание способов автоматизации отдельных технологических операций, создание соответствующих технологических комплексов и их внедрение в общий набор стандартно применяемых приемов и технологий строительства.

Одной из технологических операций, которая наиболее просто поддается автоматизации – возведение объектов из мелкоштучных материалов. Соответствующий технологический процесс имеет ряд характерных черт, способствующих проведению изысканий по его автоматизации:

- простота и повторяемость выполняемых операций. Это позволяет при помощи достаточно простых в конструктивном и функциональном отношении технических средств реализовывать выполнение таких операций в автоматическом режиме;
- простота формы и единообразие объектов манипулирования. Мелкоштучные материалы отличаются, как правило, нали-

чием простых геометрических форм и еди-нообразием для всего множества объектов, что также упрощает процесс манипулирования ими при помощи технических средств в автоматическом режиме в процессе возведения строительного объекта;

- монотонность выполняемых операций.

В таких условиях внедрение автоматизированных комплексов позволяет избежать утомляемости человека при длительном выполнении таких операций, что может приводить к снижению качества получаемых конструкций.

Указанные факторы способствуют тому, что автоматизированные и автоматические технические комплексы для возведения объектов из мелкоштучных материалов создаются и представляются на рынке. Аналитический обзор таких комплексов и их классификация приведены в [1]. В представленной работе обосновывается актуальность разработки гибкого и мобильного робототехнического комплекса, решающего рассматриваемый класс задач, и формулируются основные требования к нему. Данный подход к построению автоматизированного робототехнического комплекса дает ряд преимуществ как перед применением ручного труда, так и перед существующими решениями стационарного типа. При разработке рассматриваемого комплекса необходимо учитывать, что особенности его конструкции, особенности алгоритмов работы и способов эксплуатации определяются отдельными технологическими операциями возведения строительных объектов. Далее будут рассмотрены наиболее существенные технологические операции и показано их влияние на указанные факторы.

I. Транспортирование строительных материалов от места складирования к месту устройства кладки. Ввиду того, что рассматриваемый тип робототехнических комплексов характеризуется мобильностью, то есть робот совершает самостоятельное перемещение по конструкциям возводимого объекта, актуальным является вопрос доставки строительных материалов от места их централизованного складирования на строительной площадке к месту монтажа

конструкции. В общем случае к таким материалам относятся как сами мелкоштучные элементы (кирпич, блоки и т.п.), так и связующее вещество.

Существующие решения можно разделить на два общих случая. В первом материал (элементы и связующее вещество) загружаются непосредственно в комплекс, где конструктивно предусмотрены бункеры для каждого компонента. Примеры таких комплексов приведены в [2]. Однако такая конструкция обладает рядом недостатков. Во-первых, большая масса материалов вынуждает разрабатывать сложные и тяжелые конструктивные решения робототехнического комплекса, что, в свою очередь, ведет к ограничению области его применения, поскольку комплекс закреплен к нижележащим конструкциям, создавая на них повышенную нагрузку, что может привести к деформациям конструкций. Во-вторых, порционная загрузка материала ограничивает продолжительность работы комплекса объемом материала.

Другим вариантом транспортирования материала является его подача к комплексу с помощью дополнительного оборудования (конвейеров, насосов), что рассмотрено, например, в [3], [4]. Реализация такого решения позволяет сделать конструкцию комплекса более легкой и обеспечить практически непрерывную работу на протяжении всего текущего этапа возведения конструкции. В то же время грамотная организация участка строительства и разработка качественного стройгенплана позволит разместить дополнительное оборудования без создания помех для параллельных технологических процессов. Из сказанного вытекают отдельные требования и аспекты организации строительной площадки, на которой осуществляется функционирование робототехнического комплекса.

Рабочее место звена рабочих включает в себя: участок возводимой конструкции; пространство для непосредственного размещения каменщиков; необходимые материалы, инструмент и приспособления.

Согласно практическим выкладкам ширина рабочего места приблизительно равна 2,5 метрам, в том числе:

- рабочая зона – шириной 0,6...0,7 м между стеной и материалами;
- зона складирования материалов – полоса шириной 1,0...1,6 м для размещения поддонов с кирпичом и ящиков с раствором;
- транспортная зона при подаче материалов краном – 0,6...0,75 м, может достигать до 1,25 м для передвижения рабочих, занятых доставкой и размещением материалов в пределах рабочей зоны [5].

Число поддонов с кирпичом и ящиков с раствором и их чередование зависят от толщины возводимой стены, наличия проемов на данном участке кладки, сложности архитектурного решения. По длине расстояние между поддонами принимают 0,25...0,4 м. По краям от поддонов размещают ящики с раствором, среднее расстояние между ними в пределах 2,0...2,5 м. Таким образом, длина рабочего места может достигать 4 м (при размещении 4 поддонов с материалом) [6], а площадь рабочего места при выполнении кладки может достигать 10...15 м², что является значительной величиной для строительного процесса, особенно при реконструкции зданий и сооружений в условиях стесненной городской застройки (рис. 1 – организация строительной площадки при возведении конструкции из мелкоштучного материала).

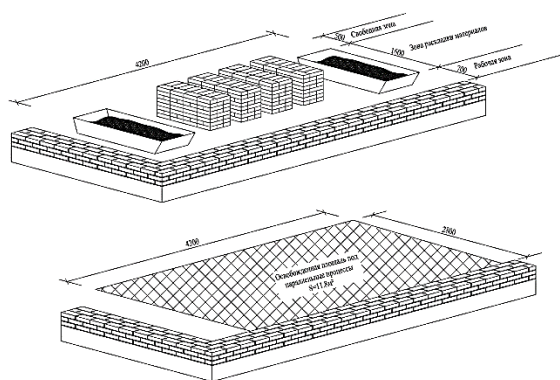


Рис. 1

Использование гибких робототехнических комплексов позволит изменить организацию рабочего места, так как сам комплекс располагается непосредственно в

плоскости кладки, не превосходя ее габаритов, соответственно отсутствует необходимость в рабочей зоне. Освобожденное таким образом пространство можно использовать для выполнения других технологических процессов на площадке (параллельных), что приводит к сокращению времени возведения объекта.

II. К возводимой кладке предъявляются достаточно жесткие требования к точности геометрических параметров исходя из условий прочности, устойчивости и безопасности формируемой конструкции [7]. Для этого в процессе возведения конструкции используются различные приспособления, обеспечивающие достаточную степень точности взаимного позиционирования совмещаемых элементов. Так, в практике строительства конструкций из мелкоштучных материалов распространено использование уровней, отвесов, угольников, шнуров-причалок. Выполнение работ с применением этих приспособлений повышает точность результатов, но замедляет процесс монтажа. В то же время использование автоматизированных робототехнических комплексов позволяет отказаться от использования данных приспособлений. Это обеспечивается за счет наличия в составе комплекса современных электронных средств измерения ориентации в пространстве, таких как высокоточные многоосевые гироскопы, акселерометры и построенные на их основе электронные уровни. Кроме того, в состав современного робототехнического комплекса могут быть включены средства оптического распознавания параметров окружающей среды (системы технического зрения), используемые как для контроля параметров процесса непосредственной укладки материала, так и для контроля качества формируемой конструкции. Все вышеперечисленное позволяет робототехническому комплексу выполнять все измерения автоматически, без внешнего содействия, нивелировать погрешности в процессе возведения кладки, в том числе избегать типичных ошибок точности, характерных для случаев использования ручного труда, особенно при недостаточной квалификации рабочей силы. При этом не

происходит дополнительных затрат времени на установку и применение соответствующих традиционных приспособлений.

III. Процесс возведения строительных объектов непосредственно сопряжен с реализацией мероприятий, обеспечивающих нормы и требования безопасности труда. Таким образом, данные нормы во многом определяют саму номенклатуру и последовательность строительных операций. Так, при возведении конструкций, высота которых превышает 1,2 м от уровня низа кладки, необходимо использование лесов и подмостей [8]. При работе робототехнических комплексов в ходе возведения кладки из мелкоштучных материалов возможен отказ от использования лесов и подмостей, так как комплекс работает, опираясь на уже смонтированные конструкции. В целях обеспечения безопасности находящихся на строительном объекте (во избежание несчастных случаев, вызванных падением с высоты отдельных элементов или всей конструкции комплекса) возможно ограждение зоны, непосредственно прилегающей к стеновым элементам, на которых в данный момент функционирует комплекс. Такой подход эффективен с точки зрения технологии возведения, поскольку нет необходимости монтировать, демонтировать, перемещать конструкции лесов, подмостей. При этом также появляется дополнительное место под параллельные технологические процессы.

IV. В ходе выполнения работ по возведению кладки, помимо линейных участков, в подавляющем большинстве случаев необходимо выполнять устройство углов и примыканий стен, что представляет определенную сложность для реализации при помощи автоматических робототехнических комплексов [9]. Кроме того, в таких случаях нередко используются специфические приемы строительства, не встречающиеся в процессе выполнения линейных участков конструкции из мелкоштучных материалов, в частности, использование дробных частей элементов для выполнения перевязок различных видов. Особенностью же работы робототехнического комплекса как

автоматической системы является предпочтительность единообразия объектов механической манипуляции, в рассматриваемом случае – отдельных элементов мелкоштучных материалов. Использование же дробных частей последних приведет к необходимости работы с различными типами объектов и, как следствие, к значительному усложнению конструкции и алгоритмов работы исполнительного устройства.

Исходя из заданных условий, для применения робототехнических комплексов выбор типа кладки осуществляется таким образом, чтобы избежать использования дробных частей мелкоштучных элементов, вне зависимости от толщины конструкции. Несмотря на некоторое ограничение, которое данное условие накладывает на разнообразие выполняемых типов кладок, оно позволяет упростить конструкцию, алгоритмы работы комплекса и избежать снижения производительности комплекса, которое может повлечь за собой применение манипуляторных устройств со многими степенями свободы. На рис. 2 (возможные варианты выполнения углов кладки различной толщины из мелкоштучных материалов с помощью робототехнического комплекса) приведены возможные схемы выполнения автоматизированным комплексом углов кладки стен различной толщины.

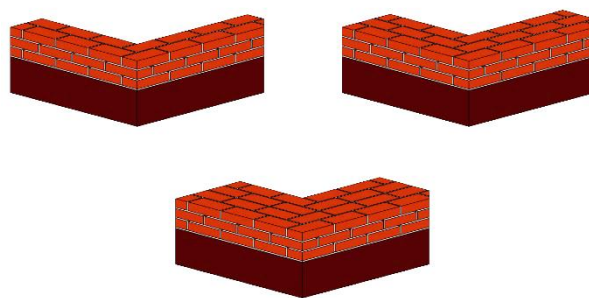


Рис. 2

V. Во многих случаях в массиве кладки из мелкоштучных материалов необходимо создавать проемы различной конфигурации, таких как оконные и дверные. Наличие таких проемов может оказывать существенное влияние на способы применения автоматизированных робототехнических ком-

плексов. Поскольку комплекс закреплен на смонтированных ниже места осуществления кладки конструкциях, то для работы в области проемов необходимы специальные подходы для обеспечения его надежного закрепления.

Таким образом, наличие таких конструктивных элементов, как проемы различных типов и конфигураций, задает отдельные конструктивные черты рассматриваемых комплексов, которые должны быть способны реализовывать такие строительные приемы в автоматическом режиме. Также наличие проемов может являться ограничивающим фактором для применения робототехнических комплексов рассматриваемого типа. При этом в отношении проемов существенную роль играют геометрические размеры таких элементов и их соотношение с параметрами самих робототехнических комплексов. Если в возводимом объекте имеются проемы, превышающие максимальные размеры, предусмотренные конструкцией комплекса, это может приводить к необходимости совершения дополнительных технологических строительных операций.

Так, в случае наличия единичных элементов такого типа возможна установка вручную дополнительных несущих элементов, необходимых для перемещения через препятствие-проем, и выигрыш в производительности за счет применения робототехнического комплекса может теряться из-за необходимости трудозатрат на периодическое возведение и демонтаж таких элементов. В случае множественного расположения проемов, габариты которых превосходят максимально допустимые для комплекса, вопрос может решаться либо перемещением комплекса на каждый из сплошных участков строения, либо применением ручного труда. Таким образом, целесообразность и режимы работы комплекса определяются не только прямолинейностью участка, но и расстоянием между проемами.

Еще одним ограничивающим фактором в работе комплекса может стать устройство перекрытия, поскольку при выполнении кладки, которая имеет поэтажное опирание

(жилые, общественные здания), комплекс необходимо временно демонтировать с возводимой конструкцией для устройства перекрытия, а затем снова производить его монтаж для продолжения работ по возведению стен.

ВЫВОДЫ

Таким образом, технологические особенности как самих строительных процессов, так и организации строительного процесса оказывают существенное влияние на различные вопросы применения автоматизированных робототехнических комплексов для возведения объектов из мелкоштучных материалов. Данные особенности необходимо учитывать уже при конструктивной компоновке мобильных робототехнических комплексов, чтобы в комплексе учитывать особенности реализации строительных процессов в автоматизированном режиме. При этом очевидно, что специфика отдельных технологических процессов обуславливает невозможность полного исключения ручного труда в ходе возведения зданий и сооружений из мелкоштучных материалов. Минимизация доли ручного труда при этом возможна при повышении функциональности комплекса, что ведет к его существенному удорожанию и ограничениям к применению по типам возводимых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шутин Д.В., Малахов А.В.* Робототехнические комплексы для возведения объектов из мелкоштучных материалов // Молодой ученый. – 2015, №11 (91). С. 474...477.
2. Оборудование для автоматизированной кладки кирпичных стен МКСК [Электронный ресурс]. — URL: [http:// a-v-a.ru / index. php / real-projects / story / kamen](http://a-v-a.ru/index.php/real-projects/story/kamen).
3. Патент США US2009038258 (A1). Automated Brick Laying System for Constructing a Building From a Plurality of Bricks / Pivac M.J., Wood M.B. – 2009.
4. Патент США US2015082740 (A1). Brick Laying System / Lawrence P.S., Nathan P., Charles C.T. – 2015.
5. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Липидус А.А.* Технология строительных процессов. – М.: Высшая школа, 2005.
6. *Пиотрович А.А., Полоз В.Н.* Каменные работы. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008.

7. Вахненко П.Ф. Каменные и рамокаменные конструкции. – Киев : Изд-во Будивельник, 1978.

8. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений. – М.: Высшая школа, 2004.

9. Целищев О.В., Мунасыпов Р.А. Автоматизация процесса кирпичной кладки // Современные наукоемкие технологии. – 2014, № 1. С. 56...61.

10. Емельянов С.Г., Булгаков А.Г., Червяков Л.М. и др. Роботизация и автоматизация строительных работ. – Курск, 2014.

REFERENCES

1. Shutin D.V., Malahov A.V. Robototekhnicheskie komplekсы dlja vozvedeniya ob'ektov iz melkoshchnyh materialov // Molodoj uchenyj. – 2015, №11 (91). S. 474...477.

2. Oborudovanie dlja avtomatizirovannoj kladki kirpichnyh sten MKSK [Jelektronnyj resurs]. — URL: <http://a-v-a.ru/index.php/realprojects/story/kamen>.

3. Patent SShA US2009038258 (A1). Automated Brick Laying System for Constructing a Building From a Plurality of Bricks / Pivac M.J., Wood M.B. – 2009.

4. Patent SShA US2015082740 (A1). Brick Laying System / Lawrence P.S., Nathan P., Charles C.T. – 2015.

5. Telichenko V.I., Terent'ev O.M., Lapidus A.A. Tehnologija stroitel'nyh processov. – M.: Vysshaja shkola, 2005.

6. Piotrovich A.A., Poloz V.N. Kamennye raboty. – Habarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2008.

7. Vahnenko P.F. Kamennye i ramokamennye konstrukcii. – Kiev : Izd-vo Budivel'nik, 1978.

8. Telichenko V.I., Terent'ev O.M., Lapidus A.A. Tehnologija vozvedeniya zdaniy i sooruzhenij. – M.: Vysshaja shkola, 2004.

9. Celishhev O.V., Munasyrov R.A. Avtomatizacija processa kirpichnoj kladki // Sovremennye naukoemkie tehnologii. – 2014, № 1. S. 56...61.

10. Emel'janov S.G., Bulgakov A.G., Chervjakov L.M. i dr. Robotizacija i avtomatizacija stroitel'nyh rabot. – Kursk, 2014.

Рекомендована кафедрой промышленного и гражданского строительства. Поступила 04.03.16.

УДК 338.4 (338.001.36)

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТОИМОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В НЕСТАБИЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ – СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

FACTORS, INFLUENCING FOR VALUATION OF THE TEXTILE BUSINESS IN UNSTABLE ECONOMIC CONDITIONS – STRUCTURE AND INFORMATION SUPPORT

С.А. КОЛОДЯЖНЫЙ, В.М. КРУГЛЯКОВА
S.A. KOLODYAZHY, V.M. KRUGLYAKOVA

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет)
(Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vinikat@mail.ru

Проанализированы структура и основные тенденции отрасли текстильного производства в контексте текущей экономической ситуации. Представлены основные группы внешних и локальных факторов, влияющих на стоимость предприятий отрасли с учетом базовых теоретических положений оценки бизнес-активов. Предложена интерпретация критериев оценки состояния предприятий отрасли. Сформулирован подход к формированию информационного обеспечения оценки стоимости бизнес-активов в текстильном производстве.

The structure and the main trends of textile manufacture in the context of the current economic situation were analyzed. The main external and local factors in-

fluencing the cost of enterprises in the textile industry with account for basic theoretical provisions of business asset evaluation were presented. An approach to ensuring information support for textile manufacture business asset price evaluation was formulated.

Ключевые слова: предприятие, бизнес-активы, факторы, информационное обеспечение, легкая промышленность, текстильное производство.

Keywords: enterprise, business asset, factors, communication, consumer goods industry, textile manufacture.

Оценка стоимости предприятия (бизнеса) является одним из важных этапов процесса управления активами в современной российской экономике. Сложные социально-экономические условия, в которых вынуждены осуществлять свою деятельность российские предприятия, а также постоянное движение капитала, трансформирующееся в различные активы, ориентированные на "короткие" инвестиции, не позволяют сформировать устойчивый рынок производственных активов. Высокая внешняя сырьевая и технико-технологическая зависимость отдельных отраслей, нестабильный курс валют, падение покупательского спроса населения на фоне сложной внешнеполитической ситуации негативно отражаются на состоянии предприятий обрабатывающей промышленности, включая текстильное производство. Снижение экономической активности в промышленном секторе приводит к изменению структуры сделок на корпоративном рынке.

В связи с этим особое значение приобретает решение задачи информационного обеспечения процесса оценки, а также определения структуры и состава основных факторов, влияющих на стоимость отраслевого бизнеса. Авторы представляют результаты исследования, посвященного данной проблематике, в контексте особенностей развития текстильной промышленности.

Формализация задачи оценки бизнеса начинается с этапа идентификации объекта оценки. При определении стоимости бизнеса в качестве объекта оценки могут быть установлены следующие активы (далее "бизнес-активы").

1. Пакет акций публичного акционерного общества.

2. Доля участника или пакет акций непубличных обществ.

3. Имущественный комплекс предприятия как совокупность движимого и недвижимого имущества, а также имущественных прав.

4. Часть имущественного комплекса (бизнес-линия), объединяющая технологически взаимосвязанную группу капитальных и некапитальных активов и прав [2], [5].

Область применения результатов оценки регламентируется нормативными актами в сфере оценочной деятельности акционерных обществ, обществ с ограниченной ответственностью, несостоятельности (банкротства) и других. С учетом требований нормативных актов РФ, а также общепринятой практики оценки бизнеса, в общем случае определение стоимости бизнеса может проводиться для следующих целей.

1. Купли-продажи (прямой и "аукционной" с учетом особенностей процедур продажи государственного и муниципального имущества, а также процедур несостоятельности и исполнительного производства).

2. Предоставления обеспечения обязательств при получении кредита.

3. Вступления в права наследования, мены, дарения.

4. Передачи имущества и имущественных прав в качестве вклада (оплаты уставного капитала общества) или выкупа акций при их дополнительном размещении.

5. Определения справедливой стоимости активов в соответствии с Международными стандартами финансовой отчетности.

6. Принудительного выкупа акций или долей при перераспределении владельцев управляющих пакетов и долей.

7. Участия в инвестиционных контрактах.

8. Контроля за уплатой налогов в результате заключения сделок.

9. Проведения оценочных экспертиз в рамках судопроизводства в конфликтных ситуациях [2].

В условиях развивающегося рынка бизнес - активов, являющегося неотъемлемой составляющей экономического роста страны, в структуре операций с активами преобладают частные инвестиционные сделки. Высокой активностью характеризуется фондовый рынок акций, значительные объемы сделок осуществляются на рынке слияний и поглощений компаний, регистрируются новые хозяйствующие субъекты (создаются публичные и непубличные компании). Одновременно с ростом объемов кредитования в качестве залогового обеспечения займов привлекаются не только имущественные комплексы, но и пакеты акций и доли участников. Заключаются долгосрочные инвестиционные контракты, в том числе с применением инструмента государственно-частного партнерства. К участию в реализации различных проектов активно привлекается иностранный капитал [7], [8].

Напротив, в сложных экономических условиях, сопровождающихся дефицитом ликвидности, частная и государственная инвестиционная активность имеют ярко выраженную отрицательную динамику [6]. Объемы сделок и цены на фондовом рынке нестабильны и характеризуются низким уровнем достоверности прогнозов. Рынок слияний и поглощений ограничивается сделками, осуществляемыми с целью реструктуризации задолженности предприятий, имеющих сложное финансовое положение. Ужесточается налоговый контроль

за сделками, отмечается рост процедур несостоятельности, возрастает число судебных споров, связанных с взысканием просроченной задолженности в результате нарушения договорных обязательств перед поставщиками и заказчиками, а также перед кредитными организациями.

Таким образом, социально-экономические изменения в стране оказывают значительное влияние на структуру и содержание рынка бизнес-активов, а также на характеристики ценообразующих факторов и содержание информационного обеспечения процесса определения их стоимости. Учитывая прикладной характер проведенного авторами исследования, рассмотрим структуру отрасли текстильного производства.

В соответствии с результатами анализа текущего состояния и перспектив развития легкой промышленности в России, представленными Национальным исследовательским университетом "Высшая школа экономики", по состоянию на 2014 год легкая промышленность объединяла 14 отраслей, 29 тысяч предприятий, 49 тысяч индивидуальных предпринимателей, более 360 тысяч работников. При этом в структуре объемов производства преобладала продукция текстильной промышленности. Основные направления производственно-хозяйственной деятельности объединены в следующие группы.

1. Текстильное производство (47% от общего объема выпуска продукции).

2. Швейное производство (30% объема выпуска).

3. Кожевенная, меховая и обувная промышленность (23% объема выпуска) [10].

Данные об основных видах продукции предприятий легкой промышленности по направлениям представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Текстильное производство	Швейное производство	Кожевенная, меховая и обувная промышленность
Натуральная шерсть Ткани Крученые изделия и шпагат Трикотажные и чулочно-носочные изделия Нетканые материалы Ковры и ковровые изделия	Швейные изделия, аксессуары одежды Одежда и головные изделия из меха Одежда и головные уборы из кожи Одежда для отдыха и спорта Спецодежда	Дубление и отделка кожи Производство товаров и изделий из кожи Производство обуви (кожаной, текстильной, резиновой, валяной)

Период с 2002 по 2012 гг. характеризовался постепенным восстановлением текстильной промышленности и формированием внутреннего рынка отечественной продукции. Однако общее ухудшение экономической ситуации, сопровождавшееся резким изменением курса валют, санкциями, направленными на экономическую блокаду РФ (в том числе по поставкам современных технологий и технологического оборудования), а также последовавший за ними кризис потребления, привели к резкому снижению объемов производства продукции отрасли. Среднее ежемесячное падение производства в отрасли в 2014-2015 гг. составляло до 20%. Также наблюдается сокращение экспорта и импорта продукции практически по всем группам поставляемых товаров. Поддержку экспорта продукции отрасли обеспечивало участие России в Таможенном союзе – основные поставки недорогой продукции осуществлялись в Казахстан, Белоруссию и Армению. Однако в 2015 г. объемы экспорта в эти страны также продемонстрировали отрицательную динамику. Это привело к приостановке деятельности ряда предприятий и введению на некоторых из них процедур отраслевых банкротств.

Экономический кризис неоднозначно отразился на отечественном текстильном производстве – с одной стороны, значи-

тельно сократился объем импорта тканой и трикотажной одежды иностранных брендов (в том числе в среднем и дорогом сегментах), с другой стороны, в рамках реализации мероприятий по импортозамещению освободившиеся ниши постепенно заполняются отечественными производителями. Учитывая разницу в курсах валют, себестоимость производства внутри страны оказывается более экономичной по сравнению с вариантами изготовления продукции в Китае или Турции. К концу 2015 г. одна треть от общего числа крупных и средних предприятий легкой промышленности (около 34%) работает на рынки стран СНГ и немногим более 15% – на рынки дальнего зарубежья [1], [4], [10], [11].

В итоге основным препятствием для активного развития внутреннего рынка текстиля является низкий уровень потребительского спроса.

В связи с поставленной задачей обоснования факторов, влияющих на стоимость бизнеса в сфере текстильного производства, был проведен анализ структуры предприятий по производству текстильной продукции с учетом организационно-правовой формы бизнеса. По результатам проведенного исследования были выявлены следующие данные о структуре капитала участников рынка текстильного производства, представленные в табл. 2 [3].

Т а б л и ц а 2

Организационно-правовая форма, принадлежность капитала	Доля участников рынка, % от общей численности
Российские собственники, всего	96,6
Иностранные собственники, всего	3,4
Общее число текстильных предприятий, в том числе	100,0
Публичные акционерные общества	30,0
Непубличные акционерные общества	18,0
Общества с ограниченной ответственностью	41,0
Государственные и муниципальные унитарные предприятия	1,0
Индивидуальные предприниматели	10,0

Территориальное расположение текстильных предприятий по федеральным

округам РФ к началу 2015 г. распределяется в пропорциях, представленных в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Наименование федерального округа	Доля участников рынка, % от общей численности
Центральный	52,0
Северо-Западный	8
Южный	5
Северо-Кавказский	2
Приволжский	21
Уральский	3
Сибирский	8
Дальневосточный	1
Всего	100%

Таким образом, основной объем текстильного производства сосредоточен в Центральном и Приволжском федеральных округах, на долю которых приходится около 73% от общего объема выпускаемой продукции.

В процессе исследования был проведен анализ основных ценообразующих факторов с учетом положений теории оценки

бизнеса, согласно которой различают два уровня ценообразующих факторов (факторов, влияющих на стоимость бизнес-активов): общие (внешние) и локальные (касающиеся индивидуальных характеристик оцениваемого бизнеса) [2]. Содержание общих факторов, влияющих на стоимость бизнеса в текстильной промышленности, представлено в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Группа факторов	Общие характеристики	Характеристики отрасли в текущей социально-экономической и политической ситуации
Политические	Законодательство о предпринимательской деятельности, публичных и непубличных обществах	Законодательство, определяющее специальные отраслевые нормы, отсутствует
	Налоговое законодательство	Специальный налоговый режим не предусмотрен
	Таможенное законодательство	Импорт сырья и готовой продукции не имеет гибкого таможенного регулирования. Меры по пресечению ввоза контрафактной продукции имеют низкую эффективность
	Целевые госпрограммы	По отрасли активно не реализуются
	Внешнеполитическая ситуация	Наличие санкций негативно отражается на торговых отношениях с зарубежными партнерами, ухудшая состояние предприятий отрасли
	Контроль в сфере банковской деятельности	Отрасль активно кредитруется в банковской системе, однако значительная часть задолженности является просроченной
Экономические	Уровень жизни населения	Снижение платежеспособного спроса приводит к снижению объемов производства и реализации продукции текстильного производства
	Емкость отраслевого сегмента рынка	Товарные группы характеризуются разнонаправленной динамикой
	Уровень инвестиционной привлекательности	Низкий
	Биржевая отраслевая активность	Компании текстильной промышленности не представлены в постоянном биржевом листинге
	Волатильность курса валют	Негативно отражается на импорте сырья и материалов, создает нестабильность закупочных цен и себестоимости
	Модернизация производств, инновации	Отрасль характеризуется значительным физическим и моральным старением основных средств. Инновационная активность крайне низкая
	Диверсификация рынков сырья, материалов и готовой продукции	Диверсификация низкая, имеется высокая зависимость от поставщиков хлопка, текстильных волокон и т.д.
	Динамика спроса и предложения	Спрос имеет выраженную отрицательную динамику
	Наличие "теневых рынков"	Высокая доля рынка контрафактной и неучтенной продукции

Социальные	Структура и потребности населения	Отрасль требует постоянного обновления товарных групп с учетом меняющихся потребностей покупателей
	Занятость и кадровая обеспеченность	Низкий уровень производительности труда в отрасли. Более 78% работников отрасли – женщины. Уровень заработной платы значительно ниже среднего показателя. Проблема кадрового обеспечения не решена на государственном уровне. Постоянный отток кадров
	Плотность населения и демографическая ситуация	Размещение производств осуществляется в границах населенных пунктов с учетом состава товарных групп
	Уровень финансирования	Отрасль характеризуется дефицитом оборотных средств
Географические	Географическое положение и климатические условия	Связь структуры и состава товарных групп с географическим положением прямая
	Природные ресурсы, технологические особенности землепользования	При условии использования отечественных источников сырья зоны производства сырья в основном определяют местоположение предприятий отрасли
	Экологический контроль	Осуществляется в соответствии с законодательством РФ

Состав локальных факторов, оказывающих влияние на стоимость бизнеса в тек-

стильном производстве, представлен в табл. 5.

Таблица 5

Базовый показатель бизнеса	Характеристики предприятия в текущей социально-экономической и политической ситуации
Организационно-правовая форма и структура уставного капитала	Организационно-правовая форма определяет процедуру сделки с учетом требований законодательства РФ. Структура уставного капитала позволяет определить степень влияния оцениваемого пакета акций (доли) на принятие управленческих решений. В отрасли распространены непубличные сделки, что ограничивает использование данных рынка слияний и поглощений, а также частных закрытых сделок
Территориальное расположение	Местоположение комплекса существенно влияет на себестоимость выпускаемой продукции и определяет перспективные рынки сбыта продукции. Уровень покупательской способности также зависит от показателя социально-экономического развития региона – чем лучше эти показатели, тем выше потенциал рынка сбыта
Производственные мощности предприятия	Объемы производства (номинальные и фактические) определяют размер предприятия и его возможности по влиянию на ценовую политику в условиях конкуренции с предприятиями малого бизнеса и индивидуальными предпринимателями
Состав выпускаемой продукции	Данный показатель позволяет определить уровень качества продукции и ее востребованности на рынке в текущей ситуации и перспективе
Финансовое состояние	Анализ финансового состояния предприятия в ретроспективе должен предусматривать оценку уровня его платежеспособности и отсутствие признаков несостоятельности. Также должна быть определена потребность в собственных оборотных средствах в условиях валютной волатильности
Структура управления	Эффективная современная структура управления предприятием является основой для более оптимистичного прогнозирования показателей в будущем. Ее отсутствие приводит к ухудшению прогноза и снижению стоимости бизнеса
Качество производственных активов	Уровень физического и морального устаревания активов снижает конкурентоспособность предприятия и увеличивает потребность в инвестициях, влияющих на прогноз финансовых результатов и денежных потоков
Уровень диверсификации поставщиков и потребителей	Зависимость от одного-двух поставщиков сырья и материалов с учетом особенностей отрасли ставит под угрозу деятельность всего предприятия. Отсутствие значительного количества покупателей в условиях высокой товарной конкуренции повышает риски прогнозирования доходов предприятия
Характеристики текущих активов и обязательств	Наличие значительных объемов дебиторской задолженности покупателей, а также просроченных обязательств перед поставщиками должно быть исследовано на предмет возвратности средств
Структура себестоимости выпускаемой продукции	Для предприятия в текстильной отрасли должен быть проведен анализ альтернативных источников сырья и материалов в рамках мероприятий по импортозамещению и взаимодействию в Евразийском экономическом союзе
Другие показатели	Необходимо учитывать национальные особенности территории и другие факторы, определяющие спрос на продукцию с учетом территориального расположения

Исходя из состава общих и локальных факторов, влияющих на стоимость бизнеса, структура информационного обеспечения процесса определения стоимости бизнес-активов в общем случае должна обеспечиваться на основе следующих источников данных.

1. Официальные данные статистических наблюдений (Росстат) по отраслям легкой промышленности, включая текстильное производство.

2. Прогнозы Правительства РФ о развитии отрасли и мерах ее государственной поддержки.

3. Отраслевая аналитика научно-исследовательских организаций.

4. Аналитика профессиональных участников рынка ценных бумаг, слияний и поглощений, продаж бизнеса в кризисных условиях.

5. Исследования профессиональных участников отраслевого рынка (отраслевых объединений).

6. Данные о деятельности отдельных предприятий, размещаемые на сайтах компаний в соответствии с требованиями законодательства РФ.

7. Справочные данные по стоимости возведения и обслуживания технологических производств.

8. Данные первичного и вторичного рынков машиностроительной продукции.

9. Аналитические обзоры и прогнозы мировых цен на сырье, материалы, продукцию отрасли.

10. Нормативная база по защите производителей от контрафактной продукции.

Учитывая закрытый характер данных о деятельности предприятий текстильной промышленности, использование официальных статистических данных, публикуемых Росстатом, далеко не в полной мере отражает текущую ситуацию в отрасли. Результаты деятельности подавляющего числа участников рынка не являются публичными и общедоступными. Таким образом, применение исключительно данных статистической отчетности и прогнозов Правительства РФ может привести к суще-

ственному искажению выводов о стоимости бизнес-активов. В связи с этим проблема информационного обеспечения оценки таких активов может быть решена на основе использования актуальных аналитических отраслевых исследований, основывающихся на методах экспертного опроса и личных интервью (с верификацией соответствующих данных), а также на основе сведений, предоставленных отраслевыми объединениями и руководителями самих предприятий отрасли, заинтересованных в ее развитии и защите от недобросовестных участников рынка.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бурденко Е.В.* Ретроспективный анализ развития легкой промышленности в России // Региональная экономика. – 2010, №27 (162). С.38...43.

2. *Валдайцев С.В.* Оценка бизнеса. – 3-е изд., перераб. доп. – М., 2008.

3. *Итыгина А.А.* Организационно-экономический механизм формирования интегрированных корпоративных образований в текстильной промышленности: Дис... канд. экон. наук. – М., 2014.

4. *Итыгина А.А.* Анализ состояния и перспективы развития текстильной промышленности России // Экономика, социология и право. – 2014, №7. С.37...45.

5. *Коупленд Т., Колер Т., Мури Дж.* Стоимость компаний: оценка и управление / Пер. с англ. – М.: Олимп-бизнес, 2002.

6. *Круглякова В.М., Трещевский Ю.И., Седыкин С.В.* Влияние кризиса на государственные и частные инвестиции в регионах России // Регион: системы, экономика, управление. – 2012, № 2 (17). С.53...61.

7. *Круглякова В.М.* Динамика основных фондов в регионах России в контексте инвестиционной политики // Инновационный Вестник Регион. – 2012, №3. С.15...19.

8. *Круглякова В.М.* Региональная инвестиционная политика: методологическое, концептуальное, методическое обеспечение. – Воронеж: МПЦ Воронежского гос. ун-та, 2012.

9. *Мигулева А.А., Бурденко Е.В.* Структура производства текстильного сектора Прато (Италия) // Дизайн и технологии. – 2013, №36. С.91...94.

10. *Радаев В.В., Данилина В.Н., Котельникова З.В., Назарбаева Е.А.* Текущее состояние и перспективы развития легкой промышленности России: Докл. XV Апрельской междунар. научн. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2014 г. Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики". – М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2014.

11. Информационно-аналитическое сетевое издание ПРОВЭД: [Электронный ресурс] URL: <http://провэд.рф/analytics/research> (дата обращения 18.06.2016).

REFERENCES

1. Burdenko E.V. Retrospektivnyj analiz razvitiya legkoj promyshlennosti v Rossii // Regional'naja jekonomika. – 2010, №27 (162). S.38...43.
2. Valdajcev S.V. Ocenka biznesa. – 3-e izd., pererab. dop. – M., 2008.
3. Itygina A.A. Organizacionno-jekonomicheskij mehanizm formirovaniya integrirovannyh korporativnyh obrazovanij v tekstil'noj promyshlennosti: Dis.... kand. jekon. nauk. – M., 2014.
4. Itygina A.A. Analiz sostojanija i perspektiv razvitiya tekstil'noj promyshlennosti Rossii// Jekonomika, sociologija i pravo. – 2014, №7. S.37...45.
5. Kouplend T., Koler T., Murin Dzh. Stoimost' kompanij: ocenka i upravlenie / Per. s angl. – M.: Olimp-biznes, 2002.
6. Krugljakova V.M., Treshhevskij Ju.I., Sedykin S.V. Vlijanie krizisa na gosudarstvennye i chastnye investicii v regionah Rossii // Region: sistemy, jekonomika, upravlenie. – 2012, № 2 (17). S.53...61.

7. Krugljakova V.M. Dinamika osnovnyh fondov v regionah Rossii v kontekste investicionnoj politiki// Innovacionnyj Vestnik Region. – 2012, №3. S.15...19.

8. Krugljakova V.M. Regional'naja investicionnaja politika: metodologicheskoe, konceptual'noe, metodicheskoe obespechenie. – Voronezh: MPC Voronezhskogo gos. un-ta, 2012.

9. Miguleva A.A., Burdenko E.V. Struktura proizvodstva tekstil'nogo sektora Prato (Italija) // Dizajn i tehnologii. – 2013, №36. S.91...94.

10. Radaev V.V., Danilina V.N., Kotelnikova Z.V., Nazarbaeva E.A. Tekushhee sostojanie i perspektivy razvitiya legkoj promyshlennosti Rossii: Dokl. XV Aprel'skoj mezhdunar. nauchn. konf. po problemam razvitiya jekonomiki i obshhestva, Moskva, 2014 g. Nauch. issled. un-t "Vysshaja shkola jekonomiki". – M.: Izd. Dom Vysshej shkoly jekonomiki, 2014.

11. Информационно-аналитическое сетевое издание PROVED: [Электронный ресурс] URL: <http://provjed.rf/analytics/research> (дата обращения 18.06.2016).

Рекомендована кафедрой организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью. Поступила 01.06.16.

УДК 533.951 + 519.852.35

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАТЛАБ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

USE OF THE MATLAB SYSTEM FOR MODELLING THE PROCESS OF MANAGEMENT OF FUNCTIONING THE SYSTEMS OF GAS SUPPLY

М.Я. ПАНОВ, Г.Н. МАРТЫНЕНКО, В.В. УХЛОВА, А.И. КОЛОСОВ
M.YA. PANOV, G.N. MARTYNNENKO, V.V. UKHLOVA, A.I. KOLOSOV

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

E-mail: glen2009@mail.ru; mpg46226@mail.ru; kolossn@yandex.ru

Представлен один из подходов к программной реализации алгоритма моделирования возмущенного состояния городской системы газоснабжения с применением пакета прикладных программ для решения задач технических вычислений Matlab.

One of approaches to program realization of an algorithm of modeling of the indignant condition of city gas supplying system with application of a package programs for the solution of tasks technical Matlab calculations is presented.

Ключевые слова: городская система газоснабжения, алгоритм моделирования, среда Matlab, интерфейс пользователя, матрицы размерностей.

Keywords: gas supply city system, modeling algorithm, Matlab environment, user interface, matrix of dimensions.

Актуальность задач потокораспределения в городских системах газоснабжения определяется областью их практического применения [1], [6...9]. На этой базе можно строить прогнозы аварийного состояния сетей, модернизации и реконструкции, диагностики несанкционированных подключений потребителей. Соответственно важное практическое значение имеют разработка алгоритмов моделирования процессов управления функционированием систем газоснабжения и их программная реализация, которые обеспечат максимально оперативное выполнение расчетов заданной точности [2], [4].

Согласно современной теории гидравлики задачи потокораспределения для управления газоснабжением разбиваются на две подзадачи: определение начального приближения и моделирование процесса управления газопотреблением [1]. Если для схемы сети загрузка дросселей и их характеристики, длина и коэффициенты сопротивлений трубопроводов заданы, то существует возможность реализовать их посредством линейного алгоритма, состоящего из нескольких арифметических операций [3]. В настоящей работе рассматривается модель управления

функционированием газораспределительной сети среднего (высокого) давления.

Система уравнений для описания системы газораспределения на базе этой модели включает:

1) цепные уравнения; 2) узловые балансовые уравнения; 3) нормальные уравнения.

При рассмотрении газораспределительной сети, изображенной на рис. 1 (схема тупиковой сети среднего (высокого) давления: 1, 2, ...24 – узлы сети; Т – технологический узел; – фиктивный участок; ∇ – управляемый дроссель; ∇ – дроссель с переменным S в составе сети), цепные уравнения записываются в виде:

$$\sum_{i=1}^{\gamma} (2\Delta P_{ij} \delta \bar{Q}_{ij} + P_{ij} \delta \bar{S}_{ij}) = 0$$

- для участков, формирующих цепи j; узловые балансовые уравнения:

$$\sum_{i=1}^{\varepsilon} Q_{ij} \delta \bar{Q}_{ij} = 0$$

- для участков, инцидентных узлу j; нормальные уравнения:

$$\sum_{i=1}^{\tau} Q_{ij} \delta \bar{Q}_{ij} = \sum_{i=1}^{\tau} Q_{ij}^z \delta \bar{Q}_{ij}^z$$

- для фиктивных участков.

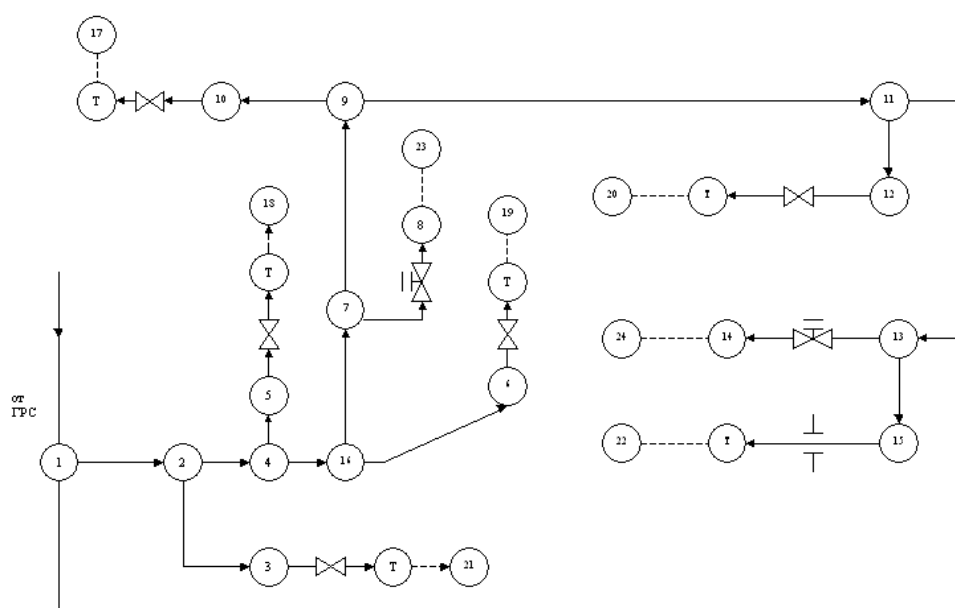


Рис. 1

Исходными данными задачи являются параметры системы и прогноз газоснабжения потребителей. Правая часть нормальных уравнений считается известной, так как задана прогнозом потребления. Учитывая, что в основу моделирования таких задач положен метод наименьших квадратов (МНК), алгоритм является итерационным [3]. Это означает, что решение получается за K заданных итераций с заранее вычисленным числом шагов, величины Q и S соответственно корректируются на каждом шаге:

$$Q_{ij}^{(k)} = Q_{ij}^{(k-1)} + Q_{ij}^{(k-1)} \delta \bar{Q}_{ij}^{(k)},$$

где $\delta \bar{Q}_{ij}^{(k)}$ – шаг итерации для Q ,

$$S_{ij}^{(k)} = S_{ij}^{(k-1)} + S_{ij}^{(k-1)} \delta \bar{S}_{ij}^{(k)},$$

где $\delta \bar{S}_{ij}^{(k)}$ – шаг итерации для S .

Количество итераций может достигать нескольких десятков тысяч и зависит не столько от задаваемой точности вычислений, сколько от выбора степени наращивания переменных.

Нельзя использовать один и тот же алгоритм для решения разных типов уравнений [5]. Более того, программная реализация должна быть универсальной, а для описания газораспределительной сети каждый раз строится своя уникальная система уравнений, которая не может быть унифицирована. Однако остается вопрос о том, как реализовать в них итерационный подход. И соответственно следует принимать во внимание, что те математические пакеты, которые ориентированы на реализацию итерационных методов, не могут корректно работать со всеми типами систем уравнений.

Рассмотрим один из способов реализации алгоритма для расчета параметров систем газоснабжения, который позволяет учесть все ограничения задачи. Анализ систем уравнений для описания процессов управления системой, приведенных выше,

показывает, что сложность реализации вычислительного алгоритма обусловлена следующим:

- 1) присутствием в модели одновременно трех подсистем уравнений, решения по которым должны быть увязаны;
- 2) большой размерностью и сильной разреженностью матрицы коэффициентов для каждой из подсистем;
- 3) сложностью контроля того, чтобы вычислительный процесс не вышел за пределы области решения задачи.

Возможности системы вычислений Matlab, которые важны для решения данной задачи:

- 1) корректно работает со всеми типами матриц, через которые можно задавать уравнения для описания систем газораспределительной системы;
- 2) реализован экспорт и импорт данных из всех известных приложений (нас интересуют Word и Excel);
- 3) обеспечивает высокую производительность расчетов;
- 4) позволяет визуализировать результаты расчетов на экране в виде графиков;
- 5) есть встроенная среда разработки пользовательского интерфейса.

Подход, предложенный в данной работе, позволяет реализовать алгоритм, предложенный в работах [1], [3], [4], с учетом всех ограничений задачи.

Программная реализация алгоритма решения системы уравнений для процесса управления газовой сетью среднего (высокого) давления в среде Matlab будет иметь вид, представленный на блок-схеме (рис. 2).

Инструментарий среды Matlab позволяет корректно работать с матрицами размерностей до порядка $10^3 \times 10^3$ и более. При этом алгоритм работы модуля решения матричных уравнений реализован так, что метод решения подбирается самой программой в зависимости от полученных в ходе анализа системы характеристик. За счет этого проблем с обработкой сильно-разреженных матриц нет.

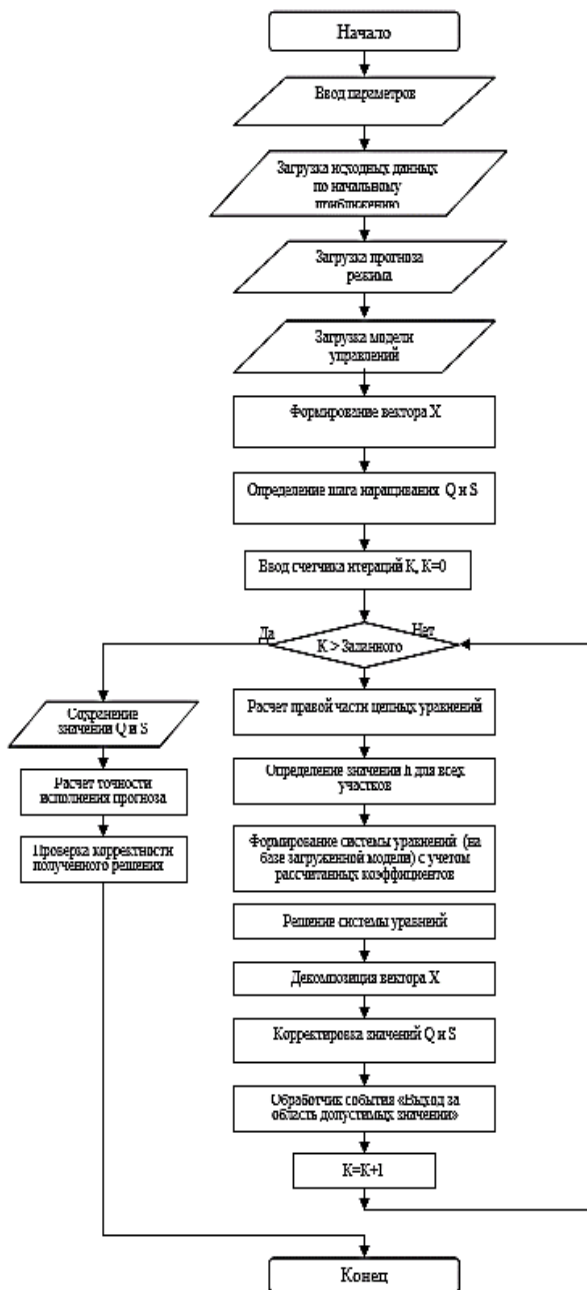


Рис. 2

Программа по мере вычислений выдает сообщения при некорректных значениях полученного решения и текущих коэффициентов матриц, что позволяет отследить состояние системы. Отслеживание того, что вычислительный процесс выйдет за пределы области решения задачи, достигается включением в алгоритм расчета обработчика события выхода искомых значений за границы области допустимых значений. Сопоставление получаемых расходов газопотребления с прогнозируемыми позволяет судить о том, что в данной реализации

алгоритм позволяет обеспечить точность вычислений до 10^{-2} .

ВЫВОДЫ

В рамках данной задачи в среде Matlab был разработан интерфейс пользователя, который позволяет: автоматизировать ввод данных посредством загрузки таблиц исходных прогнозов из MS Office Excel; автоматизировать выгрузку данных в любой формат, в том числе в таблицы MS Office Excel; выполнять графическое отображение полученных результатов на мониторе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панов М.Я., Мартыненко Г.Н. Оперативное управление городской системой газоснабжения с использованием современных ультразвуковых методов замера расхода газа // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2008, №3(11). С.100...105.
2. Жила В.А., Клочко А.К., Маркевич Ю.Г. Нахождение конфигурации газораспределительных сетей математическими методами // Интернет-вестник ВолГАСУ. Серия: Политехническая. – 2013. Вып. 1(25).
3. Алдалис Х., Панов М.Я., Мартыненко Г.Н. Формирование математической модели управления функционированием систем газоснабжения с использованием узловой схемы отбора путевой нагрузки // Газовая промышленность. – 2009, № 8 (635). С.75...77.
4. Мартыненко Г.Н., Уклова В.В. Расчет параметров сети для реализации процессов оперативного управления системой газоснабжения низкого давления: № 11938 от 11.12.2008. – Воронеж: Воронежский гос. архитектур.-строит. ун-т, 2008.
5. Woldeyohannes A.D. and Majid M.A.A. Simulation model for natural gas transmission pipeline network system // Simulation Modeling Practices and Theory. – 19(1), 2011. P. 196...212.
6. Sanaye S. and Mahmoudimehr J. Optimal design of a natural gas transmission network layout // Chemical Engineering Research & Design. – 91(12), 2013. P.2465...2476.
7. MohamadiBaghmolaei M., Mahmoudy M., Jafari D., MohamadiBaghmolaei R. and Tabkhi F. Assessing and optimization of pipeline system performance using intelligent systems // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 18, 2014. P. 64...76.
8. Babonneau F., Nesterov Y. and Vial J.-P. Design and operations of gas transmission networks // Operations Research. – 60(1), 2012. P. 34...47.
9. Schacht Wolfgang. Einsatz von MATLAB im modernen Gasmanagement und Gasdispatching // GWF - Gas Erdgas. – 3, 2002. P. 155...163.

REFERENCES

1. Panov M.Ja., Martynenko G.N. Operativnoe upravlenie gorodskoj sistemoj gazosnabzhenija s ispol'zovaniem sovremennyh ul'trazvukovyh metodov zamera rashoda gaza // Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2008, №3(11). S.100...105.
2. Zhila V.A., Klochko A.K., Markevich Ju.G. Nahozhdenie konfiguracii gazoraspredeletel'nyh setej matematicheskimi metodami// Internet-vestnik Volg-GASU. Serija: Polimaticeskaja. – 2013. Vyp. 1(25).
3. Aldalis H., Panov M.Ja., Martynenko G.N. Formirovanie matematicheskoj modeli upravlenija funkcionirovaniem sistem gazosnabzhenija s ispol'zovaniem uzlovoj shemy otbora putevoj nagruzki // Gazovaja promyshlennost'. – 2009, № 8 (635). S.75...77.
4. Martynenko G.N., Uhlova V.V. Raschet parametrov seti dlja realizacii processov operativnogo upravlenija sistemoj gazosnabzhenija nizkogo davlenija: № 11938 ot 11.12.2008. – Voronezh: Voronezhskij gos. arhitekt.-stroit. un-t, 2008.
5. Woldeyohannes A.D. and Majid M.A.A. Simulation model for natural gas transmission pipeline network system // Simulation Modeling Practices and Theory. – 19(1), 2011. P. 196...212.
6. Sanaye S. and Mahmoudimehr J. Optimal design of a natural gas transmission network layout // Chemical Engineering Research & Design. – 91(12), 2013. P.2465...2476.
7. MohamadiBaghmolaei M., Mahmoudy M., Jafari D., MohamadiBaghmolaei R. and Tabkhi F. Assessing and optimization of pipeline system performance using intelligent systems // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 18, 2014. P. 64...76.
8. Babonneau F., Nesterov Y. and Vial J.-P. Design and operations of gas transmission networks // Operations Research. – 60(1), 2012. P. 34...47.
9. Schacht Wolfgang. Einsatz von MATLAB im modernen Gasmanagement und Gasdispatching // GWF - Gas Erdgas. – 3, 2002. P. 155...163.

Рекомендована кафедрой теплогазоснабжения и нефтегазового дела. Поступила 01.06.16.

УДК 687.1/4:658.7

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ SIMULATION MODELLING OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES

О.А. ГРИШАНОВА, Ж.В. БОЖИЧЕВА
O.A. GRISHANOVA, ZH.V. BOZHICHEVA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: grishanova@mail.ru; bozhich71@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы применения методов имитационного моделирования для оценки организационно-технического уровня производств предприятий легкой промышленности. Проанализированы преимущества использования имитационных моделей. Выявлена и обоснована необходимость использования методов имитационного моделирования для описания предприятия как производственно-экономической системы. На основе проведенного исследования автором предлагается внедрение на предприятиях легкой промышленности программного обеспечения имитационной модели определения организационно-технического уровня производства, позволяющего существенно снизить затраты на обоснование инновационных технических, технологических и социально-экономических мероприятий.

The article deals with simulation methods application to assess the organizational and technical level of light industry enterprises. The advantages of using si-

mulation models are analyzed. The necessity of using simulation methods for presenting an enterprise as an industrial and economic system has been identified and proved. On the basis of the conducted research the authors propose the introduction of software of the simulation model which determines the organizational and technical level of production at the light industry enterprises allowing to reduce significantly the costs of proving innovative technical, technological and socio-economic measures.

Ключевые слова: имитационная модель, организационно-технический уровень производства, производственно-экономическая система.

Keywords: imitation model, organizational and technical level of production, production and economic system.

В условиях кризисных явлений в экономике страны и усилении конкурентной борьбы предприятий легкой промышленности перед коллективами промышленных предприятий стоит сложная задача выбора эффективного пути развития производства и использования полученной прибыли на научно-технические и социальные цели. Овладение товарным рынком требует принципиально новых подходов к управлению и организации производства; подходов, которые позволили бы одновременно решить две проблемы: повысить гибкость производства с учетом потребительского спроса на продукцию, внедрения новой техники и технологии и улучшить качество продукции при постоянном снижении издержек на ее производство.

Гибкость в управлении, умение быстро перестроиться, не упустить новые возможности, открываемые рынком и научно-техническим прогрессом, сегодня становятся настолько важными, что возникает необходимость в четкой и развернутой концепции управления научно-техническими разработками, в оценке их целесообразности, технической обоснованности и эффективности. В связи с этим можно говорить о настоятельной потребности в разработках по математическому и информационному обеспечению научно-технического развития предприятий легкой промышленности.

Практика показывает, что внедрение научно-технических разработок оказывает существенное влияние на организационно-технический уровень производства. Несмотря на большое внимание к проблеме

определения этого влияния, многие вопросы о принципах построения и структуре системы показателей организационно-технического уровня предприятий легкой промышленности, о порядке его оценки требуют дальнейшего углубленного исследования. Особого внимания заслуживает проблема выбора пути технического развития предприятия на основе оценки эффективности мероприятий инновационного характера по повышению организационно-технического уровня производства.

Реализация таких задач невозможна без использования современных средств вычислительной техники и экономико-математических методов, среди которых все чаще используется имитационное моделирование, позволяющее достигать гибкости, оперативности и оптимальности в управленческих решениях.

Таким образом, важность решения задач по совершенствованию оценки влияния инновационных разработок на эффективность производства на основе использования экономико-математических моделей и ЭВМ для определения устойчивого функционирования текстильного производства в условиях рынка определяют актуальность выбранной темы данной статьи.

Целью проводимых нами исследований является совершенствование методики оценки эффективности внедрения инновационных мероприятий в повышение организационно-технического уровня производства, способствующих выбору оптимальных вариантов его технического развития. Эта цель определяет следующие

конкретные задачи, требующие оперативного решения на предприятиях легкой промышленности:

– для руководства предприятия необходимо определить целесообразность применения средств имитационного моделирования в исследовании и управлении техническим развитием производств легкой промышленности, в том числе текстильного производства;

– если такая целесообразность руководителем предприятия осознается и поддерживается общей стратегией развития производства, то на основе анализа эффективности основных направлений инновационных методов и технологий на предприятиях легкой промышленности, связанных с переработкой первичного сырья, то можно разработать имитационную модель информационно-советующего типа и локальные имитационные модели по оценке влияния мероприятий инновационного характера на результирующие технико-экономические показатели (ТЭП) предприятия легкой промышленности;

– для внедрения разработанной имитационной модели необходимо будет разработать пакет прикладных программ имитационной модели по оценке влияния этих мероприятий на результирующие ТЭП производства: разработать уточненную методику оценки организационно-технического уровня (ОТУ) текстильного производства и программное обеспечение расчета интегрального показателя ОТУ;

– провести экспериментальное внедрение разработанных моделей, методики и программного обеспечения для выбора оптимального варианта развития предприятия легкой промышленности.

Наличие у предприятия имитационной модели научно-технического развития позволит не только оценить возможность инновационных изменений, но и определить влияние конкретного мероприятия инновационного характера на результирующие ТЭП производства с учетом рыночных условий хозяйствования. Также модель в режиме реального времени позволит рассчитывать эффективность внедрения в про-

изводство технических разработок на основе взаимосвязи первичных технических, технологических, организационных и социально-экономических факторов. Разработанное программное обеспечение имитационной модели даст возможность снизить трудоемкость расчетов и сократить время на их проведение. Внедренные локальные имитационные модели оценки эффективности мероприятий по основным направлениям инновационного развития предприятия легкой промышленности дадут возможность на основе логических схем распределить затраты по конкретным техническим нововведениям, определить локальный и суммарный эффект в зависимости от изменения параметров модели.

На основе проведенного анализа существующих систем показателей и методик оценки организационно-технического уровня производства нами предложена усовершенствованная методика оценки состояния технологических переходов предприятий легкой промышленности для определения мероприятий инновационного характера по повышению ОТУ, на основе которой можно проводить расчет и выбор оптимального варианта технического развития предприятия. Программное обеспечение имитационной модели позволит также рассчитать и оптимизировать интегральный показатель организационно-технического уровня производства.

Адекватность уже построенных нами имитационных моделей, разработанных методик и программного обеспечения позволило внедрить их на таких предприятиях легкой промышленности, как АО "Меланж" (г. Иваново), отделочное производство ООО ТК "Красная Талка" (г. Иваново). При использовании реальных данных этих предприятий модели позволяют получить положительный эффект. Так, на предприятии АО "Меланж" эффект от применения только локальных имитационных моделей составил 263,4 тыс. руб. в год.

Предложенные нами имитационные модели и их программное обеспечение дают возможность логически завершить схему "исследование – научная разработка – внед-

рение – получение эффекта". Прикладная направленность теоретических разработок влияет на возможность и оперативность их использования для повышения эффективности текстильного производства в условиях рынка. Разработанная имитационная модель информационно-советующего типа позволяет проводить точные, многокритериальные оценки экономических последствий управленческих решений при внедрении инновационных мероприятий, определять эффективный путь технического развития текстильного производства. Учитывая универсальность предложенного программного обеспечения, применение моделей значительно упрощает труд управленческого персонала, дает возможность осуществлять многовариантные расчеты с учетом изменения факторов и параметров технологического процесса, организации труда и управления [1].

Использование разработанной системы показателей позволяет рассчитывать и оценивать ОТУ текстильных производств по интегральному показателю, сравнивать ОТУ родственных предприятий отрасли. Предложенная методика оценки состояния технологических переходов хлопкопрядильного производства дает возможность более точно планировать инновационные мероприятия для внедрения и повышения на этой основе организационно-технического уровня и эффективности производства.

На основе статистического материала, собранного на предприятиях легкой промышленности г. Иванова и Ивановской области, опубликованных официальных отчетов об их деятельности, можно сделать вывод, что внедрение инновационных механизмов в легкой промышленности по основным направлениям (внедрение новой техники и технологий на базе комплексных систем машин; автоматизация и механизация производства; внедрение робототехнических средств и др.) не обеспечивает достаточного повышения эффективности производства. Это объясняется рядом причин: недостаточным финансированием текстильной промышленности в силу высокой конкуренции и проблемами с оборотными

средствами; отставанием отечественного текстильного производства по уровню технического развития от передовых зарубежных предприятий; нерациональными затратами на механическое расширение парка морально устаревшего оборудования; высокой стоимостью научно-технических работ по сравнению с ожидаемым эффектом. Поскольку техническое развитие текстильных производств не соответствовало принципу комплексного подхода к решению проблем научно-технического оснащения на производстве, даже наличие хозяйственной и финансовой самостоятельности предприятий в вопросах технической политики, расходования полученной прибыли не компенсировали снижения производительности труда и объемов реализации продукции. Предприятия не заинтересованы во внедрении мероприятий научно-технического характера из-за отсутствия достаточной их обоснованности.

В условиях рыночной экономики, когда затраты на внедрение мероприятий научно-технического характера покрываются из собственной прибыли предприятий, необходимо разработать такие методы управления техническим развитием производства, которые обеспечивали бы устойчивость функционирования и "выживаемость" предприятия при конкуренции и изменении потребительского спроса на продукцию. Учитывая особенности разработки разделов бизнес-плана, можно говорить об эффективности применения ЭВМ в управлении научно-техническими мероприятиями на производстве. При действии на предприятии подсистемы управления инновационным развитием на базе ЭВМ достигается:

- обеспечение объективного анализа возможностей предприятия во внедрении средств новой техники и технологии;
- установление структурным подразделениям оптимальных заданий по улучшению качества продукции, повышению ОТУ производства;
- своевременное выявление недостатков в разработке плана технического развития;
- составление оптимального плана технического развития по критерию макси-

мальной эффективности с учетом ограничений по материальным и финансовым ресурсам, требований рыночной ситуации;

- оперативное выполнение расчетно-аналитических работ по текущему планированию, учету и анализу деятельности подразделений предприятия по внедрению мероприятий научно-технического характера.

Существенной отличительной особенностью данной подсистемы является увязка процесса организационно-экономического регламентирования работ по формированию и внедрению мероприятий плана технического развития, с одной стороны, и технико-экономического анализа факторов развития производства на основе базы выходных данных подсистемы – с другой.

Практика работы предприятий легкой промышленности показывает, что большинство управленческих решений в настоящее время приходится принимать в условиях дефицита времени, когда необходимо учитывать множество факторов вероятностного характера. Усложнение связей и отношений в производственно-хозяйственной деятельности предприятия требует особого инструмента для решения стоящих перед ним задач. Наиболее конструктивным средством, адекватным требованиям к его применению для исследования сложных производственно-экономических систем, какой и является предприятие легкой промышленности, служит имитационное моделирование. Оценивая основные теоретические разработки (отечественные и зарубежные) в области имитационного моделирования, классификации имитационных моделей и преимущества этого экономико-математического метода, можно сделать вывод о целесообразности применения средств имитационного моделирования для оценки эффективности внедрения инновационных мероприятий в текстильное производство.

Это подтверждается следующими обстоятельствами:

- не существует законченной математической постановки данной задачи, а значит, для каждого предприятия эта модель должна быть индивидуальной с учетом его внутренней среды и в то же время должна

быть возможность экстраполировать свои логические схемы на аналогичные объекты;

- математические процедуры имитационной модели сложны и трудоемки, поэтому предприятие и, в первую очередь, его руководство должно точно знать, что такая модель является его инвестиционными затратами, которые окупятся с течением времени;

- необходимо осуществить не только оценку параметров модели, но и наблюдение за ходом процесса в течение определенного периода времени.

На основе использования имитационной модели и программы расчета интегрального показателя организационно-технического уровня текстильного производства можно проводить расчет и прогнозирование оптимальных вариантов развития производства. На первом этапе расчета разрабатывается и экспериментально проверяется методика комплексной оценки состояния технологических переходов производств предприятия легкой промышленности методом экспертного опроса с тем, чтобы выявить наиболее эффективные мероприятия научно-технического характера по повышению ОТУ этих переходов. На втором этапе необходимо осуществить расчет показателей ОТУ и результирующих ТЭП производства после внедрения различных вариантов инновационных мероприятий и определить наиболее эффективный путь технического развития по критерию оптимальности. Варианты инновационных мероприятий отличаются не только разным набором предлагаемых локальных технических нововведений, но и различными источниками финансирования работ по их внедрению.

Интегральный уровень организационно-технического развития предприятия рассчитывается в модели исходя из таких параметров, как уровень предметов труда, уровень средств труда и технологии, уровень организации труда и использования трудового потенциала, уровень социального развития предприятия. Кроме указанных параметров в интегральную оценку организационно-технического уровня произ-

водства включаются такие результирующие показатели финансовой деятельности предприятия, как фондоотдача, трудоемкость продукции, материалоемкость продукции, затраты на 1 руб. реализованной продукции, рентабельность продукции и рентабельность продаж.

Производство предприятий легкой промышленности представляется как производственно-экономическая система, обладающая признаками кибернетической системы и объекта имитационного моделирования; затем устанавливается взаимосвязь ресурсных потоков системы, которая будет обеспечивать ее функционирование по оптимальной (или достаточно близкой к оптимальной) траектории, и формулируется принцип оптимизации работы данной системы.

Структура имитационной модели состоит из блоков, соответствующих структуре объекта исследования – технологических переходов предприятия легкой промышленности (предприятия по переработке сырья); каждый блок содержит модули расчета таких промежуточных показателей, как трудоемкость, объем выпуска и себестоимость продукции. Для построения "дерева целей" разрабатываются логические математические схемы расчета основных результирующих ТЭП производства на основе промежуточных и первичных параметров системы, имеющих тенденцию к изменению при внедрении мероприятий научно-технического характера.

Выбор промежуточных и результирующих показателей должен быть не случайным, а определяться их характером и степенью важности в рыночных условиях хозяйствования. Тогда расчет трудоемкости продукции позволит анализировать динамику развития производства в целом, по видам продукции и технологическим переходам. Объем выпуска продукции будет характеризовать основной результат деятельности производства и использование его мощности. Этот же параметр применяется при расчете прибыли, рентабельности и материалоемкости продукции и т. п. Показатель себестоимости продукции отражает за-

траты всех видов ресурсов на ее производство; от него зависит уровень цен и рентабельности. В качестве результирующих в модели могут приниматься показатели материалоемкости продукции (так как около 90% затрат в себестоимости продукции занимает сырье), фондоотдачи (в условиях рынка очевидна проблема эффективного использования средств труда), затраты на 1 руб. реализованной продукции (позволяет сравнивать конкурентоспособность родственных предприятий).

Выбор первичных параметров модели предлагается основывать на характеристиках основных элементов производственного процесса: труда, орудий и предметов труда.

Взаимосвязи между параметрами устанавливаются как на основе прямых аналитических выражений, так и функциональных зависимостей при проведении корреляционно-регрессионного анализа или других методов, например, стратегического анализа или структурно-стоимостного анализа.

В Ы В О Д Ы

На основании математических схем расчета и структуры имитационной модели разрабатывается пакет прикладных программ для проведения машинных экспериментов с моделью, необходимых расчетов по множеству вариантов. Комплекс программ позволяет работать в диалоговом режиме, прост в использовании и может быть универсален для любого предприятия легкой промышленности. Разработанная имитационная модель информационно-советующего типа по оценке влияния мероприятий научно-технического характера на результирующие технико-экономические показатели производства позволяет:

- проводить ретроспективный анализ эффективности производственно-экономической системы (ПЭС);
- исследовать влияние различных алгоритмов преобразования информации на функционирование ПЭС;

- исследовать влияние различных способов распределения ресурсов на функционирование ПЭС;
- разрешать задачи оптимизации структуры ПЭС;
- находить оптимальную траекторию деятельности ПЭС;
- изучать реакцию ПЭС на возмущающее изменение структуры или управляющее воздействие;
- исследовать устойчивость и надежность ПЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев А.И., Карпушкина А.В., Волкова Е.Ю. Оптимизация цепи поставок на предприятиях легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №4. С.17...20.

REFERENCES

1. Kovalev A.I., Karpushkina A.V., Volkova E.Ju. Optimizacija cepi postavok na predpriyatijah legkoj promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, №4. S.17...20.

Рекомендована кафедрой бизнеса и финансов.
Поступила 18.01.17.

УДК 539.434:677.494

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННО-РЕЛАКСАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ПОЛИАМИДНЫХ ТКАНЕЙ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КУПОЛОВ ПАРАШЮТОВ***

**FORECASTING OF DEFORMATION-RELAXATION PROPERTIES
OF POLYAMIDE FABRIC
USED TO MAKE THE CANOPY**

А.В. ДЕМИДОВ, А.Г. МАКАРОВ, Н.В. ПЕРЕБОРОВА, М.А. ЕГОРОВА
A. V. DEMIDOV, A. G. MAKAROV, N. V. PEREBOROVA, M. A. EGOROVA

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
Санкт-Петербургский государственный университет)
(St-Petersburg State University of Industrial Technology and Design,
St-Petersburg State University)
E-mail: makvin@mail.ru

В статье рассмотрены методы математического моделирования и компьютерного прогнозирования деформационно-релаксационных свойств полиамидных тканей, применяемых для изготовления куполов парашютов. В основе моделирования указанных свойств полиамидных тканей лежит аналитическая аппроксимация деформационно-релаксационных процессов посредством нормированных функций релаксации и ползучести. Предложен метод сравнительного анализа деформационно-релаксационных свойств полимерных материалов для проведения качественной оценки указанных свойств.

The article deals with the methods of mathematical modeling and computer prediction of the strain-relaxation properties of polyamide fabric, used to make the canopy. The basis of the simulation of these properties of polyamide fabrics is an analytical approximation of the strain-relaxation processes via the normalized relaxation and creep functions. The method of comparative analysis of strain-relaxation properties of polymer materials for the qualitative evaluation of these properties.

Ключевые слова: деформация, релаксация, парашюты, полиамидные ткани, прогнозирование, математическое моделирование, качественный анализ.

* Работа финансировалась в рамках выполнения государственного задания Министерства образования и науки РФ, Проект №11.4696.2017/БЧ.

Keywords: deformation, relaxation, parachutes, nylon fabric, forecasting, mathematical modeling, qualitative analysis.

Для изготовления куполов парашютов используются полимерные ткани (в основном, полиамидные), обладающие определенными физико-механическими характеристиками. Имеющееся в настоящее время многообразие полиамидных тканей предопределяет разработку и совершенствование методик системной оценки их деформационно-релаксационных свойств с целью проведения комплексного технологического отбора образцов, лучшим образом подходящих для изготовления парашютных куполов. Эксплуатация парашютов предполагает значительные нагрузки для их куполов в течение не очень больших времен [1]. От надежности парашютных систем зависят человеческие жизни и сохранность спускаемой на парашютах техники. Поэтому величины эксплуатационных нагрузок на парашютные купола должны быть намного меньше разрывных усилий. Кроме этого, применяемые парашютные системы предназначены для решений соответствующих задач, поставленных перед ними. Этим определяются различные требования к деформационно-релаксационным параметрам куполов парашютов, относящиеся к их вязкоупруго-пластическим свойствам [2]. Системное изучение и комплексное прогнозирование деформационно-релаксационных свойств полиамидных тканей для куполов парашютов проводится на основе математического моделирования и сравнительного анализа деформационно-релаксационных процессов указанных материалов [3].

Кроме аппарата математического моделирования и системного анализа для оценки деформационно-релаксационных свойств полиамидных тканей, применяемых в парашютных куполах, предполагается использование специально разработанных компьютерных программ [4]. При проведении математического моделирования деформационно-релаксационных свойств исследуемых полиамидных тканей возникают определен-

ные сложности, связанные с тем, что их макроструктура значительно отличается от достаточно изученных структур полимерных нитей и волокон, которые можно рассматривать как одноосно-ориентированные материалы [5]. Эти сложности проведения исследований вызваны тем, что деформационно-релаксационные свойства полиамидных тканей зависят не всегда только от деформационно-релаксационных свойств образующих нитей. Так, на указанные свойства изучаемых материалов существенное влияние оказывают некоторые геометрические факторы, среди которых: вид переплетения нитей, формы куполов и др. Используемые до настоящего времени методы моделирования и прогнозирования деформационно-релаксационных свойств полимерных волокон и нитей часто бывают не применимы для исследования таких же свойств полиамидных тканей, представляющих собой текстильные объекты более сложной макроструктуры [6]. Использование методов математического моделирования и расчетного прогнозирования деформационно-релаксационных свойств полиамидных тканей для куполов парашютов становится возможной благодаря разработанным программам для ЭВМ.

При изучении и прогнозировании деформационно-релаксационных свойств изучаемых материалов определенное значение имеет также фактор учета влияния внешней среды, в том числе: температуры, влажности, погоды, уровней и длительностей деформационных воздействий и т.д. Исследование деформационно-релаксационных свойств полиамидных тканей для парашютных куполов при эксплуатации намного сложнее, например, измерения разрывных характеристик, которые не дают комплексной оценки указанных свойств [7]. В ходе проведения исследования необходимо осуществлять прогнозирование деформационно-релаксационных свойств изучаемых материалов с учетом условий их эксплуатации.

Моделирование и компьютерное прогнозирование деформационно-релаксационных свойств изучаемых полиамидных тканей – есть основа для повышения надежности и качества парашютных систем.

Основная цель исследования состоит в разработке комплекса методов системного исследования деформационно-релаксационных свойств полиамидных тканей для парашютостроения. Она включает в себя решение задач по разработке математических моделей деформационных и релаксационных свойств полиамидных тканей для парашютостроения; по разработке методов прогнозирования процессов деформирования и релаксации полиамидных тканей для парашютостроения; по разработке алгоритмов и

компьютерных программ по прогнозированию деформационно-релаксационных процессов полиамидных тканей для парашютостроения; по определению вязкоупруго-пластических свойств полиамидных тканей для парашютостроения с целью проведения системного исследования их деформационно-релаксационных свойств; по проведению сравнительного анализа деформационно-релаксационных свойств полиамидных тканей для куполов парашютов [8].

В работе рассматриваются полиамидные ткани для изготовления куполов парашютов, выработанные на "Передовой текстильнице" (г. Королёв, Московская обл.), технические характеристики которых приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Артикул ткани	Поверхностная плотность, г/м ²	Линейная плотность нитей, текс	Разрывная нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, %		Ткацкое переплетение нитей в ткани	Число нитей на 1 см	
			основа	уток	основа	уток		основа	уток
56011	34	3,3	284	275	22	22	саржа 1/2	68	64
56014	36	3,3	245	216	20	20	полотняное	60	56
56307	35	4,0	353	353	16	18	саржа 1/2	62	59
56309	38	4,0	343	343	15	17	полотняное	56	52
56002	50	5,0	413	413	23	23	саржа 1/2	47	44
56005	51	5,0	413	413	22	22	саржа 1/3	56	52
56009	58	5,0	480	461	23	23	полотняное	46	42
56321	118	15,6	1105	961	26	26	саржа 1/2	31	32
56323	120	15,6	961	961	26	26	саржа 1/3	31	32
56028	184	29,0	1922	1827	22	22	саржа 1/3	24	24
56026	186	29,0	1922	1923	25	25	саржа 1/2	24	24

Математическая модель деформационных свойств полиамидных тканей для парашютных куполов предполагает моделирование процесса их ползучести, который описывает временное изменение деформации ε полиамидной ткани в зависимости от значений приложенного усилия P или напряжения $\sigma = P/F$ (где F – площадь поперечного сечения ткани):

$$\varepsilon_t = (D_0 + (D_\infty - D_0)\varphi_{n\sigma})\sigma. \quad (1)$$

Здесь D_0 – начальная податливость; D_∞ – предельная равновесная податли-

вость; t – время; $\varphi_{n\sigma}$ – нормированная функция ползучести, имеющая вид:

$$\varphi_{n\sigma} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg \left(\frac{1}{b_{n\sigma}} \left(\ln \left(\frac{t}{t_1} \right) + \ln \left(\frac{t_1}{\tau_\sigma} \right) \right) \right), \quad (2)$$

где $b_{n\sigma}$ – характеристика интенсивности ползучести; $\bar{\tau}_\sigma$ – усредненное время запаздывания; t_1 – нормирующее значение времени.

В табл. 2 приведены рассчитанные параметры математической модели (1), (2) для изучаемых полиамидных тканей.

Таблица 2

Артикул ткани	$D_0 F^{-1}, \text{кН}^{-1}$	$D_\infty F^{-1}, \text{кН}^{-1}$	$b_{\text{не}}$	$\bar{\tau}_\sigma \cdot 10^2, \text{с}$
56011	0,32	0,70	1,6	7,8
56014	0,26	0,52	1,5	6,7
56307	0,30	0,56	1,9	6,4
56309	0,21	0,46	1,6	7,3
56002	0,28	0,52	2,6	6,2
56005	0,27	0,55	2,5	7,1
56009	0,19	0,52	1,8	9,1
56321	0,20	0,46	3,1	8,6
56323	0,18	0,47	3,0	8,8
56028	0,17	0,56	3,2	9,4
56026	0,17	0,50	2,9	8,9

Математическая модель релаксационных свойств полиамидных тканей для парашютных куполов предполагает моделирование процесса их релаксации, который описывает временное изменение усилия P или напряжения $\sigma = P/F$ полиамидной ткани в зависимости от значений деформации ε :

$$\sigma_t = (E_0 - (E_0 - E_\infty)\varphi_{\text{не}})\varepsilon. \quad (3)$$

Здесь E_0 – модуль упругости; E_∞ – модуль вязкоупругости; $\varphi_{\text{не}}$ – нормированная

функция релаксации, имеющая вид:

$$\varphi_{\text{не}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg \left(\frac{1}{b_{\text{не}}} \left(\ln \left(\frac{t}{t_1} \right) + \ln \left(\frac{t_1}{\tau_\varepsilon} \right) \right) \right), \quad (4)$$

где $b_{\text{не}}$ – характеристика интенсивности релаксации; $\bar{\tau}_\varepsilon$ – усредненное время релаксации.

В табл. 3 приведены рассчитанные параметры математической модели (3), (4) для изучаемых полиамидных тканей.

Таблица 3

Артикул ткани	$E_0 F, \text{кН}$	$E_\infty F, \text{кН}$	$b_{\text{не}}$	$\bar{\tau}_\varepsilon \cdot 10^2, \text{с}$
56011	3,1	1,4	2,4	6,5
56014	3,8	1,9	2,1	5,3
56307	3,3	1,8	2,6	5,6
56309	4,8	2,2	2,3	6,1
56002	3,6	1,9	3,7	5,1
56005	3,7	1,8	3,6	5,9
56009	5,2	1,9	2,5	7,6
56321	5,0	2,2	4,7	7,1
56323	5,5	2,1	4,6	7,3
56028	5,8	1,8	4,8	7,8
56026	5,9	2,0	4,6	7,4

Модификация математической модели ползучести (1), (2) и математической модели релаксации (3), (4) состоит в переходе от функций времен запаздывания τ_σ и времен релаксации τ_ε к фиксированным значениям усредненного времени запаздывания $\bar{\tau}_\sigma$ и усредненного времени релаксации $\bar{\tau}_\varepsilon$, соответственно [9].

Такая модификация, как показало дальнейшее расчетное прогнозирование деформационных и релаксационных процессов, мало влияет на уменьшение точности прогнозирования, но существенно уменьшает временные трудозатраты и потому является оправданным [10].

Математическое моделирование деформационных процессов полиамидных тканей для куполов парашютов осуществляется

$$\varepsilon_t = D_0 \sigma_t + (D_\infty - D_0) \frac{1}{\pi} \frac{1}{b_{n\sigma}} \int_0^t \sigma_\theta \frac{1}{1 + W_{\sigma,t-\theta}^2} \frac{1}{t-\theta} d\theta \quad (5)$$

с применением модифицированной математической модели ползучести (1), (2).

Аналогично моделирование релаксации

$$\varepsilon_t = E_0 \varepsilon_t - (E_0 - E_\infty) \frac{1}{\pi} \frac{1}{b_{n\varepsilon}} \int_0^t \varepsilon_\theta \frac{1}{1 + W_{\varepsilon,t-\theta}^2} \frac{1}{t-\theta} d\theta \quad (6)$$

на основе модифицированной математической модели релаксации (3), (4) с использованием интегральных выражений Больцмана-Вольтерра.

Аргументы-функционалы $W_{\sigma t}$ и $W_{\varepsilon t}$, входящие в выражения (5) и (6), определяются следующими формулами:

$$W_{\sigma t} = \frac{1}{b_{n\sigma}} \left(\ln \left(\frac{t}{t_1} \right) + \ln \left(\frac{t_1}{\tau_\sigma} \right) \right), \quad (7)$$

$$W_{\varepsilon t} = \frac{1}{b_{n\varepsilon}} \left(\ln \left(\frac{t}{t_1} \right) + \ln \left(\frac{t_1}{\tau_\varepsilon} \right) \right). \quad (8)$$

Формулы (5) и (6) являются основными для прогнозирования деформационных и релаксационных процессов изучаемых полиамидных тканей для куполов парашютов [12].

Адекватность использования модифицированных математических моделей ползучести (1), (2) и релаксации (3), (4) для прогнозирования деформационных и релаксационных процессов подтверждена сравнением прогнозируемых значений деформации и напряжений со значениями, определенными из эксперимента [13].

Немаловажной особенностью модернизированных математических моделей ползучести (1), (2) и релаксации (3), (4) является то, что они, в отличие от других однопольных математических моделей (например, основанных на применении в качестве нормированных функций ползучести $\varphi_{n\sigma}$

или релаксации $\varphi_{n\varepsilon}$ интеграла вероятности или гиперболического тангенса), наилучшим образом подходят для прогнозирования быстропротекающих процессов, к которым можно отнести деформационные и релаксационные процессы эксплуатации парашютных систем. Этот факт обусловлен замедленной сходимостью нормированных функций ползучести (2) и релаксации (4) к своим нулевым асимптотическим значениям при $t \rightarrow 0$, что соответствует наиболее адекватному учету деформационных и релаксационных откликов материала в начальные интервалы времени деформирования или релаксации соответственно [14].

Прогнозирование деформационных и релаксационных процессов полиамидных тканей, используемых в парашютных куполах, при небольших значениях времен имеет особое значение для анализа эксплуатационно-функциональных возможностей парашютных систем, так как от раскрытия парашюта в начальные моменты исследуемых деформационных и релаксационных процессов целиком зависит как жизнь парашютиста, так и сохранность спускаемой техники [15].

На рис. 1 (деформационный процесс со ступенчатой нагрузкой полиамидной ткани ПА-35: первая минута процесса – нагрузка P_1 , последующие минуты процесса – нагрузка P_2 (сплошные линии – эксперимент, о – расчетное прогнозирование по формуле (5))) приведен пример сложного деформационного процесса со ступенчатой

нагрузкой. Указанный процесс соответствует двухступенчатому раскрытию парашютной системы: сначала раскрывается один купол парашюта, а с минутной задержкой – второй, обеспечивающий более мягкое приземление спускаемой техники или парашютиста.

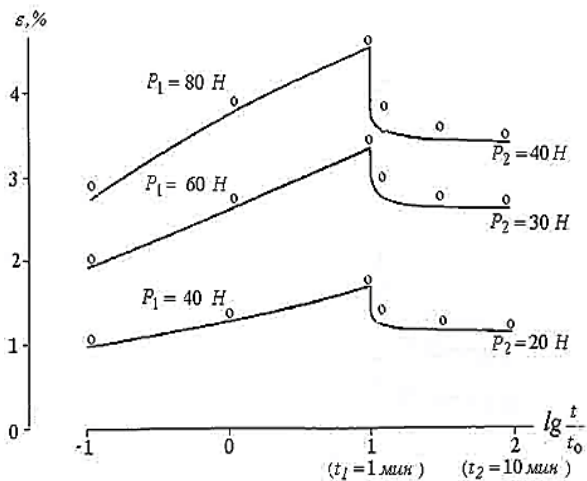


Рис. 1

Близость прогнозируемых значений деформации ε к значениям эксперимента на рис. 1 можно наблюдать для всего временного интервала сложного деформационного процесса. Это подтверждает адекватность предлагаемого математического моделирования деформационно-релаксационных процессов исследуемых тканей.

На основе проведенного математического моделирования деформационных и релаксационных процессов проводится сравнительный анализ исследуемых полиамидных тканей для куполов парашюта с целью отбора наилучших из них по критериям функционально-эксплуатационного назначения [16].

Проведенное исследование характеристик ползучести и релаксации полиамидных тканей для парашютных куполов (табл. 2, табл. 3) позволило определить полиамидную ткань с наибольшей интенсивностью ползучести и интенсивностью релаксации. Коэффициенты интенсивности ползучести $b_{n\sigma}$ и интенсивности релаксации $b_{n\varepsilon}$ показывают степень интенсивности указанных процессов, которая обратно

пропорциональна значениям этих коэффициентов [17]. Наиболее интенсивно ползучесть и релаксация идет у ткани артикула 56014, у которой коэффициенты интенсивности ползучести и релаксации имеют наименьшие значения. Наименее интенсивно ползучесть и релаксация проходит у ткани артикула 56028, у которой коэффициенты интенсивности ползучести и релаксации имеют наибольшие значения. Параметры интенсивности ползучести и релаксации, по сути, определяют степень соответствия ткани приложенным деформационным усилиям и релаксационным изменениям. Чем меньше коэффициенты ползучести и релаксации у ткани – тем она более пластична, хотя и имеет меньший срок службы. И наоборот: ткань с большими коэффициентами ползучести и релаксации менее пластична, но служит дольше.

Проведение сравнительного анализа деформационных и релаксационных характеристик исследуемых тканей выявило влияние поверхностной плотности, а также линейной плотности образующих нитей и других факторов на их деформационно-релаксационные свойства. Сравнивая характеристики ползучести и релаксации (табл.2, табл.3) изучаемых тканей из нитей различной линейной плотности, определяем, что более интенсивно деформационные и релаксационные процессы идут у ткани артикула 56014 ($b_{n\sigma} = 1,5$, $b_{n\varepsilon} = 1,5$), а менее интенсивно – у ткани артикула 56028 ($b_{n\sigma} = 3,2$, $b_{n\varepsilon} = 4,8$).

Таким образом, чем менее интенсивно проходят процессы ползучести и релаксации, тем менее изнашиваются ткани, а следовательно, такие парашюты прослужат дольше. Если процессы ползучести и релаксации проходят более интенсивно, то парашюты быстрее изнашиваются, но создают более комфортные условия для парашютистов и спускаемой техники, так как смягчают момент раскрытия парашюта и более пружинят.

Было также определено, что линейная плотность нитей влияет на интенсивность деформационных и релаксационных про-

цессов в тканях, а следовательно, и на маневренность парашютов. Высокоскоростные и маневренные парашюты рекомендовано оснащать куполами из более тонких тканей, хотя это и ускоряет их износ.

Для проведения сравнительного анализа релаксационно-деформационных свойств полиамидных тканей для куполов парашютов введены в рассмотрение такие параметры, как степень релаксации k_{rel} и степень ползучести k_{pol} . Физически эти параметры соответствуют тому, насколько полно проходят процессы релаксации и процессы ползучести у изучаемых материалов [18]:

$$k_{rel} = \frac{E_0 F - E_\infty F}{E_0 F} \cdot 100\%, \quad (9)$$

$$k_{pol} = \frac{D_\infty F^{-1} - D_0 F^{-1}}{D_\infty F^{-1}} \cdot 100\% .$$

При проектировании куполов парашютов необходимо учитывать также влияние ультрафиолетового излучения на релаксационно-деформационные свойства полиамидных тканей, эксплуатируемых при активном солнечном свете. Для уменьшения влияния вредоносного воздействия ультрафиолетового излучения в виде солнечного света на полиамидные ткани предлагается окрашивать эти ткани в светоотражающие цвета.

ВЫВОДЫ

1. Предложенные модифицированные математические модели ползучести и релаксации полиамидных тканей для парашютных куполов позволяют с достаточной степенью точности определять характеристики ползучести и релаксации указанных материалов.

2. Предлагаемые математические модели деформационных, релаксационных и восстановительных свойств полиамидных тканей для парашютных куполов являются

адекватными и лежат в основе методик прогнозирования деформационных, релаксационных и восстановительных процессов указанных материалов.

3. Проведенный сравнительный анализ релаксационно-деформационных процессов полиамидных тканей для парашютных куполов выявил закономерности, позволяющие повысить качество и надежность проектируемых парашютных систем.

4. В ходе проведенного качественного анализа деформационно-релаксационных свойств полиамидных тканей для парашютных куполов выявлено, что:

- легкие и маневренные парашюты должны иметь купола, изготовленные из тканей с нитями наименьшей линейной плотности;

- купола парашютов, изготовленные из тканей с нитями наибольшей линейной плотности, отличаются меньшей комфортностью для парашютистов, но большей долговечностью;

- купола парашютов, изготовленных из тканей с нитями малой линейной плотности, являются более комфортными, но менее долговечными;

- при проектировании куполов парашютов, эксплуатируемых при активном солнечном свете, необходимо учитывать вредное влияние на деформационно-релаксационные свойства полиамидных тканей ультрафиолетового излучения, для защиты от которого целесообразно окрашивать применяемые ткани в светоотражающие цвета.

5. Предлагаемые методы исследования деформационно-релаксационных свойств полиамидных тканей для куполов парашютов на основе применения модифицированных математических моделей ползучести и релаксации, а также математических моделей прогнозирования их деформационных, релаксационных и восстановительных процессов являются достаточно универсальными и могут применяться для других классов полимерных текстильных материалов, обладающих вязкоупругими свойствами.

1. Макаров А.Г. Контроль параметров нелинейно-наследственных ядер релаксации и запаздывания синтетических нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №2.
2. Сталевич А.М., Макаров А.Г. Определение вязкоупругих характеристик на примере полиакрилонитрильной нити // Химические волокна. – 2001, №6. С.68...70.
3. Макаров А.Г. Определение аналитической взаимосвязи нормированных ядер релаксации и ползучести в линейной теории вязкоупругости текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №2. С.13...17.
4. Макаров А.Г., Овсянников Д.А. Компьютерное определение спектральных и энергетических характеристик синтетических тканей // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2005, №11. С.5...9.
5. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Оптимизация выбора модели вязкоупругости синтетических нитей // Химические волокна. – 2006, №6. С.47...51.
6. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Компьютерное прогнозирование деформационных процессов текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №2. С.14...18.
7. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Вариант прогнозирования нелинейно-наследственной вязкоупругости полимеров // Прикладная механика и техническая физика. – 2007. Т. 48, №5. С.147...157.
8. Горшков А.С., Макаров А.Г., Рымкевич О.В., Рымкевич П.П. Математическое моделирование процессов нестационарной теплопроводности через многослойные изделия текстильной и швейной промышленности // Дизайн. Материалы. Технология. – 2010, №4 (15). С.88...92.
9. Зурахов В.С., Макаров А.Г., Макарова М.А. Прогнозирование деформационных свойств полиамидных тканей для парашютных куполов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2011, №4 (19). С.81...86.
10. Макаров А.Г., Слуцкер Г.Я., Терушкина О.Б., Дроботун Н.В. Физический анализ кинетики ползучести монопнитей из полипропилена и поливинилиденфторида // Дизайн. Материалы. Технология. – 2012, №3 (23). С.41...44.
11. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Демидов А.В., Вагнер В.И. Спектральный анализ релаксационных свойств полимерных нитей аморфно-кристаллического строения // Химические волокна. – 2013, №5. С.44...47.
12. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Вагнер В.И., Рымкевич П.П., Горшков А.С. Основы математического моделирования релаксации и ползучести полимерных материалов // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013, №3 (21). С. 27...31.
13. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Вагнер В.И., Рымкевич П.П., Горшков А.С. Основы спектрально-

временного анализа релаксационных и деформационных свойств полимерных материалов текстильной и легкой промышленности // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2014, №1 (23). С.19...23.

14. Макаров А.Г., Слуцкер Г.Я., Переборова Н.В., Васильева В.В., Вагнер В.И. Кинетика релаксации напряжения и ползучести в ориентированных волокнах полипропилена // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2015, №1 (27). С.101...105.

15. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Вагнер В.И., Васильева Е.К. Математическое моделирование релаксации и ползучести полимерных нитей медицинского назначения // Химические волокна. – 2014, №6. С.37...41.

16. Макаров А.Г., Демидов А.В., Переборова Н.В., Егорова М.А. Моделирование и расчетное прогнозирование релаксационных и деформационных свойств полимерных парашютных строп // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №6. С.194...205.

17. Переборова Н.В. Разработка инновационных методов контроля эксплуатационных свойств и повышения качества материалов текстильной и легкой промышленности // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2015, №3 (29). С.11...19.

18. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Вагнер В.И., Васильева Е.К. Сравнительный анализ деформационных свойств араидных нитей и текстильных материалов из них // Химические волокна. – 2016, №1. С.37...42.

R E F E R E N C E S

1. Makarov A.G. Kontrol' parametrov nelinejno-nasledstvennyh jader relaksacii i zapazdyvanija sinteticheskikh nitej // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2000, №2.
2. Stalevich A.M., Makarov A.G. Opredelenie vjaskouprugih harakteristik na primere poliakrilonitril'noj niti // Himicheskie volokna. – 2001, №6. S.68...70.
3. Makarov A.G. Opredelenie analiticheskoi vzaimosvjazi normirovannyh jader relaksacii i polzuchesti v lineinoj teorii vjaskouprugosti tekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2002, №2. S.13...17.
4. Makarov A.G., Ovsjannikov D.A. Komp'juternoe opredelenie spektral'nyh i jenergeticheskikh harakteristik sinteticheskikh tkanej // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tehnologii i dizajna. – 2005, №11. S.5...9.
5. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Optimizacija vybora modeli vjaskouprugosti sinteticheskikh nitej // Himicheskie volokna. – 2006, №6. S.47...51.
6. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Komp'juternoe prognozirovanie deformacionnyh processov tekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2007, №2. S.14...18.

7. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Variant prognozirovaniya nelinejno-nasledstvennoj vjazkoupругosti polimerov // Prikladnaja mehanika i tehničeskaja fizika. – 2007. T. 48, №5. S.147...157.
8. Gorshkov A.S., Makarov A.G., Rymkevich O.V., Rymkevich P.P. Matematicheskoe modelirovanie processov nestacionarnoj teploprovodnosti cherez mnog-oslojnye izdelija tekstil'noj i shvejnoj promyshlennosti // Dizajn. Materialy. Tehnologija. – 2010, №4 (15). S.88...92.
9. Zurahov V.S., Makarov A.G., Makarova M.A. Prognozirovanie deformacionnyh svojstv poliamidnyh tkaney dlja parashjutnyh kupolov // Dizajn. Materialy. Tehnologija. – 2011, №4 (19). S.81...86.
10. Makarov A.G., Slucker G.Ja., Terushkina O.B., Drobotun N.V. Fizicheskij analiz kinetiki polzuchesti mononitej iz polipropilena i polivinilidenforida // Dizajn. Materialy. Tehnologija. – 2012, №3 (23). S.41...44.
11. Makarov A.G., Pereborova N.V., Demidov A.V., Vagner V.I. Spektral'nyj analiz relaksacionnyh svojstv polimernyh nitej amorfno-kristallicheskogo stroenija // Himicheskie volokna. – 2013, №5. S.44...47.
12. Makarov A.G., Pereborova N.V., Vagner V.I., Rymkevich P.P., Gorshkov A.S. Osnovy matematicheskogo modelirovaniya relaksacii i polzuchesti polimernyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2013, №3 (21). S. 27...31.
13. Makarov A.G., Pereborova N.V., Vagner V.I., Rymkevich P.P., Gorshkov A.S. Osnovy spektral'no-vremennogo analiza relaksacionnyh i deformacionnyh svojstv polimernyh materialov tekstil'noj i legkoj promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2014, №1 (23). S.19...23.
14. Makarov A.G., Slucker G.Ja., Pereborova N.V., Vasil'eva V.V., Vagner V.I. Kinetika relaksacii naprjazhenija i polzuchesti v orientirovannyh voloknah polipropilena // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2015, №1 (27). S.101...105.
15. Makarov A.G., Pereborova N.V., Vagner V.I., Vasil'eva E.K. Matematicheskoe modelirovanie relaksacii i polzuchesti polimernyh nitej medicinskogo naznachenija // Himicheskie volokna. – 2014, №6. S.37...41.
16. Makarov A.G., Demidov A.V., Pereborova N.V., Egorova M.A. Modelirovanie i raschetnoe prognozirovanie relaksacionnyh i deformacionnyh svojstv polimernyh parashjutnyh strop // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №6. S.194...205.
17. Pereborova N.V. Razrabotka innovacionnyh metodov kontrolja jekspluacionnyh svojstv i povyshenija kachestva materialov tekstil'noj i legkoj promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2015, №3 (29). S.11...19.
18. Makarov A.G., Pereborova N.V., Vagner V.I., Vasil'eva E.K. Sravnitel'nyj analiz deformacionnyh svojstv aramidnyh nitej i tekstil'nyh materialov iz nih // Himicheskie volokna. – 2016, №1. S.37...42.

Рекомендована кафедрой интеллектуальных систем и защиты информации СПбГУПТД. Поступила 01.10.16.

УДК 519.23:628.85

**ОПТОВОЛОКОННАЯ ТОМОГРАФИЯ
КАК МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА
В РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЯХ АВТОНОМНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**FIBER OPTIC TOMOGRAPHY AS A METHOD FOR QUANTITATIVE ESTIMATION
OF PARAMETERS OF MICROCLIMATE IN THE WORKING PREMISES
OF THE AUTONOMOUS TEXTILE INDUSTRIES**

Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, Н.В. ВИНОГРАДОВА, И.А. ЗАЙЦЕВА, М.Р. ИРОДОВА
R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, N.V. VINOGRADOVA, I.A. ZAYTSEVA, M.R. IRODOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: 4932421318@mail.ru

Для диагностики температурного состояния помещений авторами предложен аппаратный термометрический метод диагностирования на основе тепловизионного прибора. Оптоэлектронный прибор работает в реальном времени с возможностью сохранения записи информации и передачи полученных данных. Разработанная модель алгоритма с программным обеспечением позволяет получать численные значения параметров комфортного микроклимата помещений, таких как теплопотери, инфильтрация, стратификация и влажность. Используя компьютерную томографию (получая при этом картину спектра температур) и разработанную авторами численную оценку теплопотерь, можно принимать решения о необходимости ремонта и объемах работ.

For diagnosing temperature state of the premises the authors proposed a hardware method of thermometric diagnosis based on thermal imaging of the device. Optoelectronic device works in real time with the ability to save information recording and transfer of the received data. The developed model algorithm software allows to obtain numerical values of the parameters a comfortable microclimate amenities such as, heat loss, infiltration, stratification and humidity. Using a CT scan to give a picture of the range of temperatures and the authors developed a numerical estimate of heat loss, decisions are made about necessary repairs and scope of work.

Ключевые слова: тепловизор, микроклимат, тепловые потери.

Keywords: thermal imager, microclimate, heat losses.

В процессе развития современных строительных технологий при создании воздухо- непроницаемых и паронепроницаемых ограждающих конструкций возникает настоятельная необходимость в диагностике температурного состояния помещений. Сегодня в строительных технологиях аппаратный термометрический метод диагностирования на основе тепловизорного прибора востребован и субъективно, и объективно. Предлагаемый оптоэлектронный прибор – тепловизор – может работать в реальном времени, хранить информацию и передавать полученные данные, а с учетом наших новых разработок (инженерных и схемных решений) можно получать числовые оценки теплопотерь, инфильтрации, стратификации и влажности, то есть получать основные параметры комфортного микроклимата помещения [2, с. 243]. Таким образом, предлагаемое нами решение – это создание модели – алгоритма с программным обеспечением для получения численных значений теплопотерь (сопутствующих характеристик), дифференцированных температурным состоянием поверхности.

Анализ реальных теплопотерь желательно проводить по фактическому состоянию строения, а также при приемке после монтажа, до и после ремонта и при различных комплексных обследованиях. По результатам обследования составляется заключение о необходимости ремонта и объеме работ.

Получая температурное поле при тепловизорной съемке, мы можем качественно характеризовать распределение теплопотерь, оценивать воздухообмен, можем также выявить участки поверхности с температурой, превышающей допустимые значения (СНиП 2.04.14–88). Для получения количественной оценки теплопотерь данных тепловизорной съемки с учетом полученных термограмм, как правило, бывает недостаточно. Известно, что теплопотери с поверхности строения в окружающую среду определяются по формуле:

$$Q = \alpha(t - t_{\text{в}})S,$$

где α – коэффициент теплоотдачи поверхности, Вт/м² · °С; t – средняя температура поверхности, °С; $t_{\text{в}}$ – температура окружающего воздуха, °С; S – площадь поверхности, м².

Определение величины теплопотерь связано с определением всех входящих в уравнение величин и выполняется в ходе рабочего режима, включающего как тепловизорную съемку, так и контактные измерения. Результатами тепловизорной съемки являются термограммы обследованных поверхностей облучения, по которым определяются средние температуры поверхностей. Температура окружающего воздуха измеряется с помощью термометра. Для определения коэффициента теплоотдачи поверхностей используем табличные данные. В этом случае требуются дополнительные функции при выборе модели тепловизора: способ запаса изображений (жесткий диск, карта памяти SD, USB, флеш-карта), способ обработки изображений и программное обеспечение для анализа и вычисления величины теплопотерь.

Таким образом, результатом тепловизорной съемки являются интегральная характеристика количественной оценки теплопотерь исследуемой поверхности (объекта) и термограмма теплопотерь по участкам поверхности.

В практическом смысле применение такого термографического метода с целью обследования и контроля целостности строительного сооружения автономных текстильных швейных цехов – это экологическая и энергосберегающая технология в текстильной энергетике, экономически оправданное, эффективное средство снижения риска аварий на производстве, экономии средств, времени и улучшения условий работающих [1, с. 190].

Комплексное обследование малоэтажных автономных текстильных строений тепловизором – это определение и вычисление путей потери тепла. В текстильных малоэтажных строениях затраты на обогрев составляют 20...30% финансовых издержек. Однако затраты на отопление можно значительно сократить, используя предлагаемую нами компьютерную томографию.

Различные цвета, получаемые на термограмме, показывают интенсивность инфракрасных лучей – примерное представление о переохлажденных участках строения, а программное обеспечение переводит эти цвета в цифры. Отсюда можно сделать вывод, из-за каких факторов происходит изменение микроклимата в производственном помещении, где работают люди (влажность, отопительные системы и т.д.). Термографический отчет дает возможность увидеть картину строительных недочетов: дефекты окон, стыков, перекрытий, диагностировать наличие "мостиков холода" в рамках оценочных величин с перечнем всех выявленных проблем, а в случае необходимости давать рекомендации по их устранению [3].

Для реализации нашего алгоритма диагностики, на наш взгляд, наиболее экономически выгоден оптоэлектронный прибор – тепловизор со следующими параметрами. Модель UTI 160 В, у которой температурный диапазон измерений в пределах от -20°C до 300°C, с разрешающей способностью 160×120 пикселей, с видеовыходом на телевизионную систему NTSC и PaL. Имеет последовательный порт USB (производство КНР).

Методические указания, разрабатываемые в наших условиях для этих устройств (приборов), позволят пользователям определиться с требованиями к энергоэффективным помещениям (строениям). Термографическая диагностика укажет на возможность регулирования потребления тепла, газа, электроэнергии. А при совмещенном применении тепловизионного контроля и "аэродвери" появится возможность выявлять все скрытые дефекты воздухообмена. Современная оперативная экспертиза предлагаемыми устройствами (тепловизор соответствует ГОСТу Р53698–2009) позволяет преобразовать параметры теплового поля (интенсивность, температурный градиент, контраст, лучистость и др.) в электрический сигнал для передачи его на регистрирующий прибор. Тепловизиорное изображение на экране – это температурная матрица, благодаря которой создается развитое программное обеспечение, позволяющее

конвертировать термограммы в открытые форматы файлов (файлы программы MATLAB) так, чтобы пользователь мог применять обширные возможности цифровой обработки данных с целью получения необходимых числовых параметров через порт USB или FireWire [4].

ВЫВОДЫ

Предлагаемый модифицированный оптоэлектронный прибор, на наш взгляд, будет востребован строительной инфраструктурой – проектировщиками и строителями, экспертизой, управляющими компаниями и ТСЖ, ремонтниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Федосеев В.Н. Возможность внедрения экологической и энергосберегающей технологии в текстильной энергетике // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 188...192.
2. 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. – 2015. С. 241...251.
3. Патент № 4170419. Оптическая система контроля пороков ткани. – 1979.
4. Федосеев В.Н. Автоматизация контроля в технологии поверхностной обработки текстильных материалов. – Иваново, 1990. С.87.

REFERENCES

1. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Fedoseev V.N. Vozmozhnost' vnedrenija jekologicheskoj i jenergosberegajushhej tehnologii v tekstil'noj jenergetike // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 2. S. 188...192.
2. 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 tehniceskikh, organizacionno-tehnologicheskikh i jekonomicheskikh reshenij. – 2015. S. 241...251.
3. Patent № 4170419. Opticheskaja sistema kontrolja porokov tkani. – 1979.
4. Fedoseev V.N. Avtomatizacija kontrolja v tehnologii poverhnostnoj obrabotki tekstil'nyh materialov. – Ivanovo, 1990. S.87.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 10.02.17.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПРОНИКНОВЕНИЯ
ЧАСТИЦ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА
ЧЕРЕЗ ОТВЕРСТИЯ СИТОВОГО ТКАНОГО ПОЛОТНА
ПРИ ВИБРОСЕПАРАЦИИ**

**DETERMINATION OF PROBABILITY OF FINE-PARTICLE MATERIALS
PENETRATION THROUGH OPENINGS OF CLOTH SIEVE
DURING VIBRATORY SEPARATION**

В.А. ОГУРЦОВ, А.П. АЛЕШИНА, М.А. ГРИЦЕНКО, А.В. ОГУРЦОВ
V.A. OGURTZOV, A.P. ALESHINA, M.A. GRITZENKO, A.V. OGURTZOV

(Ивановский государственный политехнический университет,
Ивановский государственный энергетический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University,
Ivanovo State Power University)
E-mail: ogurtzovvawork@mail.ru

В работе рассмотрена математическая модель определения вероятности проникновения частиц мелкодисперсных сыпучих материалов через отверстия вибрирующего ситового тканого полотна, выполненного переплетением шелковых или синтетических нитей. Модель построена на основе одномерной версии метода дискретных элементов, рассматривающей законы движения ансамбля частиц над вибрирующим ситом.

The mathematical model of determination of probability of fine-particle materials penetration through openings of cloth sieve which is made of silk or synthetic fibers was investigated. The model is based on the one-dimensional version of the discrete element method that considers the laws of motion of the particle ensemble under the vibrating sieve.

Ключевые слова: ансамбль частиц, ситовое тканое полотно, мелкодисперсный сыпучий материал, эффективность отсева.

Keywords: ensemble of particles, woven screen cloth, fine granular material, screening efficiency.

Целью вибрационной сепарации является разделение мелкодисперсных сыпучих материалов на надситовой и подситовой классы, у которых размер частиц соответственно больше и меньше размера отверстий сита. Сыпучая среда приводится в псевдооживленное состояние за счет вибродействия, которое передается от сита слою сыпучего материала. Частицы подситового класса мигрируют через слой сыпучего материала к ситуму и, в зависимости от их размера и условий контакта с просеивающей поверхностью, проходят или не про-

ходят через отверстия сита. Вероятность такого прохождения является определяющим параметром протекания всего процесса сепарации [1].

Скорость выхода частиц в подситовое пространство зависит от амплитуды и частоты колебаний сита и определяется числом соударений частиц с просеивающей поверхностью [2]. Существенное влияние на процесс классификации оказывают характеристики ситовых полотен: размеры и форма отверстий (расстояния между нитями основы и утка), способы переплетения

(полотняное, саржевое и другие), материалы нити (капрон, полиэфир, полиамид, натуральный шелк) и ее толщина. Эффективность процесса сепарации зависит от физико-механических свойств сепарируемого материала и, в частности, от соотношения размеров частиц подситового класса и отверстий сита, а мелкодисперсный сыпучий материал содержит значительное количество частиц граничной крупности [3].

Подавляющее большинство авторов, моделирующих процесс проникновения частиц через отверстия просеивающей поверхности при вибросепарации, рассматривают взаимодействие одиночной частицы с вибрирующим ситом [2...6]. Такая модель является весьма приближенной. Она не позволяет учесть взаимодействия частиц друг с другом и с просеивающей поверхностью при их столкновениях. Влияние параметров процесса на число соударений частиц с просеивающей поверхностью может быть выявлено на основе простейшей одномерной версии метода дискретных элементов, рассматривающей поведение не отдельной частицы, а ансамбля частиц над вибрирующим ситом.

Моделирование пространственного процесса движения ансамбля частиц над ситом с учетом широкого спектра их размеров и форм проблематично. Поэтому реальные частицы условно заменяются эквивалентными телами правильной формы – шарами, диаметры которых равны и соответствуют характеристике крупности сыпучей среды [5]. Количество частиц выбирается в соответствии с высотой слоя сыпучего материала на сите.

Расчетная схема процесса показана на рис. 1.

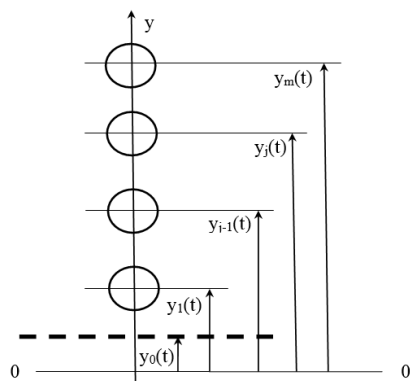


Рис. 1

Сито совершает колебания по закону:

$$y_0(t) = A \sin \omega t, \quad (1)$$

где A и ω – амплитуда и частота колебаний.

Над поверхностью с возможностью свободного движения в вертикальном направлении движутся m шарообразных частиц радиусом r с координатами центров $y_j(t)$. Считается, что в промежутках времени между столкновениями частицы движутся по закону свободного падения.

Разностная схема расчета этого движения имеет вид:

$$v_j^{i+1} = v_j^i + (-g)\Delta t, \quad (2)$$

$$y_j^{i+1} = y_j^i + v_j^i \Delta t, \quad (3)$$

где v – скорость частицы; Δt – шаг интегрирования по времени; i – номер шага.

На каждом временном шаге положения частиц проверяются на наличие или отсутствие удара. Соотношения удара рассчитываются различно для нижней частицы ($j=1$) и остальных ($j=2, \dots, m$) частиц.

Для $j=1$:

если

$$y_1^{i+1} \leq y_0^{i+1} + r,$$

то

$$y_1^{i+1} := y_0^{i+1} + r, \quad (4)$$

$$v_1^{i+1} := -(v_1^{i+1} - v_0^{i+1})k_1 + v_0^{i+1}, \quad (5)$$

где k_1 – коэффициент восстановления скорости при ударе нижней частицы о поверхность сита; $:=$ – оператор присваивания.

Для $j=2, \dots, m$:

если

$$y_j^{i+1} \leq y_{j-1}^{i+1} + 2r,$$

то

$$y_j^{i+1} := y_{j-1}^{i+1} + 2r, \quad (6)$$

$$v_{j-1}^{i+1} := \frac{1-k}{2} v_{j-1}^{i+1} + \frac{1+k}{2} v_j^{i+1}, \quad (7)$$

$$v_j^{i+1} := \frac{1+k}{2} v_{j-1}^{i+1} + \frac{1-k}{2} v_{j+1}^{i+1}, \quad (8)$$

где k – коэффициент восстановления скорости при ударе частиц друг о друга.

На рис. 2 представлен закон движения нижней частицы ансамбля из пяти частиц над ситом, совершающим колебания с амплитудой 5 мм и частотой 100 с⁻¹.

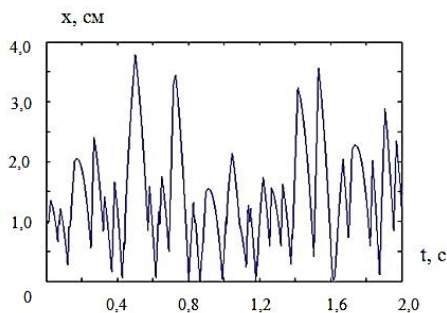


Рис. 2

На рис. 3 показано влияние частоты колебаний на частоту контактов частицы с ситом ϑ при различных амплитудах колебаний.

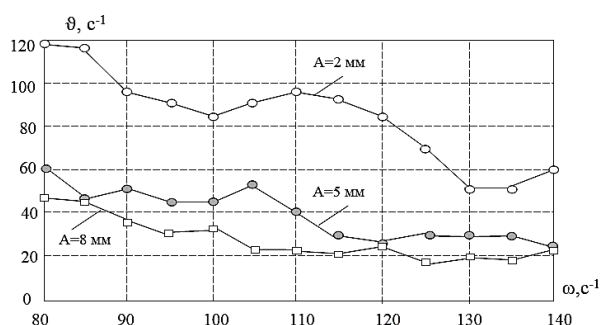


Рис. 3

Вероятность прохождения частицы через отверстие сита при одном соударении определится как:

$$p_f = \varphi \left(1 - \frac{\delta}{D}\right)^2, \quad (9)$$

где φ – коэффициент живого сечения сита; δ – диаметр частицы; D – размер отверстия. Для квадратного отверстия сита:

$$\varphi = \left(\frac{D}{D+d}\right)^2, \quad (10)$$

где d – толщина нити ситового полотна.

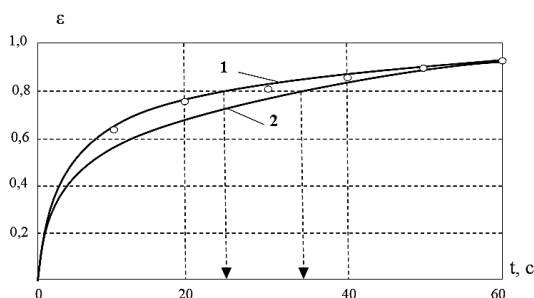


Рис. 4

На рис. 4 показаны расчетные кривые кинетики вибросепарации и опытные данные извлечения частиц подситового класса ϵ через отверстия сита от времени t при классификации двухкомпонентной смеси частиц на установке периодического действия.

Расчет проводили на основе ячеечной модели, изложенной в [1], [2], [4]. Вероятность выхода частицы в подситовое пространство рассчитывалась по формуле:

$$v_f = \vartheta p_f \Delta t = \vartheta \Delta t \varphi \left(1 - \frac{\delta}{D}\right)^2, \quad (11)$$

где ϑ – число контактов частицы с ситом в единицу времени; Δt – время одного перехода ячейки модели.

Для построения расчетной кривой кинетики сепарации 1 при подсчете числа соударений использовали модель движения ансамбля над ситом; для построения расчетной кривой 2 – модель движения одиночной частицы.

Как видно из рис. 4, расхождение между расчетными кривыми и экспериментальными данными невелико (значения кривой 1, кривой 2 и экспериментальные данные отличаются в среднем на 1,5 и 4,5% соответственно). Однако для достижения степени извлечения частиц проходного класса из сыпучей смеси, равной 80%, время классификации для кривой 1 составило 25 с, а для кривой 2 – 34 с. Это означает, что для промышленного аппарата можно увеличить скорость движения сыпучего материала по ситам, а следовательно, и производительность в 1,4 раза.

ВЫВОДЫ

Определение вероятности проникновения частиц мелкодисперсного сыпучего материала через отверстия ситового полотна, где число их соударений с ситом проводилось по модели движения ансамбля частиц над ним, позволило повысить точность расчетов основных показателей процесса: эффективности сепарации и производительности классифицирующего аппарата.

1. Огурцов В.А., Алешина А.П., Огурцов А.В., Брик Е.Р. Кинетика фракционирования мелкодисперсных сыпучих материалов с применением сетчатых тканых полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 1. С.201...204.
2. Мизонов В.Е., Огурцов В.А. и др. Процессы сепарации частиц в виброоживленном слое: моделирование, оптимизация, расчет. – Иваново, 2010.
3. Вайсберг Л.А., Картавый А.Н., Коровников А.Н. Просеивающие поверхности грохотов. Конструкции, материалы, опыт применения / Под ред. Л.А. Вайсберга. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2005.
4. Алоян Р.М., Федосов С.В., Мизонов В.Е. Теоретические основы математического моделирования механических и тепловых процессов в производстве строительных материалов. – Иваново: "ПресСто", 2011.
5. Богданов В.С., Ильин А.С. Семикопенко И.А. Процессы в производстве строительных материалов. – Белгород: "Везелица", 2007.
6. Пелевин А.Е. Вероятность прохождения частиц через сито и процесс сегрегации на вибрационном грохоте // Изв. вузов. Горный журнал. – 2011, №1. С. 119...129.

1. Ogurcov V.A., Aleshina A.P., Ogurcov A.V., Brik E.R. Kinetika frakcionirovanija melkodispersnyh syuchih materialov s primeneniem sitovyh tkanyh poloten // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 1. S.201...204.
2. Mizonov V.E., Ogurcov V.A. i dr. Processy separacii chastic v vibroozhizhennom sloe: modelirovanie, optimizacija, raschet. – Ivanovo, 2010.
3. Vajsberg L.A., Kartavyj A.N., Korovnikov A.N. Proseivajushhie poverhnnosti grohotov. Konstrukcii, materialy, opyt primenenija / Pod red. L.A. Vajsberga. – SPb.: Izd-vo VSEGEI. 2005.
4. Alojjan R.M., Fedosov S.V., Mizonov V.E. Teoreticheskie osnovy matematicheskogo modelirovanija mehanicheskikh i teplovyh processov v proizvodstve stroitel'nyh materialov. – Ivanovo: "PresSto", 2011.
5. Bogdanov V.S., Il'in A.S. Semikopenko I.A. Processy v proizvodstve stroitel'nyh materialov. – Belgorod: "Vezelica", 2007.
6. Pelevin A.E. Verojatnost' prohozhdenija chastic cherez sito i process segregacii na vibracionnom grohote // Izv. vuzov. Gornyj zhurnal. – 2011, №1. S. 119...129.

Рекомендована кафедрой технологии строительного производства. Поступила 06.02.17.

УДК 691.175:678.5/8

ПРОИЗВОДСТВО И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОТЕКСТИЛЯ В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

MANUFACTURING AND APPLICATION OF GEOTEXTILES IN THE IVANOVNO REGION

Р.М. АЛОЯН, Р.В. ПЕТРОВ, А.С. ОДИНЦОВ, А.Б. ПЕТРУХИН
R.M. ALOYAN, R.V. PETROV, A.S. ODINTSOV, A.B. PETRUKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет, ООО "Ультрастаб")
(Ivanovo State Polytechnical University, "Ultrastab")

E-mail: a.petruhin@mail.ru

В статье представлен опыт производства геотекстильных материалов в Ивановской области. Рассмотрены функции материалов и приведены сферы их применения.

The article presents the experience of production and use of geotextiles in the Ivanovo region. The functions of the materials and given their scope.

Ключевые слова: геотекстиль, функции материала, сферы применения, "Ультрастаб".

Keywords: geotextile, functions of material, scope, "Ultrastab".

В настоящее время геотекстиль стал достаточно распространенным материалом. Он широко используется в гражданском и промышленном строительстве, сельском хозяйстве, медицине, в области электроники и бытовой техники. В строительной сфере геотекстиль применяется в составе 100%-ной полипропиленовой мононити; изготовлен он иглопробивным способом, так как именно такой материал считается самым качественным. Конкретно в строительных работах геотекстиль используют при возведении фундаментов различных зданий и сооружений, строительстве автострад, взлетных полос аэродромов. Он может быть использован как разделительный слой между ПВХ-мембраной и экструзионным пенополистиролом в конструкциях кровли. Также геотекстиль укладывают под слой брусчатки или тротуарной плитки [1...4].

Спрос рождает предложение. Поэтому на российском рынке в настоящее время можно встретить геотекстиль как отечественных, так и зарубежных производителей. В Ивановской области лидером по производству и продаже геосинтетических материалов является компания "Ультрастаб". Производство ориентировано на замещение продукции импортного производителя – компании "Хьюскер" и находится в текстильном кластере РФ. Для производства геоматериалов используется новое немецкое высокотехнологичное оборудование, способное вырабатывать полотно шириной 5,2 м. Использование геоматериалов в дорожном строительстве увеличивает качественные показатели дорожного покрытия, его долговечность и стойкость к внешним воздействиям. Перед компанией стоит задача – используя европейские технологии и отечественные трудовые и интеллектуальные ресурсы, внести свой вклад в развитие как Ивановского региона, так и Российской Федерации в целом.

Компания "Ультрастаб" – молодое, быстроразвивающееся предприятие, созданное в рамках программы импортозамещения. Оказывает полный спектр услуг, связанных с поставкой материалов на объекты различного назначения, проектированием и разработкой продукции со специ-

альными свойствами по индивидуальным требованиям заказчика.

ООО "Ультрастаб" обладает огромным производственным, инновационным и кадровым потенциалом для реализации стратегических задач – расширение географии продаж и доли рынка. Эффективное использование производственных мощностей позволяет обеспечить стабильный выпуск широкого ассортимента геосинтетических материалов в объеме 200 000 м² в месяц [5].

Компания "Ультрастаб" производит свыше 40 видов геотекстильных материалов: георешетки, геоткани и геокомпозиты, отвечающие запросам современного рынка геосинтетики, конкурентоспособные по цене и эксплуатационным свойствам в сравнении с международными аналогами. К наиболее востребованным из них относятся: Геотекстиль Ultranit, UltraNIT ASF (Ультранит Асфальт), Геотекстиль UltraStab и UltraNIT 3D.

Геотекстиль Ultranit – георешетка с полимерной пропиткой, изготовленная ткацким способом из высокомолекулярного полиэстера, имеет плоскую сетчатую структуру с различными размерами ячеек, позволяет выдерживать большие статические и динамические нагрузки, может быть одноосная и двуосная. Применение данной георешетки снижает колебательность от движения транспорта, уменьшает расход инертных материалов в основании насыпи, что позволяет получить экономический эффект, сократить сроки строительства, увеличить сроки службы конструкций. При необходимости используется как геокомпозит – в комплексе с неткаными геотекстильными материалами различной плотности.

Функции материала: исключает взаимопроникновение конструктивных слоев; позволяет получить эффект заклинивания структурного наполнителя в ячейках, что позволяет избегать горизонтальных сдвигов; выдерживает значительные нагрузки при низких деформациях; уменьшает подвижность щебня, что приводит к снижению его истираемости; исключает попадание щебня в слой из песка, что сохраняет его дренажную функцию.

Сфера применения Ultranit.

1. Армирование слабых оснований при строительстве дорог, стоянок, нефтегазовых терминалов.

2. Армирование и разделение конструктивных слоев дорожных одежд при строительстве.

3. Строительство площадок под высокие нагрузки (склады, порты и т.п.).

4. Строительство армогрунтовых и подпорных конструкций.

5. Защита конструкций от деформаций и просадок грунта.

UltraNIT ASF (Ультранит Асфальт) – геокомпозит из полиэфирных высокомодульных нитей (PET, полиэстер) и основы в виде тонкого нетканого полипропиленового полотна, с полимерно-битумной пропиткой. Применяется для армирования конструктивных слоев дорожных одежд при строительстве новых и реконструкции существующих автомобильных дорог, аэродромов, площадок под высокие нагрузки (портовые сооружения, контейнерные терминалы, стоянки большегрузных автомобилей, складские комплексы).

Функции материала: повышает упругие свойства, тем самым увеличивая сопротивляемость дорожного полотна разрыву и растягивающим усилиям при длительных и многократных прикладываемых нагрузках; увеличивает распределяющую способность асфальтобетона, в результате чего напряжения от колес автомобиля распределяются на значительно большую площадь, что способствует уменьшению концентрации напряжений и, следовательно, замедляет процесс образования трещин, колеи, увеличивает межремонтные периоды, снижает эксплуатационные затраты.

Ультранит Асфальт – георешетка и нетканая подложка пропитаны битумным составом для увеличения коэффициента сцепления (адгезии) с асфальтобетоном, что обеспечивает высокую устойчивость к растягивающим напряжениям и способствует их равномерному распределению.

Полиэстер обладает высокой механической прочностью, низким удлинением и имеет наиболее близкие к модулям асфаль-

тобетона показатели упругости при растяжении. Наличие нетканой подложки облегчает технологический процесс укладки, сокращает сроки проведения работ на объекте. Материал прост в укладке и не требует дополнительной фиксации с помощью анкерных креплений. Ширина полотна до 5,2 м.

Геотекстиль UltraStab – представляет собой ткань с прочностью на растяжение до 2000 кН/м. Изготавливается ткацким способом из высокомодульного полиэстера, благодаря чему выдерживает большие растягивающие нагрузки при незначительном относительном удлинении. Уникальные эксплуатационные характеристики способствуют широкому применению геополотна в строительстве в различных климатических регионах. Максимальная ширина полотна достигает 5,4 м. Высокопрочный тканый геотекстиль Ультрастаб обладает низкой ползучестью, водопроницаемостью, устойчивостью к агрессивным средам, ультрафиолетовым излучениям. Применение увеличивает срок эксплуатации возводимой конструкции и позволяет снизить затраты, сократить сроки при строительстве объекта путем уменьшения объема привозного заполнителя. Для укладки ткани не требуется специальных инструментов и высокой квалификации рабочих.

Сфера применения геотекстиля Ultrastab.

1. Армирование земляных сооружений.
2. Укрепление откосов и склонов.
3. Сооружение насыпей на слабых основаниях.

4. Возведение подпорных стен.
5. Разделение конструктивных слоев.
6. Фильтрация.

7. Армирование сложных дорожных оснований.

Георешетка ULTRANIT 3D – тканая полиэфирная георешетка в 3D-исполнении, изготавливается на новейшем высокотехнологичном немецком оборудовании. Предназначена для укрепления поверхности насыпей, склонов, откосов земляного полотна при строительстве дорог, укрепления береговой линии. Применяется для повышения устойчивости грунтов поверх-

ностной зоны насыпи, искусственной ландшафтной конструкции в течение периода эксплуатации, а также для замедления и предотвращения эрозии грунта под действием воды и ветра, при неравномерности осадков и температурных изменениях в основании. Данный вид георешетки повышает устойчивость откосного слоя насыпей и выемок к ветровым и водным эрозиями, суффозиционным процессам. Применение георешетки ULTRANIT 3D позволяет разработать наиболее эффективные с точки зрения технико-экономической выгоды конструктивные решения.

Функции материала: ULTRANIT 3D армирует и укрепляет основания и наклонные конструкции, откосы на время развития дернового слоя, применяется в дорожном и ландшафтном строительстве, в комбинации с другими видами укрепления: биологическими, несущими, изолирующими.

Сфера применения Ultratnit 3D: укрепление откосов насыпи и береговых линий водоемов, конусов мостов и путепроводов; укрепление откосов земляных автомобильных дорог, железнодорожных путей, в строительстве гидросооружений; увеличение крутизны откосов; защита склонов от оползневых процессов, ветровой и дождевой эрозии; укрепление откосов насыпи земляного полотна котлована [5].

В настоящее время Компания "Ультрастаб" осуществляет разработку новых перспективных видов геосинтетических материалов, не имеющих российских аналогов. Новые материалы проходят испытания в собственной лаборатории, в НИИ ТСК, НИИ НМ, ИвНИИПиК и других ведущих отраслевых институтах. В этом аспекте представляется перспективным направление сотрудничества предприятия с Ивановским государственным политехническим университетом (ИВГПУ) в рамках реализации стратегической программы развития Инжинирингового центра текстильной и легкой промышленности на базе ИВГПУ. В соответствии с заключенным Договором Компании "Ультрастаб" с Инжиниринговым центром ТЛП ИВГПУ в настоящее время осуществляется создание

научно-образовательной кафедры на территории Компании, в состав которой входят как сотрудники ИВГПУ, так и работники Компании "Ультрастаб". На площадях Компании размещаются два ткацких станка СТБУ 1-540-1Ф и СТБУ 1-540-1, закупленные ИВГПУ на средства субсидии Минобрнауки РФ по Стратегической программе реализации проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования, областью использования которых являются: производство сетки для армирования строительных панелей, укрытия растений, фасовки сельхозпродуктов, основы для ковров, геоткани, биг-бэги. Объединение научно-образовательного потенциала ИВГПУ и Компании "Ультрастаб" позволит решать глобальные проблемы развития текстильной отрасли не только в Ивановской области, но и в России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Расчет основных параметров конструкций дорожной одежды с применением геотекстильных синтетических защитно-дренирующих материалов// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 51...55.
2. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Применение геосинтетических материалов в строительстве: экономический аспект// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 3. С.14...19.
3. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н. Экологические и энергосберегающие технологии в текстильной и легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С. 263...266.
4. Петрухин А.Б., Закревская Л.В., Гандельсман А.И. Упрочнение грунтового основания для сооружений нетканым геотекстильным материалом и пеностеклянным щебнем // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С.277...280.
5. www.ultrastab.ru.

REFERENCES

1. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Oparina L.A. Raschet osnovnyh parametrov konstrukcij dorozhnoj odezhdy s primeneniem geotekstil'nyh sinteticheskikh zashhitno-drenirujushhih materialov// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 2. S.51...55.

2. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Oparina L.A. Primenenie geosinteticheskikh materialov v stroitel'stve: jekonomicheskij aspekt // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 3. S.14...19.

3. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Jekologicheskie i jenergoberegajushhie tehnologii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 6. S. 263...266.

4. Petruhin A.B., Zakrevskaja L.V., Gandel'sman A.I. Uprochnenie gruntovogo osnovanija dlja sooruzhenij netkanym geotekstil'nym materialom i penos-tekol'nym shhebne // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 6. S.277...280.

5. www.ultrastab.ru.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства ИВГПУ. Поступила 03.02.17.

УДК 745.522.2

**ТРАДИЦИИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
РОССИЙСКОГО ПРОВИНЦИАЛЬНОГО КУПЕЧЕСТВА XVIII-XIX ВВ.
НА ПРИМЕРЕ ДИНАСТИИ ПОСЫЛИНЫХ**

**TRADITIONS OF RUSSIAN PROVINCIAL ENTERPRISE MERCHANT CLASS
IN XVIII-XIX CENTURES
ON THE EXAMPLE OF POSYLIN DYNASTY**

Т.И. ИГНАТЬЕВА, А.Ф. ПЛЕХАНОВ
T.I. IGNATIEVA, A.F. PLEKHANOV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail ignatieva_muzey@mail.ru

Проведен анализ развития традиций предпринимательского быта российского провинциального купечества XVIII-XIX веков на примере династии шуйских купцов Посылиных. Биографические документы, относящиеся к известному предпринимательскому роду Посылиных, свидетельствуют об их высокой благотворительной деятельности. Активность русского купечества, промышленников и предпринимателей подготовила и обеспечила подъем отечественного текстильного производства, науки, образования, искусства в России в конце XIX – начале XX вв. (II и III технологические уклады по К-циклам Н. Д. Кондратьева).

The analysis in development of traditions in enterprise life of the provincial merchant class of Russia in XVIII-XIX centuries by example of dynasty Shuia Posylin merchants. Biographical documents relating to the known entrepreneurial nature of Posylin indicate their high charity. The activity of Russian merchants, industrialists and entrepreneurs prepared and ensured the rise of the domestic textile industry, science, education, art in Russia in the late XIX - early XX centuries. (II and III technological orders by N. Kondratieff cycles).

Ключевые слова: династия, купечество, мануфактура, предпринимательство, промышленность, текстиль, традиция.

Keywords: dynasty, merchants, manufacture, business, industry, textile, tradition.

Текстильное ремесло – производство шерстяных, льняных тканей, было широко распространено на территории Древней Руси. Уже в XV в. существовали самые разные приемы украшения тканей, в том числе и набойка рисунков. Летописные источники 1630 гг., во времена царствования Михаила Федоровича Романова, упоминают о производстве русской набойки по привозному миткалю. Полевые работы в нечерноземье занимали пять месяцев в году и заканчивались на Успеньев день, к 28 августа (н.ст.), и после начала новолетия (14 сентября, н. ст.), руки селян высвобождались для традиционных текстильных и ремесленных промыслов.

В городе Шуе, селе Иваново, Вознесенском посаде и селе Успенском в основном мужское население занималось набойкой холстов резными манерами. Этим ремеслом занимались не все, а отдельные мастера-красильщики, так как это требовало большого опыта, на приобретение высокого мастерства уходили годы. Число красильщиков росло, и среди них было много проворных и искусных. Лучших результатов в крашении достигали те мастера, кто освоил технологию окраски основными цветами: красным, оранжевым, голубым, синим, фиолетовым – цвета спектра света. Способы получения этих цветов мастера-красильщики хранили в тайне, добывая пигменты красителей из растений, минералов и других, хранимых семейными тайнами, источников. К середине XVIII в. появились мануфактуры, производившие масляные набойки на ситцах и льняных тканях. Переход на хлопчаткачество не требовал переустройства ткацких станков, поэтому текстильная промышленность в центральных регионах России конца XVIII – начала XIX вв. достигает высокого уровня развития, а XIX век можно назвать "ситцевым". Во второй половине XIX в. модные ситцы выпускали почти все мануфактурные районы России, но вместе с тем каждая из них отличалась неповторимым цветовым и графическим характером своих тканей.

Важным событием в отечественной текстильной промышленности первой половины XIX в. явилось вытеснение льна хлопчатобумажной пряжей. Центрами торговли пряжей в текстильном крае стали Шуя, деревни Бонячки и Каменка Кинешемского уезда, Глухово близ Богородска и Парское, Зуево Владимирской губернии. Они получали хлопчатобумажную пряжу сначала из Англии, а затем стали вырабатывать пряжу из хлопка Бухары и Хивы.

Среди многочисленных текстильных центров в Ивановском крае Шуя занимает особое место, являясь с древних времен центром торговли, развития различных ремесел и промышленности. Шуя – древний город, в летописных источниках упоминается с 1539 г. Но еще за 100 лет до этого Шуя была резиденцией суздальских князей Шуйских. Боярин Шуйский был избран царем Русского государства. Легендарное имя Дмитрия Пожарского также связано с владением им шуйскими землями Суздальского княжества.

В Шуе с давних времен развивались многочисленные ремесла. Шуйские мастера ткали холсты, выделывали сукна, кожу, овчину, шили полушубки и шапки. В мужских и женских монастырях Шуйской волости развивались вышивка и иконопись. Процветание всех отраслей неотделимо от самой истории города и ее выдающихся жителей. К потомственным родам города Шуи можно отнести Балиных, Бурялиных, Гарелиных, Киселевых, Куваевых, Павловых, Поповых, Посылиных, Рубачевых. Истории становления мануфактур очень разнообразны. Например, в 1812 г. из сгоревшей от Наполеона Москвы в Шую свезли 5 000 пудов английской пряжи. Ее по дешевой цене скупил, затем, перепродав пряжу по более дорогой цене, шуйский купец В.М. Киселев, заработал на этом огромное состояние.

В основном все купцы и фабриканты были крупными меценатами, занимались благотворительной деятельностью. В память о фабриканте и меценате В.М. Киселе-

леве Шуйская районная больница по сей день носит название – Киселевская.

Высоким художественным мастерством и богатством орнаментальных образов выделялась шуйская вышивка, представляющая непреходящую ценность. Во время научно-студенческой экспедиции в Шую для коллекционного фонда Текстильного института на строчевышивальной фабрике были приобретены образцы ручной вышивки, которые выделяются яркой декоративностью, богатством растительных орнаментальных мотивов, неповторимой ювелирной сложностью исполнения.

В XVIII в. на основе кустарного ткацкого производства возникают большие полотняные производства. В 1847 г. Шуйская объединенная мануфактура уже производила ситцы, сатины, шерстянки, сарпинки, саржи и многое другое.

Неоценимый вклад в развитие текстильного дела в Шуйском уезде внесли многочисленные члены исконного шуйского рода Посылиных. В конце XVIII в. в селе Горицы Шуйского уезда Товариществом мануфактур была основана бумагопрядильная мануфактура. В конце XVIII в., приблизительно в 1778 г., Степаном Ивановичем Посылиным была построена фабрика уже в городе Шуе. Она состояла из ткацкого, набивного и прядильного отделений, изготавливала бумажные материи, ситец, платочный товар. Помимо русских рынков хлопчатобумажная продукция поступала в Среднюю Азию, на Кавказ и в Персию. Наибольшего размера фабрика достигла в 1830 г. при братьях Посылиных. Во время их правления фабрике была присуждена императорская награда – Государственный герб и медали. Михаил Степанович Посылин удостоился личной благодарности от императора Николая I за оказание денежной услуги русскому отряду на Кавказе. В 1883 г. Степаном Михайловичем Посылиным (рис. 1) предприятие было преобразовано в товарищество. Степан Михайлович с неутомимой энергией вновь поднял производство на должный уровень. В Товарищество к работе на фаб-

рике был привлечен еще один член семьи – зять Иван Иванович Попов.

К этому времени основной капитал Товарищества составлял 300000 рублей. В 1891 г. Степан Михайлович скончался, а во главе дела стала его супруга – Мария Александровна и старый служащий Иван Петрович Березкин.



Посылин С. М.

Рис. 1

В 1894 г. основной капитал был уже увеличен до 350000 руб., а в 1910 г. доходил до 600000. Директорами правления к этому времени состояли зятья С.М. Посылина: Х.Х. Леденцов, Е.П. Лащилин, а также служащий Языков. В то время фабрика уже занималась изготовлением пунцовых тканей, сохранив при этом ассортимент старых ситцев и платочного товара.

Большой вклад представители рода Посылиных внесли также в создание многочисленных образовательных учреждений в России, отчисляя денежные средства от своих доходов. По документам от 19 сентября 1869 г. в Шуе, при непосредственном участии А.А. Посылина, было открыто женское учебное заведение. Через четыре года была открыта мужская гимназия, выпускникам которой предо-

ставлялось право поступать в университеты Российской империи. Шуйские купцы придавали большое значение народному образованию – как капитальному вопросу времени.

Свидетелями прошедших эпох, событий являются различные источники, подтверждающие прогрессивное промышленное развитие России XVIII - XX вв. Это архивы, музейные предметы, принадлежавшие частным коллекциям.

Таковыми свидетельствами рода Посылиных являются подлинные образцы хлопчатобумажных набивных тканей, приобретенные у потомков рода Посылиных, живущих в Москве. Коллекция набивных тканей в количестве 166 образцов хлопчатобумажных набоек сопровождается подлинным текстом, написанным каллиграфическим почерком, пером, чернилами, с подписью самого Михаила Степановича Посылина, датированная 1855 годом (рис. 2).

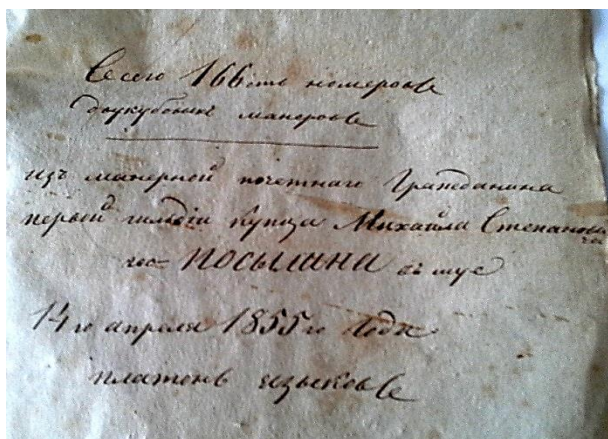


Рис. 2

Шуйский род Посылиных не исчезает, существуют и живут потомки рода, которые продолжают дело его основателей, хранят память об известных и уважаемых представителях, преуспевая в науке, образовании, культуре. Сохранять и продолжать писать летопись рода по традиции завещалась всегда старшему сыну после ухода главы семьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красильщиков А.П., Сафронов В.Д. Фабриканты Красильщиковы. – М.: ООО "Ланжур", 2000. УДК 334.78

2. Народные художественные промыслы Ивановской области // Научный сборник. – М.: НИИХП, 1994.

3. Платонов О.Н. 1000 лет русского предпринимательства: Из истории купеческих родов/ Сост., вступ. О. Платонова. – М.: Современник, 1995.

4. Барышников М.Н. Деловой мир России. Историко-биографический справочник. – С.-П.: Искусство – СПб, Legos, 1998.

5. Антонов И. П. и др. Негасимый свет. Судьбы храмов и судьбы людей земли Ивановской. – Иваново: Ивановская газета, 2000.

6. Товарищество Мануфактур Ивана Коновалова с сыном 1812 – 1912 гг. Краткий исторический очерк. И.П. Антонов. – Иваново: Новая Ивановская газета, 2008.

7. Возилов В.В., Барсуков В.А. История города Шуи в открытках и фотографиях. – Иваново: ИД "Наша Родина", "Реклама – Регион", 2011.

8. Игнатьева Т.И., Плеханов А.Ф. Традиции в предпринимательском быте провинциального купечества уездного города Шуя XVIII–XIX вв. // Сб. мат. Междунар. научн.-технич. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности" (ИННОВАЦИИ – 2015). – Ч.3. – М.: МГУДТ, 2015. С. 177...180.

REFERENCES

1. Krasil'shnikov A.P., Safronov V.D. Fabrikanty Krasil'shnikovy. – М.: ООО "Lanzhur", 2000.

2. Narodnye hudozhestvennye promysly Ivanovskoj oblasti // Nauchnyj sbornik. – М.: НИИХП, 1994.

3. Platonov O.N. 1000 let russkogo predprinimatel'stva: Iz istorii kupecheskih rodov/ Sost., vstup. O. Platonova. – М.: Sovremennik, 1995.

4. Baryshnikov M.N. Delovoj mir Rossii. Istoriko-biograficheskij spravochnik. – S.-P.: Iskusstvo – SPb, Legos, 1998.

5. Antonov I. P. i dr. Negasimyj svet. Sud'by hramov i sud'by ljudej zemli Ivanovskoj. – Ivanovo: Ivanovskaja gazeta, 2000.

6. Tovarishhestvo Manufaktur Ivana Konovalova s synom 1812 – 1912 gg. Kratkij istoricheskij ocherk. I.P. Antonov. – Ivanovo: Novaja Ivanovskaja gazeta, 2008.

7. Vozilov V.V., Barsukov V.A. Istorija goroda Shui v otkrytkah i fotografijah. – Ivanovo: ID "Nasha Rodina", "Reklama – Region", 2011.

8. Ignat'eva T.I., Plehanov A.F. Tradicii v predprinimatel'skom byte provincial'nogo kupechestva uездного города Шуя XVIII–XIX вв. // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tehnic. konf.: Dizajn, tehnologij i innovacij v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti" (INNOVACII – 2015). – Ch.3. – М.: МГУДТ, 2015. S.177...180.

Рекомендована кафедрой искусствоведения Института искусств. Поступила 16.11.15.

МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ*

MODEL OF PRODUCTION AND EDUCATIONAL CLUSTERS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY IN PENZA REGION

Ю.С. АРТАМОНОВА, Б.Б. ХРУСТАЛЕВ, А.Н. КОНКИН
YU.S. ARTAMONOVA, B.B. KHRUSTALEV, A.N. KONKIN

(Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)
(Penza State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: artamonova@lenta.ru, hrustalev_bb@mail.ru, kan-ne@yandex.ru

В статье рассматривается понятие производственно-образовательного кластера в строительном комплексе, обосновывается процесс его создания. Продемонстрирована организационно-управленческая модель его функционирования. Представлена стратегическая модель развития производственно-образовательного кластера с учетом его основных групп участников и специфики кластерного развития. Применение данной модели позволит выявить основных участников регионального производственно-образовательного кластера и обеспечить его эффективное развитие в современных условиях развития экономики.

The article discusses the concept of production and educational cluster in the construction industry, justified the process of its creation. Demonstrated organizational and management model for its functioning. Presented strategic model of production and education cluster in view of its key stakeholder groups and the specific cluster development. The application of this model will identify the main participants of the regional production and education cluster and ensure its effective development in the modern conditions of economic development.

Ключевые слова: кластер, производственно-образовательный кластер, строительный комплекс, организационно-управленческая модель, стратегическая модель.

Keywords: cluster, production and educational cluster, building complex, organizational and management model, strategic model.

Обеспечение воспроизводства основных фондов народного хозяйства лежит на строительном комплексе, что обуславливает его роль в развитии экономики страны. Современные условия функционирования и развития строительных комплексов характеризуются следующими факторами:

- высокие объемы спроса на квалифицированные кадры;
- потребность в новых строительных материалах, ориентированных на экономию и

повышение качества готовой строительной продукции;

- стабильность спроса на строительную продукцию;
- региональная локализация строительных производств;
- зависимость сроков и объемов строительства от мобильности имеющихся кадров.

Создание в регионе производственно-образовательного кластера позволило бы решить указанные проблемы.

* Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №16-12-58006.

Создание производственно-образовательного кластера предполагает оптимизацию взаимодействия производственных предприятий, научно-образовательных учреждений и региональных органов государственной власти с целью обеспечения строительного комплекса региона квалифицированными кадрами и новыми технологиями.

Проведенное исследование позволило выявить следующие группы факторов, оказывающих максимальное воздействие на развитие строительного комплекса в современных условиях: производственные, организационно-экономические и управленческие.

В качестве производственных факторов выделены: недостаточное соответствие качества подготовки специалистов в сфере строительства быстроменяющимся технологиям строительного производства; перебои с поставками сырья и материалов для строительного производства и стройиндустрии, колебание их качества; потребность в новых технологиях, обеспечивающих экономию ресурсов и повышающих качество готовой строительной продукции.

К организационно-правовым факторам относятся: высокая доля дебиторской задолженности в составе активов строительных предприятий; низкая доступность заемных средств вследствие их высокой стоимости; рост цены сырья и ресурсов для предприятий стройиндустрии.

Также выделены следующие управленческие факторы: тенденция к созданию множества спиноффов на фоне объединения крупных компаний в холдинги, что приводит к снижению управляемости строительными предприятиями; применение устаревших управленческих технологий в строительстве и стройиндустрии.

Создание ПОК в строительном комплексе региона обеспечит снижение негативного влияния этих факторов.

Особенности производственно-образовательного кластера в сфере строительства:

- ключевую роль в развитии ПОК играют строительные предприятия, являющиеся производителями конечной продукции отрасли и потребителями продукции ПОК – высококвалифицированных кадров;

- для обеспечения своего эффективного развития ПОК должен быть интегрирован в территориальный строительный кластер региона;

- ПОК обеспечивает трансфер инновационных технологий в строительное производство;

- ПОК повышает конкурентоспособность предприятий, в том числе в сфере НИОКР;

- особую роль в деятельности ПОК играют учреждения НПО и СПО – как поставщики рабочих кадров в строительство.

На основе исследований [1], [2] выявлены следующие группы участников производственно-образовательного кластера в строительном комплексе региона.

1. Заказчики услуг производственно-образовательного кластера, к которым относятся строительные предприятия, предприятия стройиндустрии, проектные и научно-исследовательские организации, организации в сфере консалтинга и сопровождения строительного процесса.

2. Поставщики услуг по подготовке кадров, разработке новых технологий для нужд строительного комплекса, образовательные учреждения ВПО, СПО и НПО, ресурсные центры подготовки и переподготовки кадров для строительного комплекса, научно-исследовательские центры, малые инновационные предприятия при вузах.

3. Предприятия строительного комплекса Пензенской области, а также других регионов, осуществляющие взаимодействие с образовательными учреждениями Пензенской области и формирующие спрос на квалифицированные кадры в сфере строительства.

4. Представители региональных органов государственной власти, координирующие деятельность производственно-образовательного кластера (Министерство образования, Министерство строительства, Министерство промышленности и т.д.).

5. Элементы инфраструктуры кластера: институты развития, осуществляющие поддержку развития образования в регионе, малого и среднего бизнеса, а также инновационной деятельности в сфере строительства, инфраструктура инновационного

развития региона – бизнес-инкубаторы, технопарки, индустриальные парки, промышленные парки, отраслевые объединения производственных предприятий в строительном комплексе.

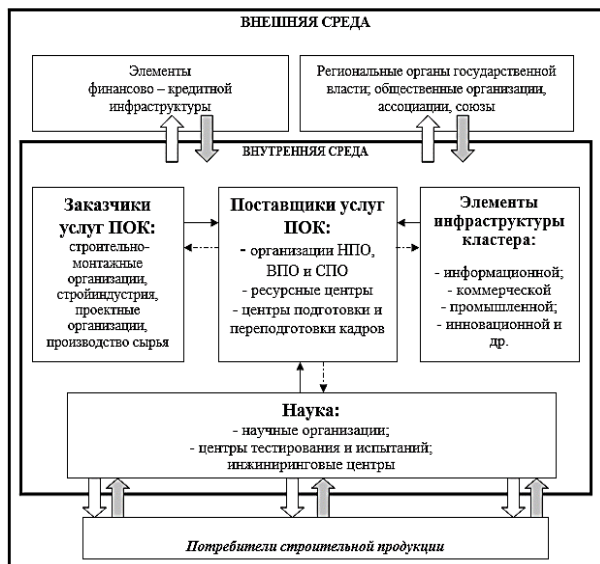


Рис. 1

Формирование кластера осуществляется на основе стратегической модели, ставящей своей задачей формализацию процесса, его создания и развития (рис. 2).

Указанная модель увязывает все основные функции управления, начиная с мониторинга и заканчивая оценкой результатов.

Взаимодействие участников производственно-образовательного кластера. Указанные виды взаимодействия осуществляются на основе функционала, который выполняют участники ПОК.

Образовательные учреждения

1. Разработка и корректировка образовательных стандартов, образовательных программ и учебных курсов в интересах строительных предприятий региона.

2. Подготовка специалистов с целью дальнейшего трудоустройства на предприятиях строительного комплекса региона.

3. Разработка и реализация совместных

Подходы, применяемые Д.И. Стрельцовым при разработке структуры кластера стройиндустрии [5], стали основой для формирования структурной модели производственно-образовательного кластера в строительном комплексе (рис. 1).

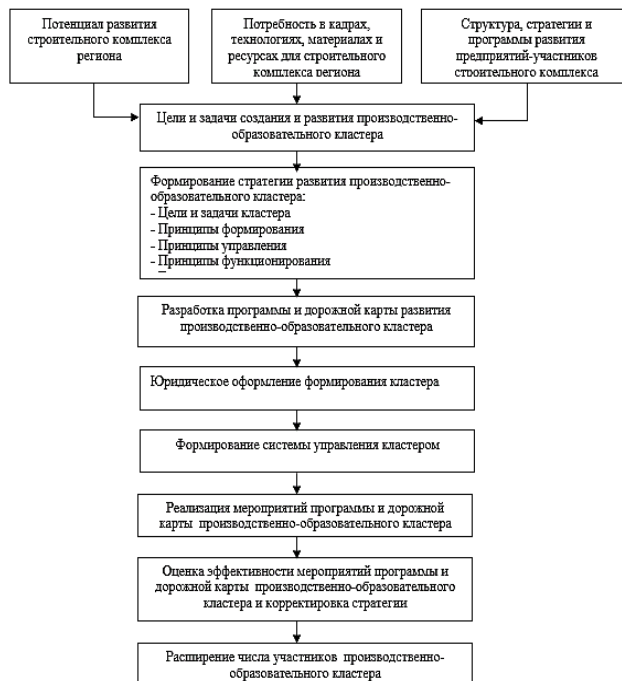


Рис. 2

образовательных программ образовательными учреждениями и предприятиями строительного комплекса.

4. Формирование центров сертификации профессиональных квалификаций на базе образовательных учреждений или предприятий кластера.

5. Развитие ресурсных центров подготовки и переподготовки кадров.

6. Осуществление комплекса научно-исследовательских разработок в интересах предприятий кластера.

Предприятия-участники производственно-образовательного кластера

1. Формирование инфраструктуры функционирования кластера в части создания спроса и потребления образовательных услуг.

2. Разработка образовательных программ и стандартов подготовки специалистов в строительном комплексе.

3. Создание Центра сертификации профессиональных квалификаций и дальнейшее сертифицирование кадров.

Региональные органы государственной власти

Формирование регионального законодательства, регулирующего кластерное развитие.

Разработка и финансирование программ и проектов, направленных на эффективное развитие строительного комплекса региона.

Содействие созданию в регионе ресурсных центров и центров сертификации.

Формирование заказов на подготовку кадров для строительных предприятий.

Решение указанных задач обеспечивает ряд эффектов для всех участников кластера, в частности, следующее.

Создание спроса на квалифицированные кадры в строительном комплексе.

Повышение качества подготовки специалистов образовательными учреждениями.

Доступ к научным исследованиям и разработкам.

Повышение производительности труда на производстве.

Снижение безработицы и социальной напряженности в регионе.

Увеличение объема налогов и сборов в региональный и федеральный бюджеты.

Обеспечение населения высококачественной строительной продукцией и услугами.

ВЫВОДЫ

1. Предприятия строительного комплекса региона нуждаются в квалифицированных кадрах и новых технологиях, что может быть обеспечено на основе создания производственно-образовательного кластера.

2. Исследование структуры строительного комплекса Пензенской области, направлений его развития позволило определить основные группы участников производственно-образовательного кластера и направления взаимодействия между ними на основе структурной модели.

3. Формирование и развитие кластера должно осуществляться на основе его стратегической модели, комплексно учитывающей все основные функции управления кластером.

4. Исследование факторов, влияющих на развитие строительного комплекса Пензенской области, позволило определить основные функции участников ПОК, а также выявить основные эффекты, которые они получают в результате кластерного взаимодействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонова Ю.С., Герасимова И.С. Формирование производственно-образовательного кластера в сфере транспорта в Пензенской области // Мир транспорта и технологических машин. – 2014, № 2 (45). С. 103...111.

2. Артамонова Ю.С. Практические аспекты реализации кластерной политики на основе создания центров кластерного развития // Современные производственные силы. – 2014, №4. С. 118...123.

3. Артамонова Ю.С., Салихов Р.У., Колесников П.В. Реализация кластерной политики в Пензенской области // Современные проблемы науки и образования. – 2014, № 3. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/117-13225> (Дата обращения: 26.05.2014).

4. Кластерные политики и кластерные инициативы: теория, методология, практика / Под ред. Ю.С. Артамоновой, Б.Б. Хрусталева. – Пенза: ПГУАС, 2012.

5. Стрельцов Д.И. Модели формирования инновационных кластеров стройиндустрии // Современные проблемы науки и образования. – 2015, № 2-2.; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=21598> (дата обращения: 25.09.2016).

REFERENCES

1. Artamonova Ju.S., Gerasimova I.S. Formirovanie proizvodstvenno-obrazovatel'nogo klastera v sfere transporta v Penzenskoj oblasti // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. – 2014, № 2 (45). S. 103...111.

2. Artamonova Ju.S. Prakticheskie aspekty realizacii klasternoj politiki na osnove sozdaniya centrov klasterного razvitija // Sovremennye proizvoditel'nye sily. – 2014, №4. S. 118...123.

3. Artamonova Ju.S., Salihov R.U., Kolesnikov P.V. Realizacija klasternoj politiki v Penzenskoj oblasti // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2014, № 3. Rezhim dostupa: <http://www.science-education.ru/117-13225> (Data obrashhenija: 26.05.2014).

4. Klasterные politiki i klasterные iniciativы: teorija, metodologija, praktika / Pod red. Ju.S. Artamonovoj, B.B. Hrustaleva. – Penza: PGUAS, 2012.

5. Strel'cov D.I. Modeli formirovaniya innovacionnyh klasterov strojindustrii // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2015, № 2-2.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21598> (data obrashhenija: 25.09.2016).

Рекомендована кафедрой экономики, организации и управления производством. Поступила 01.06.16.

УДК 111.3

**"ВСЕЛЕННАЯ – ЭТО ОГРОМНАЯ КНИГА...":
АРХАИЧЕСКАЯ СИМВОЛИКА ТКАЧЕСТВА
И СМЫСЛ ДРЕВНИХ РЕМЕСЕЛ**

**"THEW UNIVERSE – A HUGE BOOK...":
ARCHAIC SYMBOLISM OF WEAVING
AND THE MEANING OF ANCIENT CRAFTS**

В.П. ОКЕАНСКИЙ, Ж.Л. ОКЕАНСКАЯ
V.P. OKEANSKIY, ZH. L. OKEANSKAYA

(Ивановское региональное отделение общества "Знание")
(Ivanovo regional office Society "Znanije")
E-mail: ttp@ivgpu.com

В статье представлен космологический символизм ткани (сплетения) в качестве универсального первофеномена существования, а также актуализируется наследие традиционалиста Рене Генона, указывавшего на сакрально-метафизический характер всякого ремесла.

Article presents the cosmological symbolism of fabric (plexus) as a universal phenomenon of existence and updated legacy traditionalists Rene Guenon, indicates sacral-metaphysical nature of any craft.

Ключевые слова: ткань мира, целостность универсума, антропокосмический символизм, ремесло как искусство, устройство тотальности.

Keywords: fabric of the world, the integrity of the universe, symbolism craft as art, the dispensation of the totality.

К мысли о простоте античных сосудов, которые так естественно выражают то, для чего они предназначены, обращались крупнейшие мыслители Новой Европы: например, Шопенгауэр и Ницше, Шпенглер и Хайдеггер – это не только романтическая ностальгия по древнему миру, но и пробуждение самой "первобытной онтологии", способствующей "обновлению основных проблем метафизики" [1, с. 9], особого космического метаязыка, буквально пронизывающего все сферы человеческого существ-

ования, символически приобщающего его чудесно обустроенной тотальности и сообщающего ему глубочайший смысл. Рассмотрение полноты реальности как мудрой связи, *хитросплетения* (диалектически сокрытого в простейшем) – относится к числу наиболее архаических и сакральных представлений человечества, а потому уже само обнаружение этого опыта и приобщение к его адекватному прочтению принадлежит немногочисленному ряду наиболее интересных современных задач.

Феноменальные проявления прабытийности философы Модерна и Постмодерна видели на излете Нового времени в "письме" (Деррида) и "складке" (Делез), "порыве" (Бергсон) и "шуме" (Бадью) – более существенными нам представляются универсальные образы мироздания как "ткани" и "книги" в традиционалистском наследии XX века. Здесь непревзойденными остаются фундаментальные труды Рене Генона. Автор обращается к древнейшему сакральному символизму, по сути *соединяющему книгу и ткань*: "...в восточных учениях традиционные книги зачастую обозначаются терминами, которые в их буквальном значении относятся к ткачеству. Так, на санскрите *сутра* означает "нить": книга может быть образована совокупностью *сутр*, подобно тому как ткань образуется переплетением нитей; *мантра* также означает и "нить" и "ткань", а в более узком смысле – "челнок" или "уток" ткани" [2, с. 94].

Еще более интересно, что эти образы принципиально связаны с *целостностью универсума*, содержащего все происходящее с нами теперь, все уже сбывшееся и куда-то ушедшее, как и все, чему надлежит быть с нами и за пределами нашего непосредственного присутствия – где оказывается, что "все написано": "...сама Вселенная в определенных традициях символизируется книгой: напомним в связи с этим *Liber Mundi* (Книгу Мира) братьев Розы и Креста, а также хорошо известный символ *Liber Vitae* (Книги Жизни) из Апокалипсиса. В этом плане нити основы, связывающие соответствующие точки во всех состояниях, обозначают прежде всего главную священную Книгу; она является прототипом (или, скорее, архетипом) всех традиционных писаний... все события, рассматриваемые в единственности "вневременного", записаны, таким образом, в эту Книгу; каждое является как бы ее буквой, отождествляясь, с другой стороны, с точкой сплетения нитей ткани" [2, с. 96].

Приводимые соображения Генона, разумеется, несоизмеримо глубже профанического понятия "фатализма" – они указывают, например, на сложнейший изомор-

физм в строении Вселенной: "Вселенная – это огромная книга; все буквы этой книги начертаны изначально одними и теми же чернилами и вписаны в вечную Скрижаль божественным пером" [2, с. 97]. Кроме того, они показывают слагаемость такого сакрального космоса не только извне, но и изнутри: "...другая форма символики ткачества: образ паука, ткущего паутину, – образ тем более точный, что паук создает эту паутину из своей собственной субстанции. Паутина, расширяясь кругообразно, являет собой, кроме того, схематический план космогонического сфероида..." [2, с. 97].

Вселенская природа и космическая соотносимость всякого существа вытекает не только из общего положения дел, но и из глубин его личности: "...каждая нить основы есть существо, взятое в его сути..." [2, с. 97]; "...нити, образующие "ткань мира", в другой, аналогичной символике обозначаются так же, как "волосы Шивы"; их можно назвать "силовыми линиями" проявленной Вселенной, выражением которых в материальной сфере служат направления пространства" [2, с. 98]. Таким образом, реализуется антропокосмический символический принцип, где не только человек – микрокосмос, но и космос – макроантропос, если только не понимать это соотношение натуралистически. Такое холистическое мировидение в существенных чертах было утрачено в ходе последних столетий истории западной цивилизации, а потому Генон особо подчеркивает это обстоятельство: "...здесь мы хотели только указать на основное значение символики ткачества, крайне слабо, думается, известной на Западе" [2, с. 98].

Как бы вопреки новоевропейскому индивидуалистическому усилению ренессансного эгологического пафоса в этом цивилизованном мире произошла утрата личностного измерения всякого дела и "...неизбежным следствием этого оказывается такое положение, когда каждый вынужден делать лишь ту работу, которую ему удалось получить, даже в том случае, если человек не испытывает к ней ни малейшего интереса и не имеет никакой внутренней квалификации для ее исполнения" [3, с. 70], "...при этом единственный имеющий осно-

вополагающее и глубинное значение фактор – мы имеем в виду принципиальное различие внутренней природы людей – учитывается менее всех остальных" [3, с. 71].

Генон указывает на одно важнейшее обстоятельство, связанное с уразумением инициатической природы всякого подлинного искусства: "...различие между "искусствами" и "ремеслами" или между "художником" и "ремесленником" ("artiste" и "artisan") является чем-то специфически современным... Artifex для древних – это человек, который занимается искусством или ремеслом безразлично..." [4, с. 57]. Радикально отличная от этого традиционного положения дел современная ситуация выглядит следующим образом: "...человек может избрать любую профессию, он даже может ее изменить по своему усмотрению, как если бы эта профессия была бы чем-то чисто внешним по отношению к нему без всякой реальной связи с тем, что он на самом деле есть, с тем, что делает его именно им самим, а не кем-либо другим. В традиционной концепции, напротив, каждый должен нормально выполнять функцию, к которой он предназначен по собственной природе..." [4, с. 60].

Таким образом, все современное технологическое развитие за последние века оказывается делом гибельным по отношению к древним ремеслам, сами разговоры о "возрождении" которых выглядят, конечно, пародийными в условиях нынешней цивилизации: "...ремесло "в царстве количества" является чем-то отжившим, как это охотно утверждают сторонники "прогресса", естественно, приветствующие это. В индустриальном труде рабочий не должен ничего привносить от самого себя, и даже проявляется великая забота помешать этому... он стал совершенно не способен к инициативе из-за своего "образования" (formation) или, скорее, профессиональной деформации (deformation) полученной им, которая является как бы антитезой древнему ученичеству и цель которого состоит в том, чтобы обучить его выполнять некоторые "механические" движения всегда одним и тем же образом, не понимая их причин и не думая

о результате, потому что он не сам, а машина на самом деле изготавливает предмет. Раб машины, человек сам становится машиной..." [4, с. 63].

Это приводит в итоге к полной антропологической катастрофе, когда люди в своем существовании начинают всецело воспроизводить образ поведения термитов или пчел: "...люди сведены к простым нумерическим "единицам", их помещают жить, мы не скажем "в дома", потому что это слово не подходит, а в "ульи", в которых жилища сделаны по одному и тому же образцу и меблированы вещами, "серийно" сфабрикованными таким образом, что из среды, в которой мы живем, заставляют исчезнуть всякое качественное различие..." [4, с. 64].

Генон справедливо полагает, что "...машина в некотором смысле противоположна инструменту, а вовсе не является "усовершенствованным" инструментом, как это многие воображают, поскольку инструмент это некое "продолжение" самого человека, тогда как машина превращает человека не более, чем в своего слугу; и если можно было бы сказать, что "инструмент порождает ремесло", то не менее верно, что машина его убивает; этим объясняются инстинктивные реакции ремесленников против первых машин" [4, с. 64].

Интересно, что если с учетом тотальной "машинизации" сознания посмотреть на вселенную, она предстанет уже не в уютных образах ткани и книги... Имя новому мировидению, пожалуй – 'обнажившийся хаос'; еще Тютчев заклинал его, называя "древним" и "родимым": "над этой бездной безымянной – покров наброшен златотканый..." [5, с. 96]. В конечном итоге, именно *устроение тотальности* передает архаическая символика ткачества, а смысл древних ремесел состоит в опыте реального раскрытия соизмеримости существования универсума с человеческой судьбой.

В Ы В О Д Ы

Приведенные выше соображения свидетельствуют в пользу актуальности герменевтических реконструкций первобытных

космологических представлений, всегда содержащих в себе протофилософское мифосимволическое ядро, заслуживающее вдумчивой интерпретации, способной существенно обогатить современные чисто физикалистские концепции Вселенной, в данном случае – указанием на субстанциальность первофеномена ткани.

Непреходящую ценность в деле экзистенциально-практического уразумения этих вещей имеет традиционалистская метафизика Рене Генона, рассматривавшего Вселенную как огромную книгу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Элиаде М.* Миф о вечном возвращении: Архетипы и повторяемость. – СПб.: "Алетейя", 1998.
2. *Генон Р.* Символика ткачества // Символика креста. – М.: "Прогресс- Традиция", 2004. С. 94...98.
3. *Генон Р.* Кризис современного мира. – М.: "Арктогея", 1991.

4. *Генон Р.* Старинные ремесла и современная промышленность // Царство количества и знамения времени. – М.: "Беловодье", 1994. С. 57...65.

5. *Тютчев Ф. И.* День и ночь // Соч.: В 2-х т. – М., 1980. Т. 1.

REFERENCES

1. Jeliade M. Mif o vechnom vozvrashhenii: Arhetipy i povtorjaemost'. – SPb.: "Aletejja", 1998.
2. Genon R. Simvolika tkachestva // Simvolika kresta. – M.: "Progress- Tradicija", 2004. S. 94...98.
3. Genon R. Krizis sovremennogo mira. – M.: "Arktogeja", 1991.
4. Genon R. Starinnye remesla i sovremennaja promyshlennost' // Carstvo kolichestva i znamenija vremeni. – M.: "Belovod'e", 1994. S. 57...65.
5. Tjutchev F. I. Den' i noch' // Soch.: V 2-h t. – M., 1980. T. 1.

Рекомендована кафедрой культурологии и литературы Шуйского филиала ИВГУ. Поступила 10.02.16.

УДК 624.014

ЛЕГКИЕ СТАЛЬНЫЕ РАМЫ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСТАВОЧНЫХ ПАВИЛЬОНОВ

STEEL FRAME FOR THE CONSTRUCTION OF EXHIBITION PAVILIONS

В.В. ЛЕДЕНЕВ, ТЬЮ ТХИ ХОАНГ АНЬ, П.В. МОНАСТЫРЕВ
V.V. LEDENEV, CHU THI HOANG ANH, P.V. MONASTYREV

(Тамбовский государственный технический университет,
Институт архитектуры, строительства и транспорта)
(Tambov State Technical University,
Institute of Architecture, Civil Engineering and Transport)
Email: kzis@nnn.tstu.ru, chuoanganh2607@yahoo.com

Приведен метод расчета системы одноэтажные стальные рамы – буронабивные фундаменты. Основой послужили результаты полевых и лабораторных опытов, научно обоснованные модели и методы решения задач МКЭ с использованием современного программного комплекса "Plaxis 8x". Рассмотрены способы оптимального конструирования.

A method for calculating the system one-story steel frame – bored foundations. The results were based on the field and laboratory experiments, science models and methods for solving problems using FEM "Plaxis 8x" software. Recommend methods of the optimal design.

Ключевые слова: стальная рама, буронабивной фундамент, стыковое соединение, несущая способность, перемещения.

Keywords: steel frame, pile foundation, connections, bearing capacity, displacement.

В последние годы резко возрос объем возведения зданий из эффективных строительных конструкций, отличающихся относительно небольшим весом, простотой изготовления и монтажа, необходимой прочностью, жесткостью и долговечностью. К ним относятся, например, фермы из холодногнутого профиля.

Расчет системы основание – фундамент – узел сопряжения фундамента со стойкой

рамы – рама выполняются по двум группам предельных состояний (ГОСТ 27751–88): ПС1 – непригодность к эксплуатации; ПС2 – затруднение нормальной эксплуатации.

Разработан инженерный метод расчета одноэтажной однопролетной стальной рамы на буронабивных фундаментах с учетом жесткости соединения стойки к ригелю и стойки рамы к фундаментам.

Порядок расчета представлен в виде блок-схемы (рис. 1).



Рис. 1

Уточнение изгибающих моментов. Обратимся к работе И.Н. Кузнецова [2]. Эксперименты проведены со стальной однородной рамой в металлическом лотке размерами 2×2×1,2 м на послойно уплотнен-

ном песчаном основании. Фундаменты изготовлены в форме куба с ребром 300 мм из бетона В15, стойки – из 2L50×5, ригель – из 4L50×5. Сопряжение стойки с ригелем и стойки с фундаментом принимали жест-

ким, шарнирным и податливым. Эксперименты проведены при наличии дефектов в виде разницы в заглублении фундаментов рамы на 15 см. Экспериментами и расчетами определены поправочные коэффициенты влияния к изгибающим моментам K_r в девяти контрольных точках:

$$K_r = M_{\text{def}} / M_0 ,$$

где M_{def} , M_0 – величины изгибающего момента в расчетных сечениях соответственно при наличии дефектов (например,

с учетом дополнительного перемещения фундаментов от близконагруженных расположенных [1]) и без них.

Сравнение величин (расчетных и экспериментальных поправочных коэффициентов) приведено в табл. 1. Заметим, что расчетные и экспериментальные результаты различаются незначительно. Величины K_r получены методом нейронной сети.

Дополнительное перемещение фундаментов с учетом взаимного влияния близкорасположенных.

Т а б л и ц а 1

Сечение	Коэффициенты								
	экспериментальные [2]			расчетные					
				по программе Etab			по методу сил		
	соединения								
жесткие	податливые	шарнирные	жесткие	податливые	шарнирные	жесткие	податливые	шарнирные	
1	0,4	0,65	1,08	1,00	1,00	1,25	1,26	-	1,00
2	1,26	1,24	1,08	1,00	1,03	1,00	1,16	-	1,00
3	1,04	1,08	1,08	1,00	1,00	1,00	0,91	-	1,00
4	0,07	0,05	0,74	1,00	1,00	1,25	0,89	-	1,00
5	1,21	1,28	1,17	1,00	1,03	1,00	0,87	-	1,00
6	0,93	1,04	1,14	1,00	1,00	1,00	0,80	-	1,00
7	1,19	1,16	1,05	1,00	1,00	1,00	0,95	-	1,00
8	0,93	1,06	1,03	1,00	0,999	1,00	1,00	-	1,00
9	1,00	1,02	1,10	1,00	1,00	1,00	1,07	-	1,00

Расчет болтовых соединений с учетом жесткости их элементов [3...5], [9], [10].

Определяем величину дополнительной силы по формуле [10]:

$$Q = T \left(\frac{\delta \alpha}{1 + \delta \alpha} \right) \frac{b'}{a'},$$

где $\alpha = \frac{1}{\delta} \left(\frac{Tb'}{M} - 1 \right)$; δ – отношение площади сечений с отверстиями и без них $\delta = 1 - d_0/p$;

d_0 – диаметр отверстия под болт; $2T$ – растягивающая сила, действующая на тавровый профиль.

- Сопротивление соединений на растяжение [3]:

$$F_{t,Rd} = \min \{ F_{Rd,1}, F_{Rd,2}, F_{Rd,3} \}. \quad (1)$$

С учетом дополнительных сил при

$$t_p = 2,07 m^3 \sqrt{\frac{A_b}{L_{\text{bef}} l_{\text{eff}}}} > t_{ep} : F_{t,Rd} = \min \left\{ \frac{(8n - 2d) M_{pl,1,Rd}}{2mn - d(m+n)}; \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m+n}; \sum F_{t,Rd,b} \right\};$$

без учета дополнительных сил при

$$t_p = 2,07 m^3 \sqrt{\frac{A_b}{L_{\text{bef}} l_{\text{eff}}}} \leq t_{ep} : F_{t,Rd} = \min \left\{ \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m}; \sum F_{t,Rd,b} \right\},$$

все параметры определены в [5], [9].

Сопротивление соединений на сжатие [2]:

$$F_{c,Rd} = \min \left\{ f_j b_{\text{eff}} \ell_{\text{eff},c}; \frac{M_{c,Rd}}{h_c + t_{cf}} \right\}, \quad (2)$$

где f_j – сопротивление бетона сжатию под сосредоточенными осевыми нагрузками, определенное по Европейскому стандарту

$$2 [11]: f_j = \frac{2k_j f_{ck}}{3\gamma_c}; k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{ab}}, \quad f_{ck} - \text{сопротивление}$$

бетона сжатию; a, b – ширина и длина опорной плиты; $M_{c,Rd}$ – пластический момент в колонне с учетом сдвига и осевых сил (в соответствии с Европейским стандартом 3) [12]:

- при $e = M_{sd}/N_{sd} > z_{c,r}$:

$$M_{c,Rd} = \min \left\{ F_{t,l,Rd} z + N_{sd} z_{c,r}; F_{t,l,Rd} z - N_{sd} z_{t,l} \right\};$$

- при $e = M_{sd}/N_{sd} < z_{c,r}$:

$$M_{c,Rd} = \min \left\{ F_{c,l,Rd} z + N_{sd} z_{c,r}; F_{c,r,Rd} z - N_{sd} z_{c,l} \right\},$$

где M_{sd}, N_{sd} – соответственно изгибающий момент и продольная сила, действующие на базу колонн.

Сопротивление базы колонны на изгиб [3]:

$$M_{Rd} = \sum F_{t,Rd} \cdot r_b + A_{\text{eff}} \cdot f_j \cdot r_c, \quad (3)$$

где r_b – расстояние от оси растянутых болтов до нейтральной линии:

$$r_b = \frac{h_c}{2} + e_c;$$

r_c – расстояние от центра сжатой зоны до нейтральной линии:

$$r_c = \frac{h_c}{2} + c - \frac{b_{\text{eff}}}{2}.$$

Сопротивление соединений на изгиб с учетом силы растяжения [3]:

$$M_{N,Rd} = M_{p\ell,Rd,b} \frac{1 - N_{sd} / N_{b,pl}}{1 - 0,5(A - 2bt_f) / A}, \quad (4)$$

где $M_{p\ell,Rd,b}$ – пластический момент опорной плиты колонны: $M_{p\ell,Rd,b} = W_b f_{yep} / \gamma_{Mo}$; W_b – момент инерции сечения опорной плиты колонны; $\gamma_{Mo} = 1,1$; f_{yep} – сопротивление изгибу материала опорной плиты; A – площадь поперечного сечения колонны; $N_{b,pl}$ – расчетная продольная сила базы колонны: $N_{b,pl} = Af_y / \gamma_{Mo}$; f_y – сопротивление сжатию материала опорной плиты; t_f – толщина полки колонны.

Формулы для определения жесткости сжатого бетона, изгибаемой опорной плиты и растянутых болтов, вертикальных перемещений связей, угла поворота опорной плиты и сопротивления повороту приведены в [4], [5], [9].

ВЫВОДЫ

1. Неоднородность грунтового основания и жесткость рам оказывает существенное влияние на напряженно-деформированное состояние системы. Определение внутренних усилий без их учета приводит к ошибкам при подборе сечения элементов (в табл. 1 погрешность до 20...30%).

2. При вычислении поправочных коэффициентов к величинам изгибающих моментов целесообразно использовать метод нейронных сетей. Эффективность его показана в [2].

3. Разработан метод расчета системы основание – соединение конечной жесткости – стальная однопролетная рама с учетом прочности и жесткости элементов соединения.

При сравнении результатов расчета по предложенному и по традиционному методам (жесткое соединение рамы с фундаментом) показано, что расхождение составляет до 30% [5], что более соотносится с экспериментальными данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Взаимное влияние близкорасположенных фундаментов // Вопросы современной науки и практики. – Тамбов: Университет имени В.И. Вернадского, 2016, № 2(60). С.61...68.

2. Кузнецов И.Н. Напряженно-деформированное состояние стальных П-образных рам при наличии дефектов основания: Дис.... канд. техн. наук. – Воронеж, 2009.

3. Джеймс А.С. Предельное сопротивление болтовых Т-образных соединений при использовании "prying" модели // Инженерный журнал. – Чикаго, 2002, вып. 3. С.136...147.

4. Кястутис Урбонас, Данюнас Альфонсас. Применение метода компонент для расчета соединения балки к балке и балки к колонне при действии изгибающих моментов и осевых сил // Журнал гражданского строительства и управления - J CIV ENG MANAG. – Литуания, 2005, № 11 (3). С.217...224.

5. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Расчет болтовых соединений с учетом дополнительных сил // Строительная механика и конструкции. – Воронеж, 2013, № 2(7). С.80...85.

6. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Расчет буронабивных фундаментов. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2015.

7. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Расчет несущей способности буронабивных фундаментов. – Тамбов: Вестник ТГТУ, 2007. Том 13, №3. С.802...807.

8. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Расчет буронабивных фундаментов по материалу // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – Воронеж, 2009, №4(16). С.21...28.

9. Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань. Расчет гибкого соединения базы стальной колонны с фундаментом // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – Воронеж, 2015, № 3(39). С.94...103.

10. Торнтон В.А. Основные принципы модели "prying action" // Инженерный журнал Американского института стальных конструкций. – Чикаго, 1985. Т. 22, № 2. С.67...75.

11. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций // Европейский Стандарт.- EN 1992.-2004, ЦЕН Брюссель, Бельгия.

12. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций / Часть 1-8: Общее проектирование соединений// Европейский Стандарт. – EN 1993-1-8.-2005, ЦЕН Брюссель, Бельгия.

REFERENCES

1. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Vzaimnoe vlijanie blizkoraspolozhennyh fundamentov // Voprosy

sovremennoj nauki i praktiki. – Tambov: Universitet imeni V.I. Vernadskogo, 2016, № 2(60). S.61...68.

2. Kuznecov I.N. Naprjazhenno-deformirovannoe sostojanie stal'nyh P-obraznyh ram pri nalichii defektov osnovanija: Dis.... kand. tehn. nauk. – Voronezh, 2009.

3. Dzhejms A.S. Predel'noe soprotivlenie boltovyh T-obraznyh soedinenij pri ispol'zovanii "prying" modeli // Inzhenernyj zhurnal. – Chikago, 2002, vyp. 3. S.136...147.

4. Kjastutis Urbonas, Danjunas Al'fonzas. Prime-nenie metoda komponent dlja rascheta soedinenija balki k balke i balki k kolonne pri dejstvii izgibajushhijh momentov i osevyh sil // Zhurnal grazhdanskogo stroitel'stva i upravlenija - J CIV ENG MANAG. – Lituania, 2005, № 11 (3). С.217...224.

5. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Raschet boltovyh soedinenij s uchetom dopolnitel'nyh sil // Stroitel'naja mehanika i konstrukcii. – Voronezh, 2013, № 2(7). S.80...85.

6. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Raschet buronabivnyh fundamentov. – Tambov: Izd-vo TGTU, 2015.

7. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Raschet nesushhej sposobnosti buronabivnyh fundamentov. – Tambov: Vestnik TGTU, 2007. Tom 13, №3. S.802...807.

8. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Raschet buronabivnyh fundamentov po materialu // Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. – Voronezh, 2009, №4(16). S.21...28.

9. Ledenev V.V., T'ju Thi Hoang An'. Raschet gibkogo soedinenija bazy stal'noj kolonny s fundamentom // Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. – Voronezh, 2015, № 3(39). S.94...103.

10. Thornton V.A. Osnovnye principy modeli "prying action" // Inzhenernyj zhurnal Amerikanskogo instituta stal'nyh konstrukcij. – Chikago, 1985. T. 22, № 2. S.67...75.

11. Evrokod 2. Proektirovanie zhelezobetonnyh konstrukcij // Evropejskij Standart.- EN 1992.-2004, CEN Brjussel', Bel'gija.

12. Evrokod 3. Proektirovanie stal'nyh konstrukcij / Chast' 1-8: Obshee proektirovanie soedinenij// Evropejskij Standart. – EN 1993-1-8.-2005, CEN Brjussel', Bel'gija.

Рекомендована кафедрой конструкций зданий и сооружений ТГТУ. Поступила 01.06.16.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ УСАДЬБЫ В ОБЩЕЙ СИСТЕМЕ ЗНАНИЙ О ЖИЛЬЕ

A STUDY OF HISTORICAL HOMESTEADS IN THE COMMON SYSTEM OF KNOWLEDGE ON HOUSING

А.Е. ЕНИН, М.С. МОЛОДЫХ
A.E. ENIN, M.S. MOLODYKH

(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет)
(Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: a_yenin@mail.ru

В статье поднимается проблема восприятия "жилья" как технической системы, в то время как реалии современного мира и опыт предыдущих веков говорят о необходимости нового подхода к пониманию этой системы, основанного прежде всего на взаимодействии человека и окружающей его среды. Одной из приоритетных задач в области исследования "жилища" авторы считают анализ развития этой структуры на разных временных этапах. При этом усадебное строительство является важным звеном в процессе формирования объекта жилой среды, которое характерно именно для нашей страны. А значит исследование исторической усадьбы – это закономерный этап в общей цепочке наших знаний в области архитектуры жилища.

The article raised a problem of perception "housing" as a technical system, while the realities of today's world and the experience of previous centuries suggest the need for a new approach to understanding this system, based primarily on the interaction of humans and the environment Wednesday. One of the priorities in the field of "shelter" the author considers analysis of the development of this structure at different stages. When this plot construction is an important link in the process of formation of residential Wednesday, which is characteristic for our country. Which means the study of the historical Manor is a natural stage in the overall chain of our knowledge in the field of architecture of the home.

Ключевые слова: жилая среда, знания, усадьба, экологическая система, демозкосистема, модель, математическая зависимость.

Keywords: living wednesday, knowledge, farmstead, ecological system, demoeokosistema, model, a mathematical relationship.

Архитектура – как искусственная среда, ежедневно окружающая человека, безусловно, влияет на его физическое и нравственное здоровье. Особенно это относится к жилищу – функционально-целостной системе, в которой осуществляются все необходимые человеку "бытовые" процессы. Это утверждение дает повод определить "жилье", как "...подсистему экологической системы нашего общества, направленную

на удовлетворение его бытовых потребностей". А это значит, что помимо учета технико-экономических показателей при выборе решения и проектировании жилья необходимо на этапе предпроектного анализа и исследований рассматривать объект не в качестве технической оболочки, конструкции, а прежде всего, как систему взаимодействия населения и окружающей его среды, то есть экологическую систему –

демоэкосистему [1] (рис. 1 – структурная модель экологической системы "НАСЕЛЕНИЕ ↔ СРЕДА": Н – население, Е – естественная (природная) Среда, И – искусственная (архитектурная) Среда; ИЭС – искусственная экологическая система; ЗЭС – земная (естественная и искусственная) экологическая система: 1 – прямая связь, 2 – обратная связь). При этом основная ее задача – формирование условий жизнедеятельности человека, направленной на удовлетворение его биологических и социальных потребностей. В первую очередь это означает "...создание полноценной с нравственной точки зрения среды, способствующей формированию и сохранению нравственного здоровья людей" [2]. Следовательно, этот фактор можно и следует считать определяющим при проектировании и управлении объектами жилой среды.

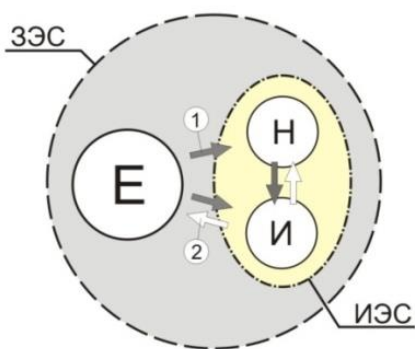


Рис. 1

При этом, разумеется, что само понятие "жилая среда" и требования, предъявляемые к ее качеству, не являются статичными – они изменяются и совершенствуются, реагируя на внешние факторы. Необходимо обратить внимание на то, что основная внутренняя цель системы, ее составляющие – остаются неизменными. На этом основан принцип инвариантности структуры: при увеличивающейся типологии объектов жилой среды особенно важным представляется выделить их общие свойства и законы жизнедеятельности. Поэтому приоритетной задачей в области исследования "жилища" является анализ развития этой структуры на разных временных этапах и выяв-

ление основных закономерностей и принципов, формирующих ее качество, и, следовательно, – гармоничное существование в ней человека. Безусловно, усадьба, как тип жилища, является важным звеном в процессе формирования объекта жилой среды, что характерно именно для нашей страны. Вследствие этого исследование исторической усадьбы, как открытой экологической системы взаимодействия "население-среда", является закономерным этапом в общей цепочке наших знаний в области архитектуры жилища.

По нашему мнению, мы можем использовать прошлое с большой пользой, в том случае если мы на это прошлое посмотрим с позиций понимания архитектуры как системы. Если есть какой-то объект в прошлом (историческая усадьба), то можем мы его целиком перенести в настоящее или не можем?

Можем, но только в том случае, если он является системой.

Если мы возьмем этот объект как систему, она совершенно идентична любой современной самой сложной системе. Количество и функциональное назначение элементов архитектурной системы одинаково, инвариантно, независимо от жилой среды, что характерно именно для его крупности и функционального назначения.

Сегодня можно выделить четыре принципиально различных с методологической точки зрения подхода к анализу, оценке и выбору вариантов решения жилой среды: интуитивный, технико-экономический, комплексный и системный.

Ознакомление с имеющимся предшествующим опытом научных исследований в архитектуре и градостроительстве, а также других областях деятельности, сходных с ним по сложности и народнохозяйственной значимости, позволяет прийти к выводу о том, что наиболее ответственной и наименее исследованной и разработанной является процедура научного эксперимента (от лат. *experimentum* – проба, опыт) – чувственно-предметная деятельность в науке, крайне ответственный предпроектный этап воспроизведения объекта познания – рас-

крытие принципов формирования функционально-планировочной структуры объектов искусственной (архитектурной) среды.

По сути, методологической основой научного эксперимента является создание мысленной и/или материальной модели, с достаточной степенью соответствия (адекватности) отображающей "...внутреннее содержание будущего реального объекта – его сущность, выражающееся в единстве всех его многообразных свойств и отношений" [3].

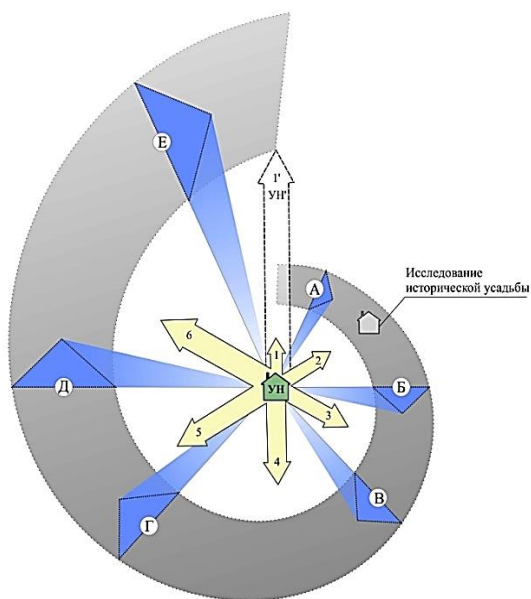


Рис. 2

Г.И. Лаврик представляет движение наших знаний о жилье в виде спирали, которая одновременно объединяет в себе циклическую модель и модель развития (рис. 2 – модель движения знаний в области архитектуры жилища: УН – уровень научного знания в конце n-го – начале n+1 цикла развития; 1 – начало научного исследования – наблюдение; А – формулирование научной гипотезы; 2 – гипотетико-дедуктивные исследования; Б – построение абстрактной логической ("качественной") модели; 3 – исследование количественных взаимозависимостей; В – разработка количественной модели; 4 – функционально-структурные исследования на моделях; Г – построение физической модели (проектирование); 5 – исследование технического и стоимостного

аспектов объекта; Д – разработка экспериментального образца; б – натурный эксперимент; Е – массовое строительство; 1' – начало нового цикла развития научного знания с позиций УН').

Начальным этапом научного исследования является наблюдение, за которым следуют гипотетико-дедуктивные исследования. Именно к этому звену, основными пунктами которого являются: А – формулирование научной гипотезы, Б – построение абстрактной логической ("качественной") модели – авторы относят свое исследование.

Понятие "модель" на сегодняшний день широко используется в различных сферах научного знания. Результат моделирования архитектурных систем в большей степени соответствует определению, сформулированному В.А. Штоффом: "Под моделью понимается такая мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте" [3]. На пути создания модели в структуре усадьбы выделены основные составляющие, функциональная зависимость между которыми может быть выражена следующей формулой:

$$S_{Ti} \rightarrow f(P; E; \Pi; K),$$

где S_{Ti} – пространственная структура архитектурной системы "усадьба" (i-й уровень иерархии); Р – особенности владельца (психофизические, социально-экономические); Е – особенности естественной среды: наличие ярко выраженного рельефа, наличие естественного водоема, растительность; Π – особенности производственной деятельности в усадьбе; К – количественные характеристики комплекса: площадь участка, площадь застройки, жилая площадь, площадь хозяйственных построек, строительный объем.

Подобные закономерности, выраженные математически, в отличие от материальных моделей сохраняют не физическую природу моделируемых объектов, а ключе-

вые – для отображения архитектурных систем взаимосвязи и аспектов поведения.

Предложен обобщенный алгоритм создания модели архитектурной системы, последовательный ряд операций, начиная с этапа "1" – корректной формулировки проблемы, и кончая этапом "5" – экспериментальной проверкой соответствия разработанной модели исследуемому объекту. Эта проверка есть не что иное, как научно-творческая процедура по созданию сопоставимых экспериментальных вариантов объекта, отвечающих: а) условиям задания на проведение исследования; б) требованиям сопоставимости как на уровне системооб-

разующих компонентов, так и исследуемого объекта в целом; в) соответствующей действующим нормативным и законодательным положениям в области архитектуры.

Дальнейшая проверка полученных результатов по исследуемому объекту происходит путем ретроспективного анализа [4]: выводы, полученные в теории, должны быть достаточно близки практически характеристикам исторической усадьбы.

Укрупненные этапы процесса воссоздания системной структуры исторического архитектурного объекта типа "усадьба" представлены на рис. 3.

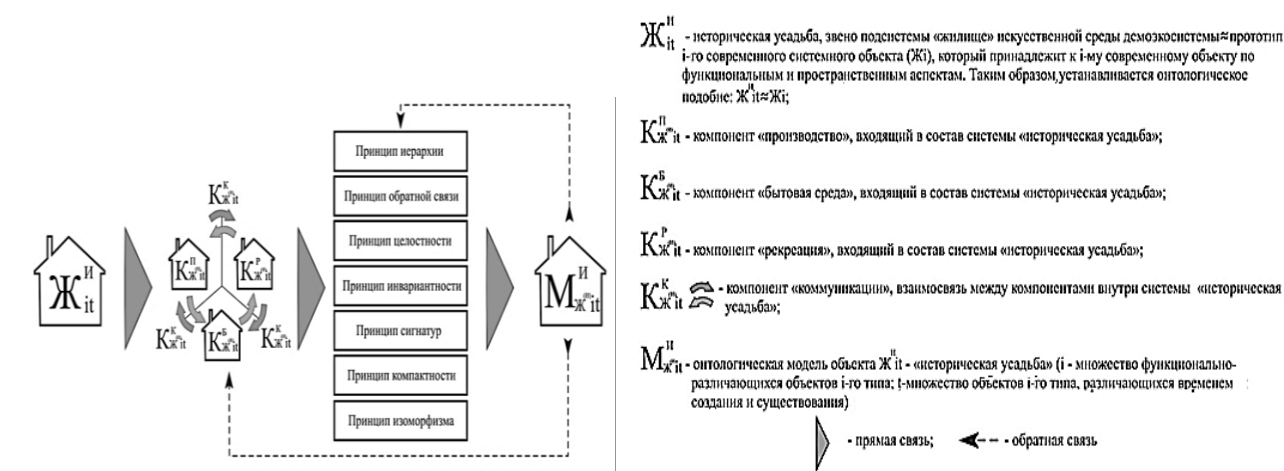


Рис. 3

Дальнейшее движение знаний и последующие исследования в области архитектуры жилья, затронутого в статье усадебного типа, должны привести к соответствующей современным условиям методологии исследования и проектирования жилища, основанной на системной сущности понимания объекта исследования и достижении смежных областей знания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврик Г.И. Методологические основы районной планировки. Введение в демозкоэкологию. – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2006.
2. Лаврик Г.И. Методы оценки качества жилища. Исследование, проектирование, экспертиза. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007.
3. Штофф В.А. Моделирование и философия. – М.-Л.: Наука, 1966.
4. Енин А.Е. Понятие эксперимента в архитектуре как деятельности, направленной на гармонизацию взаимосвязи и взаимовлияния населения и среды его жизнедеятельности // Градостроительство. – 2012, № 4. С. 22...29.
5. Мамчур Е.А. Как возможна независимая экспериментальная проверка теории? – http://www.philosophy.ru/ipras/iabrary/phnavk4/mameh.ntm#_ednl
6. Есаулов Г.В., Савченко М.Р. Особенности экспериментального проектирования / Проект и реализация – гаранты безопасности жизнедеятельности // Тр. Общего собрания РААСН 2006 г.: В 2-х т. / Ред.кол.: В.М. Бондаренко (отв. редактор) и др. – СПб.: СПб гос. архит.-строит. ун-т, 2006. – Т.2. С.169...172.
7. Математика и кибернетика в экономике. – М.: "Экономика", 1972. С. 96

8. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: ИИЛ, 1959.
9. Казначеев В.П. Учение В. И. Вернадского о биосфере и ноосфере. – Новосибирск: Наука, 1989.
10. Сивоконь П.Е. Методологические проблемы естественно-научного эксперимента. – М., 1968.
11. Налимов В.В. Теория эксперимента. – М., 1971.
12. Храмович М.А. Научный эксперимент, его место и роль в познании. – Минск, 1972.
13. Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика. – М., 1974.
14. Советский Энциклопедический Словарь. – 4-е изд. – М.: Сов. Энциклопедия, 1989
15. Богданович Б. Архитектурно-художественные проблемы застройки городов и жилых районов. – М., 1968.
16. Макаревичус К. Место мысленного эксперимента в познании. – М., 1971.
17. Лаврик Г.И., Перцев В.В. Место и значение районной планировки в гармонизации среды жизнедеятельности // Сб. ст. к Общему собранию РААСН / БГТУ им. В.Г. Шухова: Здоровье населения – стратегия развития среды жизнедеятельности. – В 2-х т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. Т.2. С. 19...29.
18. Подолинский С.А. Труд человека и его отношение к распределению энергии. – М.: "Ноосфера", 1991.

REFERENCES

1. Lavrik G.I. Metodologicheskie osnovy rajonnoj planirovki. Vvedenie v demojekologiju. – Belgorod: BGTU im. V.G. Shuhova, 2006.
2. Lavrik G.I. Metody ocenki kachestva zhilishha. Issledovanie, proektirovanie, jekspertiza. – Belgorod: BGTU im. V.G. Shuhova, 2007.
3. Shtoff V.A. Modelirovanie i filosofija. – М.-Л.: Nauka, 1966.
4. Enin A.E. Ponjatie jeksperimenta v arhitekture kak dejatel'nosti, napravlennoj na garmonizaciju vzaimosvjazi i vzaimovlijanija naselenija i sredy ego zhiznedejatel'nosti // Gradostroitel'stvo. – 2012, № 4. S. 22...29.

5. Mamchur E.A. Kak vozmozhna nezavisimaja jeksperimental'naja proverka teorii? - http://www.philosophy.ru/ipras/iabrary/phnavk4/mameh.ntm#_ednl
6. Esaulov G.V., Savchenko M R. Osobennosti jeksperimental'nogo proektirovanija / Proekt i realizacija – garanty bezopasnosti zhiznedejatel'nosti // Tr. Obshhego sobranija RAASN 2006 g.: V 2-h t. / Red.kol.: V.M. Bondarenko (otv. redaktor) i dr. – SPb.: SPb gos. arhit.-stroit. un-t, 2006. – Т.2. S.169...172.
7. Matematika i kibernetika v jekonomike. – М.: "Jekonomika", 1972. S. 96
8. Jeshbi U.R. Vvedenie v kibernetiku. – М.: ИЛ, 1959.
9. Kaznacheev V.P. Uchenie V. I. Vernadskogo o biosfere i noosfere. – Novosibirsk: Nauka, 1989.
10. Sivokon' P.E. Metodologicheskie problemy estestvenno-nauchnogo jeksperimenta. – М., 1968.
11. Nalimov V.V. Teorija jeksperimenta. – М., 1971.
12. Hramovich M.A. Nauchnyj jeksperiment, ego mesto i rol' v poznanii. – Minsk, 1972.
13. Kapica P.L. Jeksperiment, teorija, praktika. – М., 1974.
14. Sovetskij Jenciklopedicheskij Slovar'. – 4-e izd. – М.: Sov. Jenciklopedija, 1989
15. Bogdanovich B. Arhitekturno-hudozhestvennye problemy zastrojki gorodov i zhilyh rajonov. – М., 1968.
16. Makarevichus K. Mesto myslennogo jeksperimenta v poznanii. – М., 1971.
17. Lavrik G.I., Percev V.V. Mesto i znachenie rajonnoj planirovki v garmonizacii sredy zhiznedejatel'nosti // Sb. st. k Obshhemu sobraniju RAASN / BGTU im. V.G. Shuhova: Zdorov'e naselenija – strategija razvitija sredy zhiznedejatel'nosti. – V 2-h t. – Belgorod: Izd-vo BGTU, 2008. Т.2. S. 19...29.
18. Podolinskij S.A. Trud cheloveka i ego otnoshenie k raspredeleniju jenerгии. – М.: "Noosfera", 1991.

Рекомендована кафедрой основ проектирования и архитектурной графики. Поступила 01.06.16.

ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД К ДУХОВНЫМ КАЧЕСТВАМ ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ

PROJECT APPROACH TO THE SPIRITUAL QUALITIES OF THE SUBJECT ENVIRONMENT

Ю.И. КАРМАЗИН, П.В. КАПУСТИН
YU.I. KARMAZIN, P.V. KAPUSTIN

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

E-mail: arhjproject_kaf@vgasu.vrn.ru; ap-i-g@yandex.ru

Статья посвящена проблеме восстановления духовных ценностей предметной среды средствами проектно-художественных практик. Показаны недостатки в этой области, их причины, поставлена задача обновления содержания проектной деятельности и образования.

The article is devoted to the restoration of the spiritual values of the subject environment the means of artistical design. The drawbacks in this area, their causes, the task of updating the content of the design activities and education.

Ключевые слова: проектно-художественная деятельность, предметная среда, духовные качества, развитие проектной практики и образования.

Keywords: artistical design, subject environment, spiritual qualities, the development of design practice and education.

В последние годы в различных сферах проектной культуры все чаще можно встретить обсуждение проблематики возрождения традиционных ценностей, возвращения к осмысленности преобразовательной практики, повышения ответственности проектировщика (дизайнера, архитектора, инженера) за принимаемые решения, меняющие предметно-пространственные параметры, а тем самым – среду обитания людей и, как следствие, их жизнь. В таких обсуждениях появляются и используются новые для проектной культуры понятия и категории, такие как идентичность, индивидуация, субстанциальность, уместность, ориентация на новые горизонты духа [1...5]. Собирательным (или так называемым "замыкающим") понятием при этом становится духовность. Почему проблематика духовности вдруг стала столь важна, причем именно в сфере проектного творчества? Прежде всего это связано с обострением проблематики среды, предметно-про-

странственного окружения человека и формированием ценностного отношения к уникальности мест. Происходит возврат к надолго забытым горизонтам значений, игнорировавшихся проектной культурой недавнего прошлого и, увы, еще и сегодня далеко не очевидным немалому числу представителей проектно-художественных видов деятельности.

Традиционные способы создания вещей и обжитого пространства зиждились на традиционном типе общества и принадлежали ремесленной форме организации деятельности. Духовные качества создаваемого определялись причастностью к извечной трансляции образцов и прототипов, за каждым из которых стоял непререкаемый авторитет предков. Поэтому идеи и продукты труда ремесленника имели трансцендентный смысл и были способны одухотворять повседневную жизнь. Создание вещей (от платья до здания) и организация пространств обитания было своеобразной духовной практикой.

С развитием технологий и с разворачиванием научно-технического прогресса такая модель деятельности уходит в прошлое. На заре века индустриализма ремесленный тип производства вещей и обустройства жизни отчаянно пытались спасти такие энтузиасты, как У. Моррис, непрестанно подчеркивающий духовный смысл отмирающих практик, их ценность и неповторимость – качества, недостижимые в приходящем им на смену "машинном" способе производства. У. Моррис утверждал, что подлинность вещи, созданной руками мастера, не только дает полноту самореализации самому мастеру, но и одухотворяет всех, кто имеет с ней дело. У. Моррис называл различные виды декоративно-прикладного искусства и все вообще разновидности практик организации предметно-пространственного мира "архитектурой" [6], а Готфрид Земпер, другой видный деятель XIX в., подчеркивал тектоническую основу всех ремесленных практик, соединяющуюся в архитектуре; саму же архитектуру он описывал как разновидность искусства "одевания", указывая, что создание одежды – универсальная и базовая модель всякого практически-ориентированного художественного мышления [7]. Мы можем сказать: традиционный характер духовности предметного окружения определялся органичным соответствием решений сущностным силам места и времени, созданием их "по форме и мерке" конкретного сообщества, включая его ценности и цели, надежды и верования.

Ранняя проектная (модернистская, со второй половины XIX в. – до третьей четверти XX в.) идеология, как известно, была ориентирована на тотальное преобразование жизни, пространства, планеты в целом, а потому тяготела к универсальному, всеобщему, тиражируемому средствами массовой информации, индустриальному производству, а потребление понимала как использование типового обезличенного продукта. Она крайне критично относилась ко всему индивидуальному (несмотря на столь же крайний индивидуализм своих "пионеров" – Ф.Л. Райта, Л. Миса, Ле Корбюзье и др.), от-

нося его к сфере нерациональной организации труда, не отвечающей задачам масштабных преобразований и борьбы за "эффективность проектных решений". Этой идеологии было подчинено и профессиональное образование, в котором не исчезающий никогда культ персонального творчества получал довольно превращенные формы, проявляясь в устойчивой тенденции к бесчувственности в отношении условий осуществления проектных замыслов.

Пренебрежение индивидуальностью мест обитания успешно воспроизводилось на уровне принятых методик и норм – от абстракционистской композиционной "пропедевтики" до СНИПов. Свою роль сыграла и известная гипертрофированная увлеченность пустой категорией "пространства" в ущерб телесности, чувственности и субстанциальности – исконным качествам обитаемой среды, культивируемым в традиционной архитектуре и прикладном искусстве [3], [5]. Индивидуальной, с точки зрения модернистов, могла быть личная прихоть заказчика или художнический жест творца (как правило, не обремененный какой-то рефлексией и самокритикой), но не ситуация архитектурно-дизайнерского действия, не место, не среда.

Проблема в том, что даже и при большом стремлении к индивидуации мест или хотя бы "форм", а такое стремление также никогда полностью не исчезало, возвращаясь из маргинальных состояний в самый центр профессиональных интересов к 1980-м гг., осуществить такое стремление в наработанных к тому времени универсалистских методиках и формализованных приемах оказалось довольно непросто. Вкус к уникальному оказался отбит, умение индивидуализировать места – утрачено за долгой ненужностью. Более того, собственно проектная идеология – в отличие от исконной архитектурной традиции – такие задачи вообще не ставила перед собой никогда, ей даже и возрождать в этом плане нечего, поэтому прав А.Г. Раппапорт, утверждая, что "... проблема создания уникальных объектов и индивидуальной организации фрагментов земной поверхности

сегодня впервые встает перед проектным сознанием" [4].

Наиболее опасное свойство, появившееся у известного донныне проектирования (практически во всех его вариациях) – ставка на идеализированное знание и соответствующий ему тип мышления, восходящий к естественно-научному методу описания мира. Науки Нового времени, столь популярные и авторитетные, вплоть до третьей четверти XX столетия, едва ли не всему служили образцом, даже искусству, что говорить о проектировании, в том числе дизайнерском, архитектурном и тем более градостроительном: оно так стремилось быть объективным, обоснованным, аргументированным... Но науки строят свои "предметы знания" за счет редукции реальности, они работают с объектными идеализациями, не имеющими к реальности ровно никакого отношения, и лишь за счет инженерных приложений и инструментальных ухищрений наука может отнести свои предметные знания к реальному миру, но этот путь означает... артификацию (обыскуствление) мира – неосознанную, далекую от ценностного осмысления, от интенционального и чувственного обживания получающихся таким образом артефактов [8].

Этот способ созидания для традиционной архитектуры (в указанном выше широком смысле, по У. Моррису и Г. Земперу) предельно далек от ее исконной духовности, но для вновь рожденного проектирования он стал базовым и как бы единственно возможным. Результатом повсеместного использования такого способа стала обезличенность среды обитания, отчуждение человека от своего окружения, бездуховность – явления, уже давно ставшие предметом социально-экологической критики [1...3].

С переходом от индустриализма к более развитым моделям организации деятельности можно было бы ожидать возвращения интереса к утраченным ценностям, попыток придать деятельности по созданию предметно-пространственного окружения осмысленность в новых исторических условиях. Однако этого не случилось (если

не брать в расчет недолгий период постмодернистских экспериментов с присущим им двусмысленным юмором и сарказмом).

Однако в течение последних десятилетий проявляется существенный сдвиг в тематике научных исследований в области теории и истории проектных практик. Это – сдвиг в сторону анализа процессов творчества, проектного мышления [9]. В растущем числе публикаций современных теоретиков приоритет в исследовании уделяется не столько вопросам формотворчества, сколько методам поиска решения, повышения его уместности и адекватности [1]. Объектом анализа становится исторический генезис проектного мышления, а это означает выход на поиск возможностей его изменения, обретения новых, более приемлемых конфигураций проектности, чем известные до сих пор [2], [10].

Только сегодня мы подошли к осознанию необходимости пересмотра той конфигурации проектных профессий, которая крайне неудачно (и, как становится понятно, исторически случайно) сложилась сто лет назад, а до того, в Новое время, столь же не лучшим образом сформировались основные черты грядущего профессионального проектирования [10]. Проектный подход остается основным в современных практиках преобразования среды, но само проектирование может и должно пониматься по-новому: как социально-ориентированное диалоговое действие, транспарентное для всех заинтересованных в нем, но открытое для критики, проблематизации, развития – в чем можно видеть новую трансцендентность предметно-пространственного созидания сегодня.

Начинать переосмысление разумно со сферы образования – ведь она уже давно интерпретируется как область новаций, обновляющих всю систему профессии за счет воспитания носителей новых идей и ценностей, представлений и методов. Здесь требуются новые идеи, в том числе новая философско-мировоззренческая пропедевтика, способная заложить основы социально-ориентированного и реалистичного понимания творчества [1].

Наконец, где черпать уникальность, как поймать ее, нежели не в опоре на неповторимость мест, ландшафтов, людей, традиций и преданий! Обращение к таким типам ресурса проектного воображения становится сегодня ключевой задачей, но она требует разработки множества методик и техник действия, отличающихся от привычных профессиональных дизайнерских или архитектурных, все еще во многом ориентирующихся на абстракции идеализированного знания. Их необходимо создавать и для решения задач обновления содержания дизайн-образования, и такая работа уже начата [1...5], [10].

ВЫВОДЫ

1. Духовные качества предметной среды представляют собой одну из важнейших ценностей человеческой жизни – обитания в наполненных смыслом и значением ландшафтах, городах, вещах. Утрата духовных ценностей ведет к катастрофическим изменениям в состоянии среды, выражается в отношении к ней пользователей и влияет на моральное и физическое состояние людей.

2. Негативный опыт игнорирования духовных ценностей проектной активностью прошлых десятилетий должен и может быть преодолен. Ресурсы для этого можно обнаружить в самой быстро обновляющейся проектной культуре нашего времени, в ее теоретическом и образовательном аспектах. Дизайнерские, художественные, теоретические и образовательные инициативы в указанном направлении становятся сегодня чрезвычайно актуальны.

3. Духовные качества предметной среды (или предметно-пространственной среды, понимаемой достаточно широко) могут быть сегодня отождествлены с полноценным существованием и культурным развитием общества в понятной ему и управляемой им индивидуализированной среде – среде, не ограничивающей кругозор, но предполагающей его постоянное расширение и самосовершенствование. Созиданию предметно-пространственной среды необходимо вернуть осмысленность и одухо-

творенность, а проектирование должно получить шанс стать новой духовной практикой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кармазин Ю.И. Творческий метод архитектора: введение в теоретические и методические основы. – Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2005.
2. Капустин П.В. Опыты о природе проектирования. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2009.
3. Рappapорт А.Г. От пространства к субстанции [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://papardes.blogspot.com/2012/03/blog-post_19.html
4. Рappapорт А.Г. Открытость или неисчерпаемость [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://papardes.blogspot.ru/2010/08/blog-post_9239.html
5. Капустин П.В. Пространственность и субстанциональность в архитектуре и проектировании // Архитектурные исследования. Научный журнал. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2015, № 3 (3). С. 4...12.
6. Моррис У. Искусство и его творцы. Искусство и жизнь. Избранные статьи, лекции, речи, письма. – М.: Искусство, 1973. С. 282...289.
7. Землер Г. Практическая эстетика. – М.: Искусство, 1970.
8. Копылов Г.Г. Научное знание и инженерные миры // Кентавр. – 1996, № 1.
9. Азизян И.А. Проблематика и методология диссертационных исследований архитектуры 1989 - 2005 годов // Очерки истории теории архитектуры Нового и Новейшего времени / РААСН, НИИТАГ, под ред. Азизян И.А.; – СПб.: Коло, 2009. С. 619...648.
10. Капустин П.В. Об историко-генетическом анализе архитектурно-проектного мышления // Архитектурные исследования. Научный журнал. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2015, № 1 (1). С. 11...15.

REFERENCES

1. Karmazin Ju.I. Tvorcheskij metod arhitekтора: vvedenie v teoreticheskie i metodicheskie osnovy. – Voronezh: Izd-vo Voronezhskogo gos. un-ta, 2005.
2. Kapustin P.V. Opyty o prirode proektirovanija. – Voronezh: Voronezhskij GASU, 2009.
3. Rappaport A.G. Ot prostranstva k substancii [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://papardes.blogspot.com/2012/03/blog-post_19.html
4. Rappaport A.G. Otkrytosť ili neischerpaemosť [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://papardes.blogspot.ru/2010/08/blog-post_9239.html
5. Kapustin P.V. Prostranstvennosť i substancional'nosť v arhitekture i proektirovanii // Arhitekturnye issledovanija. Nauchnyj zhurnal. – Voronezh: Voronezhskij GASU, 2015, № 3 (3). S.4...12.
6. Morris U. Iskusstvo i ego tvorcy. Iskusstvo i zhizn'. Izbrannye stat'i, lekcii, rechi, pis'ma. – M.: Iskusstvo, 1973. S. 282...289.

7. Zemper G. Prakticheskaja jestetika. – M.: Iskusstvo, 1970.

8. Kopylov G.G. Nauchnoe znanie i inzhenernye miry // Kentavr. – 1996, № 1.

9. Azizjan I.A. Problematika i metodologija dissertacionnyh issledovanij arhitektury 1989 - 2005 godov // Oчерki istorii teorii arhitektury Novogo i Novejshego vremeni / RAASN, NIITAG, pod red. Azizjan I.A.; – SPb.: Kolo, 2009. S. 619...648.

10. Kapustin P.V. Ob istoriko-geneticheskom analize arhitekturno-proektnogo myshlenija // Arhitekturnye issledovanija. Nauchnyj zhurnal. – Voronezh: Voronezhskij GASU, 2015, № 1 (1). S.11...15.

Рекомендована кафедрой теории и практики архитектурного проектирования. Поступила 10.02.17.

ПАМЯТИ УЧИТЕЛЯ

TO THE MEMORY OF THE TEACHER
26.06.1931 – 20.01.2007

Десять лет прошло с того дня, как ушла из жизни Человек, замечательная женщина – Анна Архиповна Мартынова, профессор кафедры ткачества Московского текстильного института (текстильной академии, текстильного университета) им. А.Н.Косыгина – видный российский ученый - текстищик.

Почти полвека она проработала на кафедре ткачества, пройдя все преподавательские должности – от ассистента до профессора. А.А.Мартынова всегда были признанным лидером в коллективе. Она внесла огромный вклад в развитие учебной и научной деятельности и материально-технической базы кафедры.

Анна Архиповна – видный ученый в области технологии, строения и проектирования тканей. Под ее руководством на кафедре разработаны новые методы проектирования тканей, которые сегодня положены в основу создания систем автоматизированного проектирования тканей.

Она создала огромное количество новых тканей специального назначения:

- с повышенными прочностными и адгезионными показателями для использования в качестве основы для нанесения различных покрытий;



- комбинированные с повышенным начальным модулем жесткости на растяжение для изготовления скафандров, используемых при космических полетах;

- многослойные для изготовления различных пластиков, одежды для рабочих горячих цехов, получения однонаправленных композиционных материалов, используемых в авиационной и ракетной технике;

- тканей с использованием нитей "бикарбалон", "нитэлон", с элементами мишуры на поверхности с большой коррозионостойкостью, эластичностью и изгибоустойчивостью;

- ленты для телетайпов с повышенным сроком службы;

- фильтровальные ткани;

- огнезащитные ткани;

- ткани, корректирующие направления электромагнитных волн и многие другие.

Она – автор нескольких сотен научных трудов, включая многочисленные учебники и изобретения. Фундаментальный учебник "Строение и проектирование тканей" не имеет аналогов в мире.

Всегда, для всех преподавателей и студентов, она была и остается эталоном современного преподавателя. Многие годы на эталонном уровне она читала курсы лекций

по строению и проектированию тканей. Ее лекции всегда отличались ясностью, стройностью и доходчивостью изложения материала.

Под ее руководством защитили диссертации более 25 человек, а дипломные работы – несколько сотен выпускников. Многим из них Анна Архиповна дала настоящую путевку в жизнь.

Анна Архиповна была удивительным человеком, в котором гармонично сочетались большой ум и скромность, порядочность, доброта и требовательность, любовь, преданность семье и беззаветное служение профессии.

Эрудиция А.А. Мартыновой, ее принципиальность, требовательность, умение не только отстаивать свои взгляды и убеждения, но и всегда слышать собеседника, а также огромная доброжелательность, – все это снискало уважение и любовь к Анне Архиповне студентов, преподавателей, сотрудников, друзей.

Она очень любила свою семью. И нас всегда учила этому. Она была заботливой мамой, прекрасной женой, надежным товарищем. Анна Архиповна любила жизнь и ценила ее. Такой она навсегда осталась в сердцах близких и всех тех, кому посчастливилось работать, жить и общаться с ней.

Конечно, создаваемые технические изделия быстро вытесняются новыми и забы-

ваются. Но отношения между сотрудниками, которые складываются в творческих коллективах при их разработке, сохраняются значительно дольше. С каждым годом, удаляющим нас от Анны Архиповны, нашего дорогого Учителя, мы понимаем, что судьба предоставила нам счастливый шанс – быть вместе с этим удивительным человеком.

И сегодня мы часто вспоминаем Анну Архиповну Мартынову. Ее имя всегда все произносят с любовью и уважением. Ее постоянная готовность оказать помощь в нужную минуту, бескорыстие и внимание помогали нам в самые трудные периоды жизни.

Десять лет прошло. Но Анна Архиповна с нами – в делах, мыслях, в радости и горести. Спасибо Вам, дорогая Анна Архиповна, за Вашу науку – жить и работать честно и с увлечением.

* * *

Сердце погасло, будто зарница,
Боль не притушат года.
Образ Ваш вечно будет храниться
В памяти нашей всегда.
Вы жизнь свою прожили достойно,
Оставив память нам навек.
В безмолвном мире спите спокойно,
Любимый нами Человек.

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".

Ученики А.А. Мартыновой.

**СТАТЬИ ПО МАТЕРИАЛАМ XIX МЕЖДУНАРОДНОГО
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ФОРУМА "СМАРТЕКС 2016"**

УДК 677.11.08+677.07

**ИННОВАЦИОННАЯ ПРОДУКЦИЯ
ТЕКСТИЛЬНОГО, МЕДИЦИНСКОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ
НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КОРОТКОГО ЛЬНОВОЛОКНА***

**INNOVATIVE PRODUCTS
FOR TEXTILE, MEDICAL AND TECHNICAL PURPOSES
ON THE BASIS OF MODIFIED SHORT FLAX FIBER**

А.П. МОРЫГАНОВ
A.P. MORYGANOV

(Институт химии растворов им.Г.А.Крестова Российской академии наук, г. Иваново)
(G.A.Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Ivanovo)
E-mail: apm@isc-ras.ru

Представлены разработанные в ИХР РАН способы модификации короткого (низкономерного) льноволокна. На их основе предложены, апробированы и частично внедрены в производство инновационные технологические схемы получения хлопко- и шерстоподобного волокна для текстильных изделий, высокосорбционного волокна для медицинских целей, огнебиозащищенных льноматериалов и изделий.

The methods of modification of short (low-number) flax fiber developed in ISC RAS are presented. On their basis innovative technological schemes of obtaining cotton- and wool-like fibers for textile products, high-sorption fibers for medical purposes, fire- and bio-protected flax materials and products have been offered, approved and partially applied in industry.

Ключевые слова: модифицированное льноволокно, химическая обработка, инновационные льноматериалы и изделия.

Keywords: modified flax fiber, chemical treatment, innovative flax materials and products.

Интерес производителей к проблеме модификации короткого льняного волокна (которое составляет 65...75% от получен-

ных после первичной переработки льноволокна) обусловлен возможностью расширения сырьевой базы натуральных волокон

* По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

и частичной заменой химических волокон на отечественное, более дешевое и экологичное сырье.

Для повышения эффективности его использования еще в 1980-1990-х годах в Западной Европе, а затем и в России были созданы технологии и оборудование (фирмы Трючлер, Темафа, Германия; Ла Рош, Франция; Тверьлегмашдеталь, Кардатекс, Россия и др.) для производства котонина (модифицированного короткого льноволокна), приближенного по свойствам к хлопку и пригодного для совместного прядения с хлопком и шерстью [1]. Однако как зарубежное оборудование для механической котонизации, так и созданное по аналогии с ним российское оказалось мало пригодным для отечественного льна в силу высокой степени его одревеснения (40...60% против 20% европейского).

В ИХР РАН в 1990 – 2000-е годы были проведены систематические исследования химических и структурных превращений целлюлозы льна и сопутствующих примесей под действием различных окислительно-восстановительных систем, влияния предварительных и последующих механических воздействий на компонентный состав, размеры и физико-механические показатели низкономерных льноволокна. На этой основе были созданы научные основы процесса модификации льняных волокон для получения материалов с заданными функциональными свойствами.

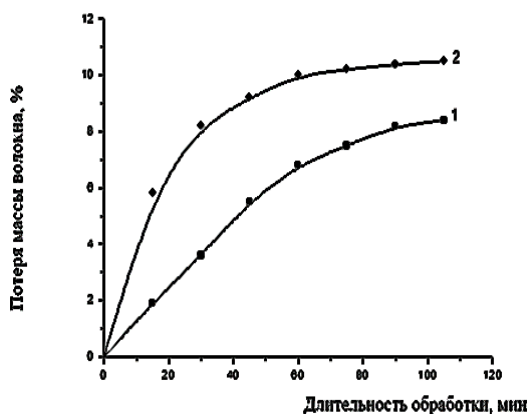


Рис. 1

В качестве примера на рис. 1 показаны скорость и полнота удаления примесей из

нативного (1) и предварительно разволокненного льна (2) под действием гидроксида натрия.

Установлено, что "разрыхление" структуры лубяных пучков на стадии механических обработок, нарушение целостности срединных пластинок и увеличение границы раздела фаз, на которой протекают гетерогенные процессы взаимодействия примесей с химическими реагентами [2], а также удаление из волокна значительного количества костры и пыли обуславливают резкое повышение эффективности химической обработки (кривая 2) при снижении непроизводительного расхода химреагентов, уменьшении загрязненности промстоков и повышении экологичности процесса. Изменяя, с одной стороны, количество единиц оборудования и параметры обработки на стадии механической очистки короткого льноволокна [3], а с другой – составы растворов и условия воздействия их на обрабатываемый материал, можно придавать волокну те или иные показатели, необходимые для его дальнейшей переработки.

С использованием полученных результатов за период 2000-2013 гг. в рамках федеральных целевых программ и госконтрактов с Минэкономразвития РФ, Главным военно-медицинским управлением Минобороны РФ, Минпромторгом РФ разработаны инновационные технологические схемы и регламенты производства льнодержущих текстильных материалов различного назначения (рис. 2 – блок-схема получения новых видов продукции из короткого льноволокна) и, совместно с фирмой "Рослан" (г. Иваново), проведены необходимые опытно-конструкторские работы и широкая промышленная апробация.

Данные, представленные в табл. 1, показывают, что при химической модификации, помимо высокой степени очистки, волокнам льна дополнительно придается комплекс свойств (извитость, мягкость и др.), обеспечивающих их успешную переработку в смесях с другими видами волокон. Это обуславливает максимальный "выход" модифицированного льноволокна в пряже и повышение ее ровноты.

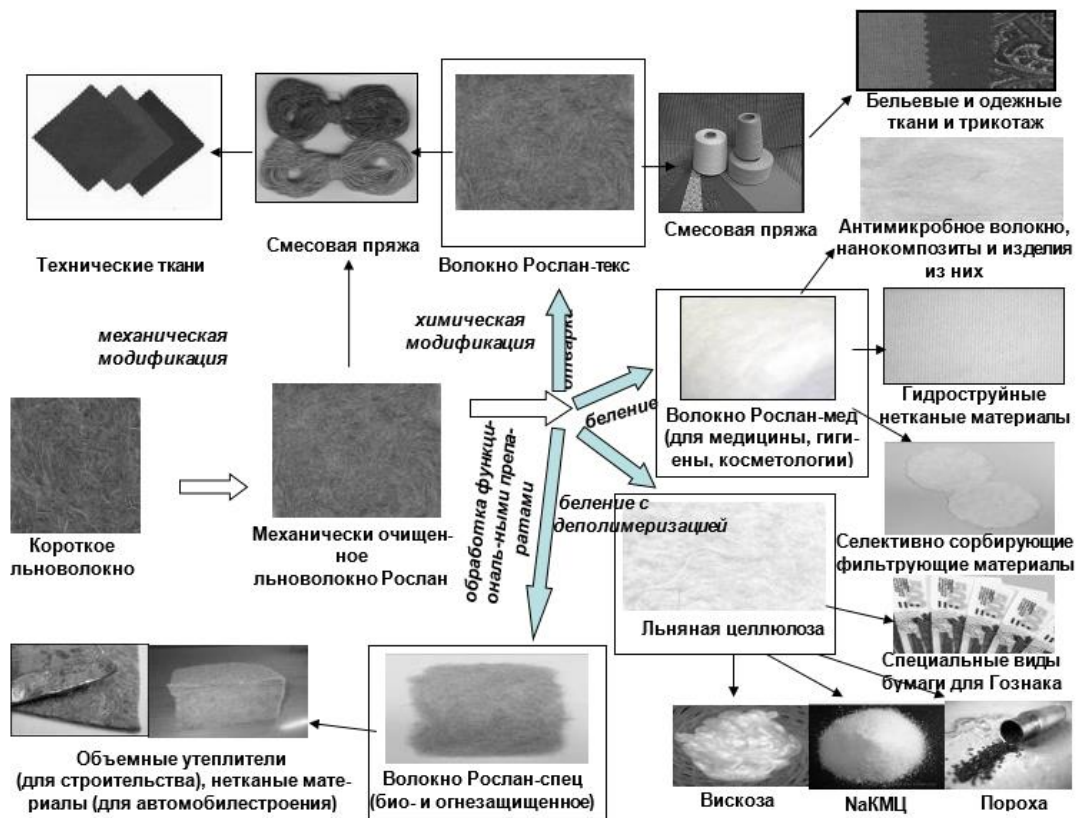


Рис. 2

Т а б л и ц а 1

Наименование показателей и единицы измерения	Значения показателей волокон		
	льна механически модифицированного	льна химически модифицированного	хлопка
1.Средняя массодлина, мм	до 55	до 51,0	до 32
2.Линейная плотность, текс	2...3	1...2	до 0,2
3.Содержание костры, %	1,5...2,0	до 1,0	нет
4. Извитость изг./см	нет	2,5...3,0	штопорообразная ленточка
5.Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	26,2	25,3	24...25
6.Водопоглощение, г/г волокна	1,8	17	0,5
7.Капиллярность, мм/10 мин	0	80	0
8. Потери в хлопкопрядении, %	25...40	15...18	-

На основе создания окислительно-восстановительных систем непосредственно в льноволокне [4] нами разработаны совмещенные способы химической модификации волокна и крашения его кубовыми, либо сернистыми красителями с получением окрасок любой интенсивности.

Широкие промышленные испытания технологии получения механохимически модифицированного волокна Рослан-текс (природного серого цвета и окрашенного) показали, что новое волокно превосходит

лучшие зарубежные и отечественные аналоги и успешно перерабатывается по хлопковой и шерстяной технологиям прядения.

Полученные льносодержащие ткани бельевого ассортимента превосходят по гигроскопичности хлопчатобумажные (практически мгновенно впитывают влагу), а в сравнении с традиционными полульняными материалами имеют значительно меньшую себестоимость, поскольку прядение, ткачество и отделка осуществляются по менее ресурсоемкой, чем льняная, технологии пере-

работки хлопка. Полушерстяные ткани для верхней одежды, содержащие 30...35% волокна Рослан-текс взамен вискозы, по совокупным показателям гигроскопичности, воздухопроницаемости и теплозащитным свойствам обладают уникальными свойствами кондиционирования, то есть сочетают в себе теплоту шерсти и прохладу льна, а их комплексный показатель технологичности при пошиве более чем в 4 раза превышает аналогичное значение для традиционных камвольных тканей [5].

Очень перспективно и применение льна для медицинских целей [1]. На основе выявленных в ИХР РАН приемов целенаправленного регулирования гидrolитической и окислительной деструкции природных спутников целлюлозы льна разработаны способы получения из низкономерного льноволокна высокоочищенных, высокосорбционных волокон Рослан-мед для изготовления изделий медицинского назначения без использования экологически опасных кислых растворов хлорсодержащих реагентов и надуксусной кислоты [6]. С учетом полученных данных разработаны технологические схемы и оптимизирован состав технологических линий по производству медицинской льноваты и антимикробных перевязочных средств "Биолен". Все изделия прошли государственную регистрацию, разрешены к промышленному производству и медицинскому применению, рекомендованы для принятия на обеспечение лечебных учреждений Минобороны РФ. В 2011 г. на специально построенном заводе "ЛенОм" (Омская обл.) освоен промышленный выпуск отбеленного льноволокна и на его основе – ваты медицинской гигроскопической, хирургической льняной, стерильной и нестерильной ВХЛС-"ИХР".

В ОАО "НИИНМ" (г.Серпухов) на основе отбеленного льноволокна разработаны оригинальные структуры нетканых полотен (атравматичных, ламинированных,

дублированных). Натурные испытания изготовленных из них готовых изделий (перевязочных средств, впитывающих салфеток, текстильных носителей лекарственных и косметических препаратов) в клинических условиях и у потенциальных потребителей выявили их положительные гигиенические и функциональные свойства [7]. Разработанные нами композиции антисептиков могут применяться для функционализации не только льняных, но и других целлюлозных материалов. Это позволяет обеспечить антимикробную активность многослойным марлевым салфеткам или нетканым полотнам на основе хлопковых и/или гидратцеллюлозных волокон при невысокой (в сравнении с аналогами) себестоимости [7].

И, наконец, третье, очень важное направление использования модифицированного льноволокна – это производство технических льносодержащих материалов и изделий с улучшенными свойствами огне- и биозащиты. Ткани и нетканые материалы с такими свойствами на основе низкономерного льноволокна, полученные с использованием высокоэффективных антипиренов Тезагран и Тезагран-Био (совместная разработка ИХР РАН и ООО "Апотекс"), уже более 10 лет выпускаются на ряде льнопредприятий Ивановской, Владимирской, Ярославской и Московской областей.

Большой интерес представляют также многослойный теплошумоизоляционный материал НО-Л-1А и элементы мягкой мебели (матрасы, сиденья) с высокими противопожарными показателями для пассажирских вагонов нового поколения, разработанные фирмами "Апотекс" (г. Иваново) и "Наукоемкие технологии" (г. Балашиха Московской обл.) [8], объемные огнебиозащищенные льноутеплители для строительства и транспорта (рис. 2) и низкоматериалоемкие ткани на основе механически очищенного льноволокна (рис. 3 – схема получения огнезащищенных тканей из модифицированного льноволокна).

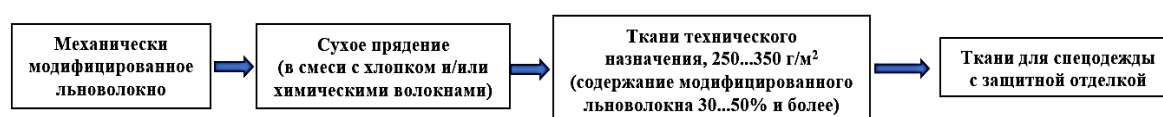


Рис. 3

Такие ткани значительно легче брезентов и дешевле материалов на основе термо- и огнестойких химических волокон. Опытная носка изготовленных из них защитных костюмов подтвердила улучшенные специальные свойства костюмов, хорошую гигиеничность, антистатические свойства, комфортность в эксплуатации (в отличие от изделий из химических волокон) [9].

ВЫВОДЫ

Разработан комплекс технологических процессов производства на основе низкомолекулярного льноволокна широкого спектра востребованной продукции с высокой добавленной стоимостью текстильного, медицинского и технического назначения. Важным преимуществом новых процессов является возможность использования единой технологической цепочки (линия механической очистки волокна и существующее оборудование для химической модификации – аппараты для крашения под давлением, центрифуги, сушильные линии), при обработке волокна в которой – в зависимости от требуемых свойств конечного продукта – изменяются лишь параметры механической и химической обработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. – М., 2002.
2. Textile Chemistry: Theory, Technology, Equipment / Editor A.P.Moryganov. Nova Science Publishers INC. COMMACK. – N-Y., 1997. P.157...164.
3. Пат.РФ № 2347861. Способ очистки льняного волокна. / Данилов А.Р., Гатаулин А.М., Галашина В.Н., Мoryганов А.П. – Оpubл. 27.02.2009, БИ № 6.
4. Стокозенко В.Г., Мoryганов А.П., Неманова Ю.В. Генерирование редокс-систем волокнистыми материалами при восстановлении кубовых и сернистых красителей: исследование и практическая реализация. // Рос.хим. ж. – 2011. Т.55, № 3. С. 107...117.
5. Коньков П.А., Мoryганов А.П., Стокозенко В.Г., Захаров А.Г. Глубокая переработка льна в России: исторические аспекты и перспективы // Текстильная промышленность. – 2010, № 1. С.36...41.
6. Галашина В.Н., Дымникова Н.С., Данилов А.Р., Мoryганов А.П. Модифицированное льноволокно для медицинских изделий // Текстильная промышленность. – 2011, № 2. С. 52...56.
7. Галашина В.Н., Мoryганов А.П. Инновационные целлюлозосодержащие изделия для медицины, гигиены, косметологии // Российский рынок технического текстиля и нетканых материалов: наука и

производство в современных экономических условиях. – М.: Изд-во "БОС", 2016. С.139...145.

8. Сачков О.В., Чистобородов Г.И., Вильк М.Ф., Аксенов В.А., Мoryганов П.А., Коломейцева Э.А., Юдаева О.С., Гладаренко А.С. Текстильные материалы и изделия со специальными свойствами для обеспечения экологической, гигиенической и пожарной безопасности пассажирских вагонов. – М.: ФГУП ВНИИЖГ, 2011.

9. Стокозенко В.Г., Коломейцева Э.А., Шапошников А.Б., Мoryганов А.П. Получение низкоматериалоемких тканей со специальными свойствами на основе модифицированного льноволокна // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2015, №4. С.78...82.

REFERENCES

1. Zhivetin V.V., Ginzburg L.N., Ol'shanskaja O.M. Len i ego kompleksnoe ispol'zovanie. – M., 2002.
 2. Textile Chemistry: Theory, Technology, Equipment / Editor A.P.Moryganov. Nova Science Publishers INC. COMMACK. – N-Y., 1997. P.157...164.
 3. Pat.RF № 2347861. Sposob ochildki l'njanogo volokna. / Danilov A.R., Gataulin A.M., Galashina V.N., Moryganov A.P. – Opubl. 27.02.2009, BI № 6.
 4. Stokozenko V.G., Moryganov A.P., Nemanova Ju.V. Generirovanie redoks-sistem voloknistymi materialami pri vosstanovlenii kubovyh i sernistyh krasitelej: issledovanie i prakticheskaja realizacija. // Ros.him. zh. – 2011. T.55, № 3. S. 107...117.
 5. Kon'kov P.A., Moryganov A.P., Stokozenko V.G., Zaharov A.G. Glubokaja pererabotka l'na v Rossii: istoricheskie aspekty i perspektivy // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2010, № 1. S.36...41.
 6. Galashina V.N., Dymnikova N.S., Danilov A.R., Moryganov A.P. Modificirovanoe l'novolokno dlja medicinskih izdelij // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2011, № 2. S. 52...56.
 7. Galashina V.N., Moryganov A.P. Innovacionnye celljulozosoderzhashhie izdelija dlja mediciny, gigeny, kosmetologii // Rossijskij rynek tehničeskogo tekstilja i netkanyh materialov: nauka i proizvodstvo v sovremennyh jekonomičeskikh uslovijah. – M.: Izd-vo "BOS", 2016. S.139...145.
 8. Sachkov O.V., Chistoborodov G.I., Vil'k M.F., Aksenov V.A., Moryganov P.A., Kolomejceva Je.A., Judaeva O.S., Gladarenko A.S. Tekstil'nye materialy i izdelija so special'nymi svojstvami dlja obespechenija jekologičeskoi, gigeničeskoi i požarnoi bezopasnosti passazhirskih vagonov. – M.: FGUP VNIIZhG, 2011.
 9. Stokozenko V.G., Kolomejceva Je.A., Shaposhnikov A.B., Moryganov A.P. Poluchenie nizkomaterialoemkih tkanej so special'nymi svojstvami na osnove modificirovannogo l'novolokna // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2015, №4. S.78...82.
- Рекомендована научно-техническим семинаром "Химия текстильных материалов" ИХР РАН. Поступила 22.08.16.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ*

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF MULTI-LAYER BONDED FABRICS FOR MULTIFUNCTIONAL COMPOSITES

В.Т. СЕРГЕЕВ, С.Д. НИКОЛАЕВ
V.T. SERGEEV, S.D. NIKOLAEV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: nsd0701@mail.ru

В статье проанализирована структура многослойной комбинированной ткани. Выбранная структура комбинированной многослойной ткани характеризуется использованием двух видов малокрученых химических нитей: углеродных и кварцевых; двух видов базовых переплетений: 4-ремизного неправильного сатина и производного от полотняного; строения полой многослойной комбинированной ткани.

The article analyzes the structure of the multilayer composite fabric. The structure chosen for the combined layers of fabric are characterized by the use of two types malorotyj fibers: carbon and quartz; two basic types of weave: 4 harness sateen and wrong is derived from linen; the hollow structure of multilayer composite fabric.

Ключевые слова: структура, многослойная ткань, углерод, кварцевые нити, композиты.

Keywords: structure, composite fabric, carbon, quartz noti, composites.

Для получения многофункциональных композитов, обладающих наряду с высокими прочностными свойствами и теплофизическими показателями значительным электрофизическим сопротивлением, а также абляционной стойкостью и возможностью работать в агрессивных химических средах – необходимо применение нескольких исходных материалов в определенном сочетании и пропорциях.

Известна тесная взаимосвязь свойств волокон и структуры волокнистых материалов с конечными показателями полученного на их основе композита [1...5]. Полимерная матрица во многом определяет технологические свойства углепластиков и отвечает за сохранность требуемого комплекса эксплуатационных свойств [6].

Для решения поставленной технической задачи предлагается использование двух видов нетрадиционных волокон: кварцевого и углеродного.

Основные свойства стекловолокон и нитей показаны в табл. 1 [7]. Высокие термические и механические показатели, влаго- и хемостойкость делают возможным их применение в экстремальных условиях. Удельное электрическое сопротивление кварцевого волокна обеспечивает радиопрозрачность летательных объектов, а углеродные волокна обладают уникальным свойством – абляцией.

Абляция – унос вещества с поверхности твердого тела при испарении, расплавлении, сублимации (возгонке) под воздействием различного рода излучений и высо-

* По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

котемпературных газовых потоков. При абляции создается изолирующая завеса, предохраняющая поверхность тела от непосредственного соприкосновения с разогретым газом или излучением этого газового

потока. Явление абляции широко используется для тепловой защиты космических аппаратов, головных частей, корпусов и сопел двигателей ракет [8].

Т а б л и ц а 1

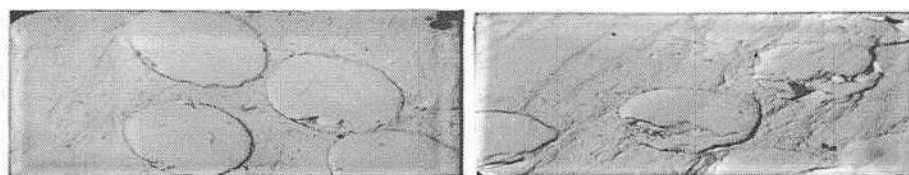
Свойства	Виды волокон	
	кварцевые	углеродные
Температура размягчения, °С	1600...1700	3600
Прочность, МПа	500...1500	500...5000
Удлинение при разрыве, %	2...4	0,5...2,0
Плотность, г/см	2,20...2,25	1,4...1,9
Удельное электрическое сопротивление, Ом·м	$10^{17}...10^{18}$	10^5
Влажность, %	0,1...0,2	гидрофобно
Хемостойкость	к щелочам и кислотам	инертно

Для получения многофункциональных композитов, соответствующих определенным эксплуатационным условиям, выбор видов волокон является важным, но не единственным условием решения поставленной задачи. Структура армирующего материала в виде многослойной ткани, где применяется последовательный способ соединения слоев нитями этих же слоев, обеспечивает стойкость в трансверсальном направлении при воздействии ударных нагрузок и высокоэнергетического высокоскоростного проникающего воздействия [3], [9...14], [16].

При выборе структуры многослойной комбинированной полой ткани (МКПТ) стремились получить такое расположение нитей, чтобы внешняя поверхность полой ткани была закрыта углеродными нитями, а внутренние слои были образованы кварцевыми нитями, при этом для обеспечения

равномерности строения ткань вырабатывалась из нитей практически одинакового диаметра. Но так как плотность кварцевых и углеродных волокон различна, то с учетом этого для выработки МКПТ использовали кварцевые нити линейной плотности 612 текс (КС 11...68 текс $\times 3 \times 3$) и углеродные нити 410 текс (Урал Н /205-22) с величиной крутки 50...70 кр/м.

Уменьшение степени кручения нитей от 150 до 50 кр/м, а следовательно, уменьшение их деформации, способствует сохранению прочности исходных волокон и нитей, а также повышению прочностных и теплофизических показателей композитов [3]. Использование некрученных нитей (0 кр/м) в ткачестве затруднено из-за сочетания их высокого модуля упругости и малой деформации до разрыва, что характеризует кварцевые и углеродные волокна как хрупкие.



а)

б)

Рис. 1

На рис. 1 представлены микросрезы волокон в пластике (исследования ВИАМ): а) – 0 кр/м; б) – 200 кр/м.

Для формирования многослойной комбинированной ткани в качестве базовых пе-

реплетений было выбрано сочетание сатинового переплетения с производным от полотняного.

Испытания композитных материалов на основе предложенной комбинированной

ткани показали, что данная ткань соответствует условиям эксплуатационных воздействий в пластике (рис. 2, 3). На рис. 2 представлена схема разреза многослойной ком-

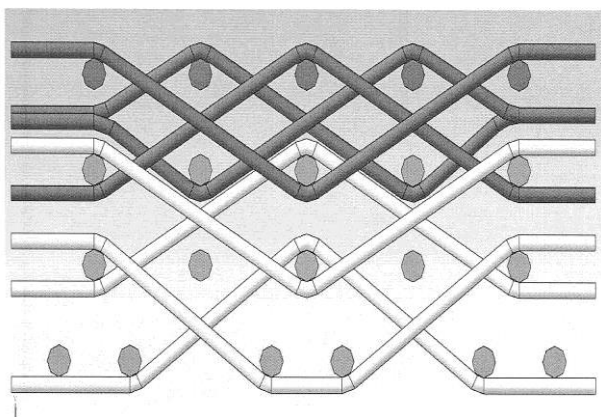


Рис. 2

Для выбранного переплетения разработан алгоритм формирования полой комбинированной ткани за счет последовательного послойного прокладывания уточных нитей из верхнего полотна в нижнее и обратно. В результате получена цельнотканая многослойная полая ткань, внешняя поверхность которой образована углеродными нитями, а внутренняя поверхность полой ткани на глубину трех слоев сформирована кварцевыми нитями [15].

Таким образом, для получения многослойной комбинированной полой ткани, используемой в качестве армирующего материала многофункциональных композитов, определены параметры и вид нитей, структура ткани и форма тканого изделия.

Теоретические расчеты показали, что предлагаемые углеродные и кварцевые нити с учетом их вязкоупругих параметров могут быть использованы для переработки в виде многослойной комбинированной ткани сложной структуры. Коэффициент их повреждаемости в процессе ткачества на станке КПТЗ-160С значительно ниже 1.

ВЫВОДЫ

Выбранная структура комбинированной многослойной ткани характеризуется использованием:

бинированной ткани, спроектированной из углеродных и кварцевых нитей, а на рис. 3 – пространственная модель многослойной комбинированной ткани.

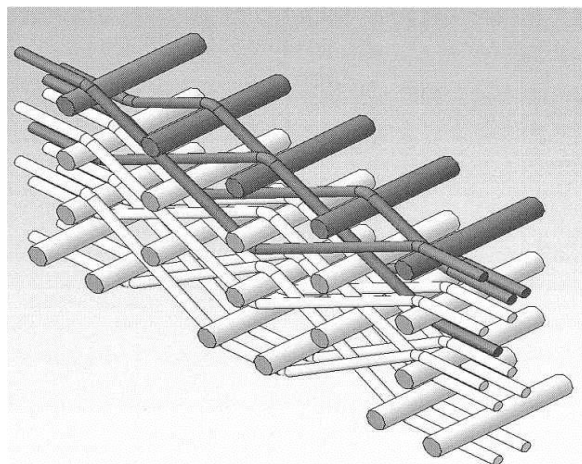


Рис. 3

- двух видов малокрученных химических нитей: углеродных и кварцевых;
- двух видов базовых переплетений: 4-ремизного неправильного сатина и производного от полотняного;
- строения полой многослойной комбинированной ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буров А.К., Андреевская Г.Д. Стекловолоконистые анизотропные материалы и их техническое применение. – М.: АН СССР, 1965.
2. Перепелкин Е.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. – СПб: Научные основы и технологии, 2009.
3. Сумарукова Р.И. Определение рационального строения и технологических параметров выработки многослойной кремнеземной ткани для теплозащитных стеклопластиков: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1976.
4. Асланова М.С. Влияние различных факторов на механические свойства стеклянных волокон // Стекло и керамика. – 1960, №11.
5. Perepelkin K.E. The textile institute's World Conference. Structural mechanics of polymeric fibers. Review and new conceptions. – Tampare, Finland. Proceedings.– V.1. Tampare, 1996. P.19...28.
6. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. – 2-е изд. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010.
7. Перепелкин Е.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009.

8. Советская Военная Энциклопедия / Под ред. Гречко А.А. – М.: Воениздат, 1976.

9. Райков Р.В. Разработка и исследование многослойных стеклянных тканей, предназначенных для изготовления конструкционных стеклопластиков. Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1970.

10. Павлов В.В., Краснов Л.Л., Матвеева И.А., Тихомирова Р.С., Райков Р.В. Технология изготовления и свойства стеклопластиковых изделий на основе многослойных тканей и чехлов трехмерного переплетения // В сб.: Армированные пластики в конструкциях. – ОНТИ, 1971. С. 26...35.

11. Геллер З.Ц. Разработка технологических параметров выработки многослойных стеклянных тканей: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1989.

12. Сергеев В.Т., Николаев С.Д., Сумарукова Р.И. Технология изготовления многослойной бикомпонентной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С. 81...85.

13. Сергеев В.Т. Технологические особенности изготовления многослойной бикомпонентной ткани // Сб. научн. тр. аспирантов. Вып. 18. – М., 2012.

14. Ульвачева Л.А., Бесшапошникова В.И., Жагрина И.Н., Кирсанова Е.А., Змеева Е.Д., Некрасова Н.В. Анализ ассортимента многослойных текстильных материалов и разработка их классификации // Дизайн и технологии. – 2014, № 44 (86). С. 71...78.

15. Сумарукова Р.И., Сергеев В.Т., Павлихина И.Ю. Разработка геометрических моделей строения многослойных тканей // Тез. докл. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (ТЕКСТИЛЬ - 2009). – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009. С. 82...83.

16. Ульвачева Л.А., Бесшапошникова В.И., Жагрина И.Н., Кирсанова Е.А., Змеева Е.Д., Некрасова Н.В. Анализ ассортимента многослойных текстильных материалов и разработка их классификации // Дизайн и технологии. – 2014, № 44 (86). С. 71...78.

REFERENCES

1. Burov A.K., Andreevskaja G.D. Steklovoloknistye anizotropnye materialy i ih tehicheskoe primenenie. – М.: AN SSSR, 1965.

2. Perepelkin E.E. Armirujushhie volokna i voloknistye polimernye kompozity. – SPB: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2009.

3. Sumarukova R.I. Opredelenie racional'nogo stroenija i tehnologicheskikh parametrov vyrabotki mnogoslujnoj kremnezemnoj tkani dlja teplozashhitnyh stekloplastikov: Dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 1976.

4. Aslanova M.S. Vlijanie razlichnyh faktorov na mehanicheskie svojstva stekljannyh volokon // Steklo i keramika. – 1960, №11.

5. Perepelkin K.E. The textile institute's World Conference. Structural mechanics of polymeric fibers. Review and new conceptions. – Tampare, Finland. Proceedings. – V.1. Tampare, 1996. P.19...28.

6. Mihajlin Ju.A. Konstrukcionnye polimernye kompozicionnye materialy. – 2-e izd. – SPb.: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2010.

7. Perepelkin E.E. Armirujushhie volokna i voloknistye polimernye kompozity. – SPB.: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2009.

8. Sovetskaja Voennaja Jenciklopedija / Pod red. Grechko A.A. – М.: Voениzdat, 1976.

9. Rajkov R.V. Razrabotka i issledovanie mnogoslujnyh stekljannyh tkaney, prednaznachennyh dlja izgotovlenija konstrukcionnyh stekloplastikov. Dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 1970.

10. Pavlov V.V., Krasnov L.L., Matveeva I.A., Tihomirova R.S., Rajkov R.V. Tehnologija izgotovlenija i svojstva stekloplastikovyh izdelij na osnove mnogoslujnyh tkaney i chehlov trehmernogo perepletenija // V sb.: Armirovannye plastiki v konstrukcijah. – ONTI, 1971. S. 26...35.

11. Geller Z.C. Razrabotka tehnologicheskikh parametrov vyrabotki mnogoslujnyh stekljannyh tkaney: Dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 1989.

12. Sergeev V.T., Nikolaev S.D., Sumarukova R.I. Tehnologija izgotovlenija mnogoslujnoj bikomponentnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №6. S. 81...85.

13. Sergeev V.T. Tehnologicheskie osobennosti izgotovlenija mnogoslujnoj bikomponentnoj tkani // Sb. nauchn. tr. aspirantov. Vyp. 18. – М., 2012.

14. Ul'vacheva L.A., Besshaposhnikova V.I., Zhagrina I.N., Kirsanova E.A., Zmееva E.D., Nekrasova N.V. Analiz assortimenta mnogoslujnyh tekstil'nyh materialov i razrabotka ih klassifikacii // Dizajn i tehnologii. – 2014, № 44 (86). S. 71...78.

15. Sumarukova R.I., Sergeev V.T., Pavlihina I.Ju. Razrabotka geometricheskikh modelej stroenija mnogoslujnyh tkaney // Tez. dokl. Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Sovremennye tehnologii i oborudovanie tekstil'noj promyshlennosti (TEKSTIL" - 2009). – М.: MGTU im. A.N. Kosygina, 2009. S. 82...83.

16. Ul'vacheva L.A., Besshaposhnikova V.I., Zhagrina I.N., Kirsanova E.A., Zmееva E.D., Nekrasova N.V. Analiz assortimenta mnogoslujnyh tekstil'nyh materialov i razrabotka ih klassifikacii // Dizajn i tehnologii. – 2014, № 44 (86). S. 71...78.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 27.10.15.

**ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ ОКРАСКИ
И КОМПЛЕКСНАЯ ОТДЕЛКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОРАЗМЕРНЫХ
ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПИГМЕНТОВ
И ГИДРОФИЛЬНЫХ НАНОЭМУЛЬСИЙ***

**FORMATION OF STRUCTURAL PAINT
AND COMPLEX TEXTILE FINISHING MATERIALS
USING NANOSIZED INTERFERENCE PIGMENTS
AND HYDROPHILIC NANOEMULSION**

*B.V. ЖИДКОВА, Н.В. ДАЩЕНКО, А.В. ДЕМИДОВ, А.М. КИСЕЛЕВ
V.V. ZHIDKOVA, N.V. DASCHENKO, A.V. DEMIDOV, A.M. KISELEV*

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)
(Saint-Petersburg State University Industrial Technology and Design)
E-mail: color_textiles@mail.ru

Представлены результаты исследований по созданию технологий колорирования текстильных материалов с использованием наноразмерных интерференционных пигментов и комплексной отделки полиэфирных мебельных тканей с применением гидрофильных наноэмульсий.

The results of researches on the development of technologies of coloring textile materials using nanoscale interference pigments and complex finishing polyester upholstery fabrics using hydrophilic nanoemulsions are presented.

Ключевые слова: текстильный материал, интерференционный наноразмерный пигмент, гидрофильная наноэмульсия, печать, реология, рисунок, структурная окраска, комплексная отделка, технология, качество.

Keywords: textile, nanoscale interference pigment, hydrophilic nanoemulsion, printing, rheology, pattern, structural coloration, complex finishing, technology, quality.

В настоящее время в решении актуальной проблемы развития отечественной текстильной промышленности и реализации программы импортозамещения ключевая роль отводится наноматериалам и нанотехнологиям, открывающим путь к созданию изделий с улучшенными и, в ряде случаев, уникальными, свойствами и расширяющим границы применения текстиля бытового и специального назначения [1]. При этом одним из главных направлений является совершенствование процессов художественно-колористического оформления и

заключительной отделки текстиля с использованием наноразмерных красителей и отделочных препаратов.

В статье представлены результаты исследования строения, свойств и особенностей применения наноразмерных интерференционных пигментов, способных к формированию структурных окрасок на текстильных материалах, а также изучения гидрофильных наноэмульсий, используемых для придания комплекса улучшенных потребительских свойств мебельным тканям.

* По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

На первом этапе изучен процесс вытравной печати с разрушением фоновой окраски текстильного материала, окрашенного различными классами красителей. Необходимость этого обусловлена возможностью повышения колористических показателей структурной окраски, сформированной в местах печатного рисунка с белой

вытравкой. Сравнительная эффективность действия вытравляющих агентов (перекись водорода, дитионит натрия, мочевины, диоксид тиомочевины, ронгалит) оценивалась по значениям малых цветовых различий (разнооттеночности) (ΔE), измеренным на спектроколориметре фирмы Gretag Macbeth (Швейцария) (рис. 1)

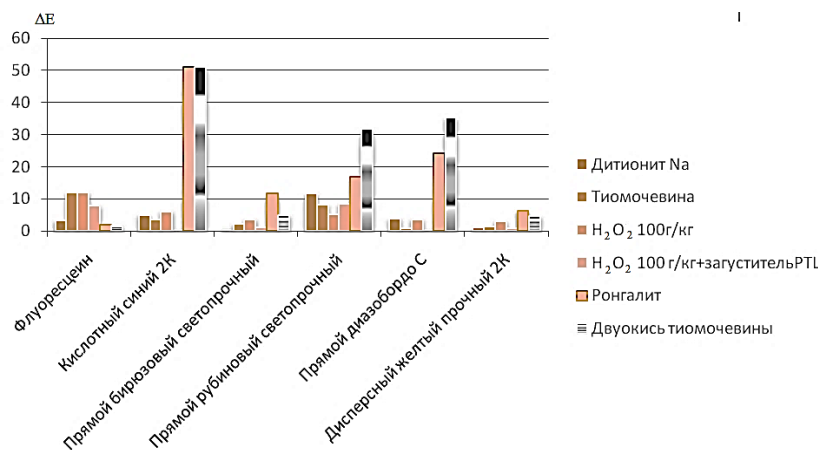
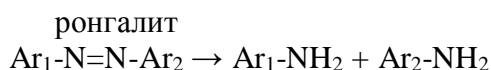


Рис. 1

Установлено, что дигидроксантеновый краситель (флуоресцеин) практически не подвергается вытравке с небольшим повышением цвета. Низкой степенью вытравляемости и обесцвечивания обладает краситель дисперсный желтый прочный 2К, не содержащий в хромофорной структуре двойных связей между атомами азота. Достаточно трудно вытравляется краситель прямой бирюзовый светопрочный, представляющий собой продукт сульфирования фталоцианина меди и обладающий высокой прочностью конденсированной хромофорной системы [2]. Наибольшей чувствительностью к действию восстановителей обладают моно- и дисазокрасители (кислотный синий 2К, прямой рубиновый светопрочный МУ, диазобордо С), которые подвергаются деструкции по азогруппам с образованием бесцветных ароматических аминов



Во всех случаях максимальной эффективностью обладает сульфоксилат натрия

(ронгалит) при содержании в печатной краске в количестве 100 г/кг.

При исследовании строения и свойств наноразмерных интерференционных пигментов (рис. 2 – схема строения неорганических интерференционных пигментов) установлено, что цвет пигмента зависит от толщины его слоя: при толщине слоя диоксида титана 70...80 нм преобладают желтые; 90...100 нм – красные; 100...1390 нм – синие, а при дальнейшем увеличении толщины – зеленые оттенки.

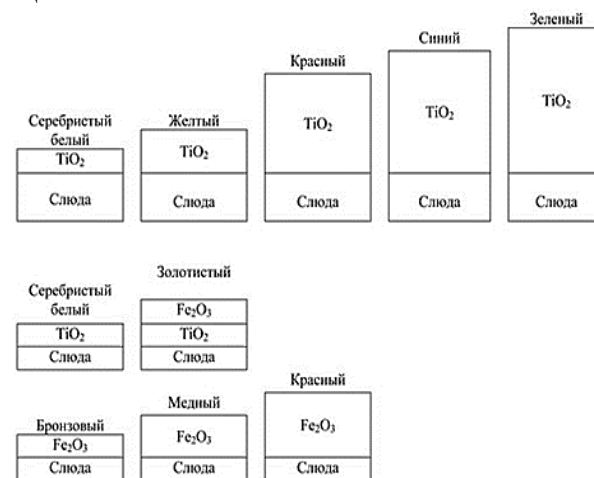


Рис. 2

В настоящее время выпускаются серии цветных интерференционных (перламутровых) пигментов на основе слюды и комбинированных слоев TiO_2 и других оксидов

металлов с различными размерами частиц.

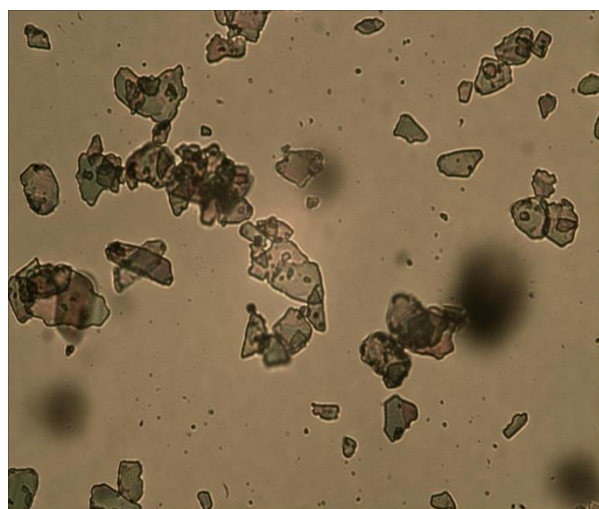
В табл. 1 представлена характеристика использованных в работе серий интерференционных пигментов.

Т а б л и ц а 1

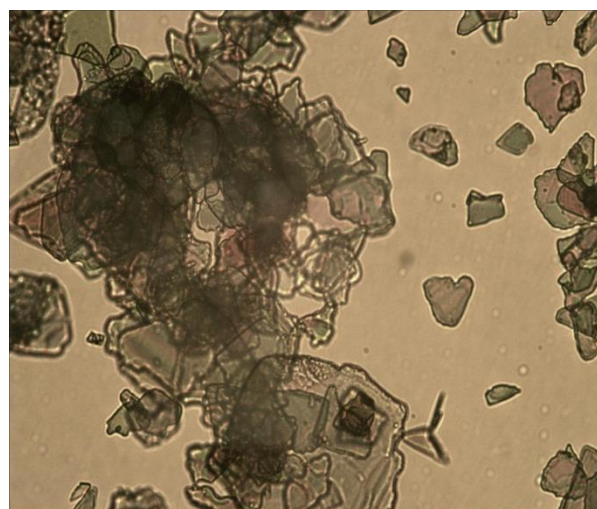
Тип	Цвет	Плотность, г/см ³	Размер частиц, мкм	Толщина слоя на подложке, нм	Форма TiO_2	Содержание	
						TiO_2 , %	Fe_2O_3 , %
КС 100	Серебристый перламутр	2,8...3,0	10...60	80...100	анатаз	29	-
КС 123	Блестящий атлас	3...3,1	5...25	80...120	рутил	39	-
КС 153	Сверкающий перламутр	2,7...2,9	20...100	60...80	рутил	16	-
КС 235	Зеленый перламутр	3,2...3,4	10...60	130...150	рутил	57	-
КС 249	Мерцающий золотой	2,8...3,1	10...100	70...80	рутил	26	-
КС 259	Мерцающий красный	2,9...3,1	10...100	90...100	рутил	29	-
КС 289	Мерцающий синий	2,9...3,2	10...100	100...130	рутил	34	-
КС 300	Золотистый перламутр	-	10...60	80...100	-	38	3
КС 306	Олимпийское золото	-	10...60	100...120	-	16	24

Методами микрофотографирования и фракционного дисперсионного анализа определены форма, строение и размеры частиц интерференционных пигментов различных серий (фракции 5...25; 10...60 и 20...100 · 10⁻⁶ м) (рис. 3 – микрофотографии (200×) частиц неорганических интерференционных пигментов серий КС-100 (а) и КС-123 (б)). Установлен характер влияния размера частиц пигментов и толщины нанораз-

мерного слоя оксидов металлов (80...120 нм) на колористические и прочностные показатели структурных окрасок [3]. Экспериментально доказано, что величина разнооттеночности при введении ронгалита в печатные составы с интерференционными пигментами достигает 20 порогов цветоразличия, что способствует повышению колористического эффекта структурных окрасок на текстильном материале.



а)



б)

Рис. 3

Изучение реологических свойств загустителей и печатных красок для совмещенного способа вытравной и пигментной печати (ротационный вискозиметр Реотест-2, диапазон градиентов скорости сдвига – $1,5 \dots 1312 \text{ с}^{-1}$) показало преимущество использования загустителя G-8 на основе полисахарида – галактоманнана, который в

виде 8 %-ного водного раствора характеризуется псевдопластическим вязким течением, высокой степенью структурированности (P_c до 40), кинетической устойчивости (КУС) и тиксотропного восстановления структуры ($A_{cp}=70 \dots 90\%$) (табл. 2 – реологические характеристики загусток и печатных красок).

Т а б л и ц а 2

Тип загустителя	Концентрация, %	P_c	A_{cp} , %	КУС, %
Загуститель G-8 на основе галактоманнана	4	26,4	68,23	7,59
	6	29,5	88,19	18,62
	8	38,4	91,29	12,71
	10	36,6	85,85	-
Загуститель РТЛ на основе акриловых полимеров	1	16,8	102,25	2,97
	1,4	18,6	103,76	5,86
	1,8	21,4	118,51	6,2
	2,2	23,8	114,6	6,06
Загуститель G-8 8% + связующее – 120г/кг	-	31,6	87,25	-
	то же с введением сшивающего агента – 20 г/кг	-	42,4	83,92
с добавлением пигмента КС 123 – 70 г/кг	-	28,7	75,56	4,61
Оптимизированный комплексный печатный состав	-	37,9	83,94	13,1

Такие реологические свойства обеспечивают формирование рисунков более высокого качества по сравнению с применением загустителей на основе акриловых сополимеров (традиционных для пигментной печати), которые чувствительны к электролитам и проявляют реопектические и дилатантные свойства [4].

Установлено, что качественные показатели печатных изображений при применении интерференционных пигментов зависят не только от реологических характеристик красок и степени вытравляемости окрашенного фона, но и от размера частиц пигмента. В частности, кроющая способность и резкость контура рисунка на текстильном материале улучшаются при переходе к монодисперсным пигментным композициям с минимальным ($5 \dots 25 \cdot 10^{-6}$ м) размером частиц, что особенно выражено при формировании рисунков на гидрофильных волокнистых материалах.

Анализ физико-механических показателей напечатанных образцов текстильного материала показал отсутствие снижения их прочности и увеличения жесткости грифа. Возможное падение разрывной нагрузки

под воздействием ронгалита компенсируется образованием полимерной пленки связующего вещества, адгезионно закрепляющей частицы интерференционного пигмента на волокне.

Применение печатного состава, включающего, г/кг: интерференционный пигмент – 70; связующее вещество – 120; сшивающий агент – 20; ронгалит – 100; мягчитель – 5; 8%-ный водный раствор загустителя G-8 – до 1000, позволяет получить на текстильном материале качественные печатные рисунки со структурной окраской, имеющей показатели устойчивости к трению, мокрым обработкам и химчистке на уровне 4...5 баллов, что соответствует повышенным требованиям к потребительским свойствам текстильных изделий.

На следующем этапе работы проведено сравнительное исследование свойств микро- и наноразмерных отделочных эмульсий на основе фторсодержащих и аминокремнийорганических полимеров, рекомендуемых для предварительного аппретирования полиэфирных мебельных тканей перед процессом термопереводной печати.

Методом светорассеяния определены средние размеры частиц (глобул) в микро- и наноэмульсиях, которые отличаются в 10...15 раз и для нанообъектов составляют 80...110 нм. Выявлена обратная зависимость между размером частиц дисперсной фазы и стабильностью отделочных эмульсий (рис. 4 – степень разрушения отделочных эмульсий с различным размером частиц дисперсной фазы, нм: 1 – рукогард AFC (800...1000); 2 – скотчгард FC-251 (1350...1400); 3 – тубикоут HP-27 (1200...1300); 4 – танастат 6040 (900...1000); 5 – нува ТТС (750...790); 6 – microcill IDRO (100...110); 7 – rucostar E³ (80...100)).

Отмечена повышенная агрегативная устойчивость гидрофильных наноэмульсий, что обеспечивает их технологическое применение [5].

Подтвержден эффект гидрофилизации поверхности полиэфирной ткани при ее импрегнировании наноэмульсиями (25...30 г/л) с сохранением необходимого уровня водоотталкивающих свойств (табл. 3 – эффект гидрофилизации полиэфирной ткани при обработке наноэмульсиями).

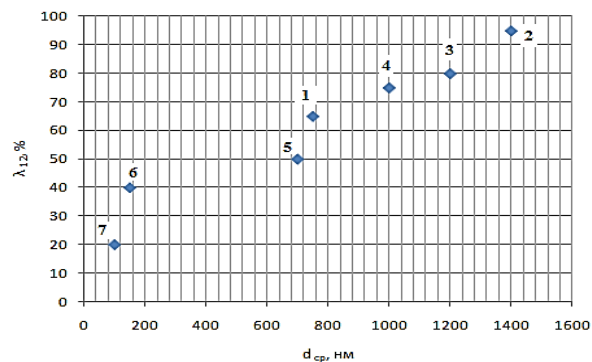


Рис. 4

Т а б л и ц а 3

Отделочная эмульсия	Концентрация, г/л	Тип эмульсии	Краевой угол смачивания, град	Водопоглощение, %
Исходная ткань	-	-	76	165
Рукогард AFC	40	микроэмульсия	110	160
Скотчгард FC-251	40	то же	120	150
Тубикоут HP-27	40	то же	115	160
Танастат 6040	40	то же	69	175
Нува ТТС	40	то же	125	165
Microcill IDRO	20	наноэмульсия	140	208
Rucostar E ³	20	то же	150	268

Данный эффект обусловлен спецификой процесса "самосборки" гиперразветвленных структур с образованием на поверхности субстрата тонких плотных пленок, а также наличием в базовых сополимерах атомов фтора и гидрофильных групп (-COOH; -OH; -NH₂; -NHR; -EO; -PO и др.), имеющих определенную ориентацию на границе раздела фаз [6].

В результате предварительного аппретирования полиэфирных мебельных тканей

гидрофильными наноэмульсиями увеличиваются значения коэффициентов диффузии молекул дисперсных красителей в волокно в процессе термопереноса в газовой фазе (табл. 4 – влияние обработки мебельной ткани гидрофильными наноэмульсиями на диффузию дисперсных красителей в полиэфирное волокно).

Улучшаются колористические и прочностные показатели окрасок и, как следствие, качество сублимационной печати.

Т а б л и ц а 4

Режим обработки	Коэффициент диффузии D·10 ¹⁰ , см ² /с	
	дисперсный желтый 3	дисперсный красный 2С
Без предварительной обработки	5,33	6,18
С предварительной обработкой наноэмульсиями:		
Microcill IDRO	7,23	8,31
Rucostar E ³	8,42	9,80

Сравнительная оценка потребительских и специальных свойств мебельных тканей, прошедших обработку по традиционной и разработанной технологиям, показала преимущество применения гидрофильных нано-

эмульсий с улучшением показателей несминаемости, водомаслогрязеотталкивания при снижении жесткости грифа напечатанной ткани (табл. 5 – сравнительная оценка свойств обивочных мебельных тканей).

Т а б л и ц а 5

Свойство	Метод определения	Показатель	Значение показателей для традиционной технологии			Значение показателей для предлагаемой технологии	
			Microsilk	Рукогард AFC	Тубикоут HP-27	Microcill IDRO	Rucostar E ³
Водоотталкивание	Метод Шоппера	Высота водяного столба, мм	290	285	270	313	320
	Измерение краевого угла	Краевой угол, °	114	105	102	126	134
Маслоотталкивание	Метод 3M-Companу	Впитывание гептаномасляной смеси, усл.ед.	100	90	90	110	120
Грязеотталкивание	Фотометрический метод (ГКМ)	Степень загрязнения сажей, %	34	38	27	23	24
Малосминаемость	Измерение угла восстановления складки	СУРС, град	170	165	160	175	180
Жесткость ткани	Консольный метод	мкН·см ²	7800	8100	8300	5600	5150
Антистатический эффект	ГОСТ 19616–74	Удельное электрическое сопротивление, Ом	Танастат 2,6·10 ⁻¹¹ 6040			4,0·10 ⁻¹⁴	3,6·10 ⁻¹⁴
Огнестойкость ткани	ГОСТ 15898–70	(t – время горения, с; l – длина обугленного участка ткани, мм)	Пирофикс (200 г/л) t = 26,7 l = 0,8			t=7,1 l=4,4	t=7,0 l=4,1

Установлено, что введение в аппрет для предварительной пропитки наноэмульсиями препарата "Тетрамона С" (3...4 г/л) позволяет снизить величину удельного электрического сопротивления с 10¹³...10¹⁴ до 10⁸...10¹⁰ Ом вследствие гидрофилизации поверхности полиэфирной ткани и образования на ней тонкой гладкой пленки, снижающей коэффициент трения и способствующей уменьшению трибоэлектрического эффекта [7].

В соответствии с целевым назначением мебельных тканей рекомендовано включение в состав наноэмульсионного аппрета антипиренов в виде смеси ортофосфорной кислоты и мочевины (200 г/л) в совокупности с препаратом "Пирофикс" (100 г/л), обладающей синергетическим действием и

сообщающей материалу устойчивую огнестойкость вследствие проявления Р-N-эффекта и выделения газов, не поддерживающих горения.

С целью расширения и обновления спектра потребительских свойств мебельных тканей изучена возможность нанокапсулирования молекул одоранта в структуру полиэфирного материала за счет введения в аппрет препарата "Odor-Tex SL" (30...40 г/л). Установлено, что полученный эффект ароматизации характеризуется высокой устойчивостью и сохраняется в течение 2...3 месяцев [8].

Разработанные нанотехнологические процессы рекомендованы к практическому применению на текстильных фирмах и предприятиях.

ВЫВОДЫ

1. Разработан совмещенный способ вытравной и пигментной печати с использованием неорганических наноразмерных интерференционных пигментов, формирующих структурные окраски по оптическому механизму с высокими колористическими и прочностными показателями.

2. На основании исследования свойств гидрофильных наноэмульсий и особенностей формирования покрытий на их основе создана технология комплексной отделки полиэфирных тканей по схеме: "аппретирование наноэмульсией – термопереводная печать", реализация которой позволяет улучшить и расширить спектр потребительских и специальных свойств обивочных мебельных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е. Нанобиохимические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. – М., 2011.

2. Андросов В.Ф. Синтетические красители в текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1968.

3. Дащенко Н.В., Жидкова В.В., Киселев А.М., Демидов А.В. Оценка размера частиц интерференционных пигментов и его влияния на качество печати текстильных материалов // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013, т. 22, № 4. С.61...65.

4. Жидкова В.В., Дащенко Н.В., Киселев А.М. Реологические свойства печатных составов на основе интерференционных пигментов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С. 64...70.

5. Блинов А.Н., Максимов О.Г., Ковалева Т.В., Киселев А.М. Современные технологии колорирования и облагораживания мебельных тканей // Дизайн и производство мебели. – 2007, № 2. С. 36...41.

6. Блинов А.Н., Киселев А.М., Ковалева Т.В. Комплексная отделка мебельных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 3. С. 60...61.

7. Блинов А.Н., Дащенко Н.В., Ковалева Т.В., Киселев А.М. Комплексная отделка мебельных тканей с использованием наноразмерных препаратов // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2009, т. 3, № 1. С. 66...67.

8. Блинов А.Н., Дащенко Н.В., Ковалева Т.В., Киселев А.М. Совершенствование технологии комплексной отделки мебельных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 4. С. 63...66.

REFERENCES

1. Krichevskij G.E. Nanobiohimicheskie tehnologii v proizvodstve novogo pokolenija volokon, tekstilja i odezhdy. – M., 2011.

2. Androsov V.F. Sinteticheskie krasiteli v tekstil'noj promyshlennosti. – M.: Legkaja industrija, 1968.

3. Dashhenko N.V., Zhidkova V.V., Kiselev A.M., Demidov A.V. Ocenka razmera chastic interferencionnyh pigmentov i ego vlijanija na kachestvo pechati tekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2013, t. 22, № 4. S.61...65.

4. Zhidkova V.V., Dashhenko N.V., Kiselev A.M. Reologicheskie svojstva pechatnyh sostavov na osnove interferencionnyh pigmentov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 5. S. 64...70.

5. Blinov A.N., Maksimov O.G., Kovaleva T.V., Kiselev A.M. Sovremennye tehnologii kolorirovaniya i oblagorazhivaniya mebel'nyh tkanej // Dizajn i proizvodstvo mebeli. – 2007, № 2. S. 36...41.

6. Blinov A.N., Kiselev A.M., Kovaleva T.V. Kompleksnaja otdelka mebel'nyh tkanej // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2008, № 3. S.60...61.

7. Blinov A.N., Dashhenko N.V., Kovaleva T.V., Kiselev A.M. Kompleksnaja otdelka mebel'nyh tkanej s ispol'zovaniem nanorazmernih preparatov // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2009, t. 3, № 1. S. 66...67.

8. Blinov A.N., Dashhenko N.V., Kovaleva T.V., Kiselev A.M. Sovershenstvovanie tehnologii kompleksnoj otdelki mebel'nyh tkanej // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, № 4. S.63...66.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля. Поступила 24.03.16.

**ВЛИЯНИЕ РАСТВОРИТЕЛЯ НА ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЕ ВОЛОКОН
ИЗ РАСТВОРА ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТА * ****

**INFLUENCE OF SOLVENT ON THE ELECTROSPINNING
OF FIBERS FROM SOLUTION OF POLYELECTROLYTE**

Н.Р. КИЛЬДЕЕВА, Ю.В. КОСТИНА, Л.М. СИМАНЕНКОВА, В.В. СОКОЛОВ
N.R. KILDEEVA, YU.V. KOSTINA, L.M. SIMANENKOVA, V.V. SOKOLOV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Институт нефтехимического синтеза имени А.В. Топчиева РАН,
Федеральный центр двойных технологий "Союз")
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
A.V.Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis RAS,
The Federal Center for Dual-Use Technologies "Soyuz")
E-mail:kildeeva@mail.ru

Изучена взаимосвязь свойств формовочных растворов аминоксодержащего полиэлектролита Eudragit E в растворителях различного состава и толщины волокон, полученных методом электроформования. Установлено, что использование смешанного растворителя 5%-ная уксусная кислота – этанол приводит к получению более тонких волокон. Методом ИК-спектроскопии исследованы структурные особенности полученных ультратонких волокон. Показано увеличение равновесной сорбции и скорости процесса извлечения ионов меди более тонким волокном Eudragit E по сравнению с волокном, полученным с использованием хлороформа.

The interrelation between properties of spinning solutions amino-containing polyelectrolyte Eudragit E in different solvents and thickness of the fiber obtained by electrospinning was studied. It is found that the use of a mixed solvent 5% acetic acid - ethanol enables to obtain finer fibers. The equilibrium sorption and the speed of the process for extraction copper ion for finer fiber Eudragit E increased compared to the fiber obtained by using a solvent of chloroform - ethanol. Structural features of ultrafine fibers were investigated by infrared spectroscopy.

Ключевые слова: электроформование, растворы полиэлектролитов, ультратонкие волокна, Eudragit E.

Keywords: electrospinning solutions of polyelectrolytes, ultrafine fibers, Eudragit E.

Развитие методов получения химических волокон позволяет создавать текстильные материалы специального назначения, сочетающие в себе свойства исходных полимеров с особенностями волокни-

стой структуры. Среди известных промышленных методов получения полимерных волокон наиболее динамично развивающейся технологией является электроформование. Сущность метода электроформования

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части госзадания в сфере научной деятельности на 2017-2019 гг., проект № 7554.

** По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

вания заключается в получении при создании разности электрических потенциалов ультратонких волокон из раствора полимера с последующим осаждением волокон. Под действием электрического поля происходит формирование тонкой струи со свободной поверхности раствора полимера на электроде, являющемся полюсом высокого напряжения, которая растягивается и расщепляется на множество более тонких струек. Из формируемых струй происходит испарение растворителя, и сухие волокна осаждаются на приемном электроде (транспортере) с образованием тонкого нетканого полотна [1]. Возможность осуществления процесса электроформования определяется свойствами формовочного раствора, основными из которых являются термодинамические свойства растворителя, поверхностное натяжение, электропроводность, концентрация и динамическая вязкость раствора [2], [3], и зависимыми от них технологическими параметрами.

В настоящее время достаточно детально изучены закономерности электроформования многих природных и синтетических полимеров, и установлены оптимальные ин-

тервалы варьирования указанных выше параметров процесса. Однако полиэлектролитная природа некоторых полимеров обуславливает существенные отличия свойств их растворов и поведения в условиях электроформования, так как наличие в полимере ионизованных или способных к ионизации функциональных групп драматически сказывается на электропроводности раствора и межфазном поверхностном натяжении.

Перспективными полимерами для получения биосорбентов и материалов медицинского назначения являются нетоксичные карбоцепные сополимеры на основе производных эфиров метакриловой и акриловой кислот, известные под торговой маркой Eudragit®. Аминосодержащий сополиметакрилат Eudragit E способен растворяться в целом ряде органических растворителей, таких как метиленхлорид, хлороформ, этанол, и обладает рН-зависимой растворимостью в воде (табл. 1). Этот факт открывает возможность получения на их основе волокнистых материалов методом электроформования из различных растворителей [4], [5].

Т а б л и ц а 1

Полимер	Формула элементарного звена	ММ, кДа	Растворители
Eudragit E	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O} \\ \\ (\text{CH}_2)_2 \\ \\ \text{N}(\text{CH}_3)_2 \end{array}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right]_x \text{CH}_2 - \left[\underset{\begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OR} \end{array}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right]_y$ <p>R = CH₃, C₄H₉, x=0,5; y=0,5</p>	150	метиленхлорид, хлороформ, спирты, этилацетат, водные растворы кислот

В работе использовали Eudragit E с молекулярной массой 150 кДа производства Evonik (Германия). Процесс электроформования осуществлялся на установке бесфильтрного электроформования NS-LAB 200 Nanospider™ (Elmarco, Чехия). Изучение реологических свойств формовочных растворов проводили с использованием вискозиметра Rheotest 2 (Германия). Диаметр волокон рассчитывали путем обработки микрофотографий, полученных с использованием сканирующего электронного

микроскопа Hitachi TM-1000. ИК-спектры поверхности (МНПВО) нетканого материала на основе нановолокон регистрировали на ИК-микроскопе Hyperion 2000, сопряженном с ИК-спектрометром IFS 66 v/s, в области 4000...600 см⁻¹, кристалл Ge.

Третичные аминогруппы Eudragit E способны присоединять протон только в водных растворах при рН<5, а в органических растворителях молекула Eudragit E не несет заряда, вследствие этого электропроводность и вязкость его эквипонцентрирован-

ных растворов – параметры, определяющие морфологию волокнистого материала, сильно различаются. Изучение процесса электроформования из растворов Eudragit E в водных растворах уксусной кислоты показало, что получение волокон возможно при значении поверхностного натяжения формовочного раствора менее 36 мН/м, что соответствует концентрации уксусной кислоты 70%. На основании изучения электропроводности и поверхностного натяжения растворителей и формовочных растворов Eudragit E был выбран ряд растворителей, пригодных для получения волокнистых материалов методом электроформования:

хлороформ и его смесь с этанолом, водные растворы уксусной кислоты высокой концентрации и водно-спиртовые растворы уксусной кислоты низкой концентрации [4], [5]. Введение этанола используют для улучшения стабильности электроформования разных типов волокон [6], [7]. Использование этанола позволило снизить поверхностное натяжение обоих растворителей: хлороформа и раствора уксусной кислоты. В результате оказалось возможным уменьшить концентрацию раствора уксусной кислоты с 70 до 5%.

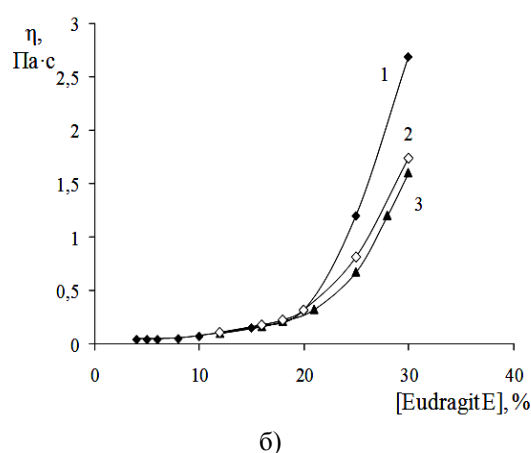
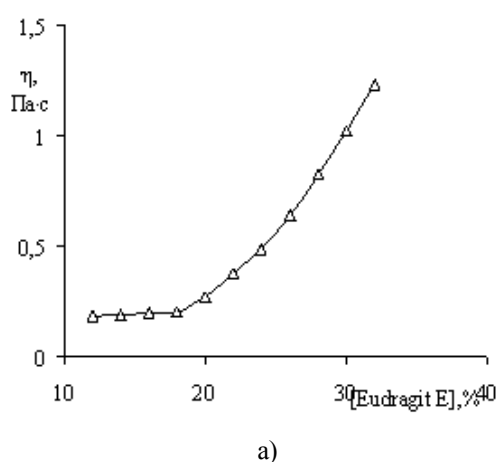


Рис. 1

На рис. 1 приведены концентрационные зависимости вязкости растворов Eudragit E в смешанном растворителе этанол – хлороформ (60:40)(а) и в водных растворах уксусной кислоты различной концентрации (1б), в смешанном растворителе 5%-ная уксусная кислота – этанол 50:50 (2б) и в 70%-ной уксусной кислоте (3б). Так как в процессе электроформования вязкость гасит капиллярные волны, разрушающие жидкую струю, и повышает ее устойчивость, то для проведения стабильного процесса электроформования и получения ультратонких бездефектных волокон необходимо использовать концентрированные растворы сополиакрилметакрилата, однако увеличение концентрации формовочного раствора приводит к увеличению толщины волокон свыше 1 мкм. Минимальная концентрация полимера, обеспечивающая устойчивое

формование на установке бесфильтрного электроформования при использовании в качестве растворителя системы этанол – хлороформ (60:40), составила 17% , а 5%-ная уксусная кислота – этанол (50:50) 18% (табл. 2).

Как видно из табл. 2, в зависимости от природы растворителя и концентрации раствора диаметр ультратонких волокон Eudragit E изменяется от 150 до 800 нм. Толщина волокон, полученных из растворов Eudragit E в смешанном растворителе 5%-ная уксусная кислота – этанол (50:50) в 2...3 раза ниже, чем полученных из растворов в смеси хлороформа с этанолом (табл. 2), что связано с влиянием ионизации третичных аминогрупп Eudragit E в водных растворах уксусной кислоты на электропроводность формовочного раствора.

№ п/п	Растворитель	Концентрация формовочного раствора, %	Средний диаметр волокон Eudragit E, нм
1	Хлороформ – этанол (60:40)	17...20	550...800± 50
2	70%-ная уксусная кислота	16...22	200...600± 50
3	5%-ная уксусная кислота – этанол (50:50)	18...20	150...420± 40

П р и м е ч а н и е. *Расстояние между электродами 15 см, напряжение 45 кВ, температура в камере 22±2С°, влажность 50±10%.

Структурные особенности ультратонких волокон Eudragit E исследовали методом ИК-спектроскопии. На рис. 2 приведены две области ИК НПВО-спектров исходного полимера Eudragit E (спектр 1) и волокнистых материалов, полученных на

установке бесфильтрного электроформования NS-LAB 200 Nanospider™ из смешанных растворителей хлороформ – этанол (спектр 2) и 5 %-ная уксусная кислота – этанол (спектр 3).

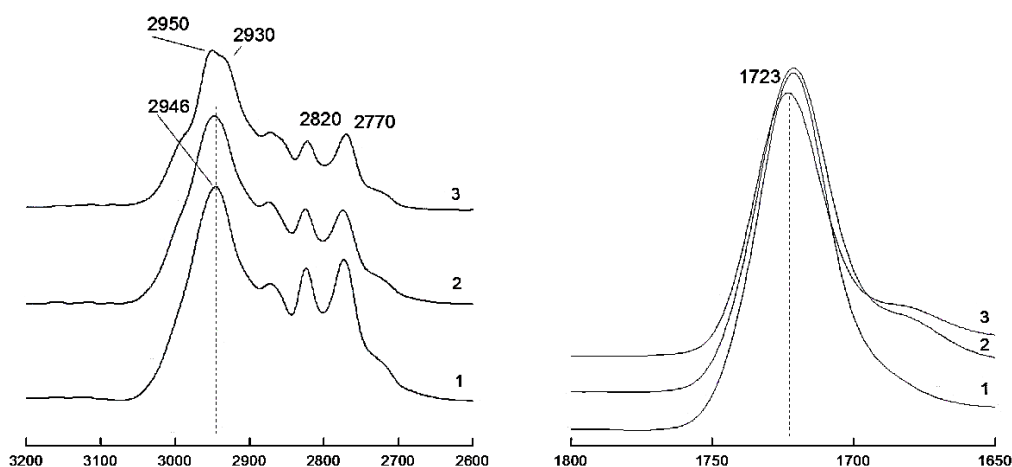


Рис. 2

В сравнении с исходным образцом Eudragit E при формировании нановолокон из смешанных растворителей хлороформ – этанол конформационные изменения в полимерной цепи вследствие нековалентных взаимодействий сложноэфирной группы с растворителем незначительные: максимум полосы поглощения валентных колебаний $\nu_{C=O}$ сложноэфирной группы (при 1723 cm^{-1}) смещается в длинноволновую область, появляется коротковолновое плечо на полосе поглощения валентных колебаний ν_{CH_3} (2946 cm^{-1}). Формирование же нановолокон из раствора, содержащего уксусную кислоту, приводит к большей конформационной разнородности по полимерной цепи, и изменения затрагивают не только сложноэфирную группу. Длинноволновое плечо полосы поглощения антисимметричных ва-

лентных колебаний ν_{CH_3} (2946 cm^{-1}) становится ярко выраженным, максимум расщепляется на два (2950 и 2930 cm^{-1}), симбатно уширяется и полоса поглощения симметричных валентных колебаний ν_{CH_3} при 2870 cm^{-1} . Изменяется соотношение интенсивностей полос поглощения валентных колебаний CH при атоме N (2820 и 2770 cm^{-1}). Все это свидетельствует о более сильном взаимодействии Eudragit E с уксусной кислотой, причем возможно взаимодействие с частичной поляризацией как аминной группы, так и сложноэфирной группы с протоном от уксусной кислоты. Кроме конформационных изменений эти факты свидетельствуют об остаточном содержании солевой формы Eudragit E в этом образце волокнистого материала (спектр 3, рис. 2) за счет неполного удаления связанной уксусной кислоты.

Ультратонкие волокна, полученные из смешанных растворителей хлороформ – этанол (60:40) и 5 %-ная уксусная кислота – этанол (50:50), были испытаны в процессе выделения ионов меди. Результаты сорбции ионов Cu^{2+} волокнами Eudragit E из растворов CuSO_4 с концентрацией 10 ммоль/л приведены в табл. 3. Извлечение ионов меди при соотношении объем сорбата – масса сорбента 150 мл/г происходило настолько

быстро, что не представлялось возможным получить начальные участки кривых изменения электродного потенциала медьселективного электрода. Чтобы оценить величину начальной скорости сорбции и провести процесс сорбции в равновесных условиях при избытке сорбата, были проведены исследования сорбции ионов меди при увеличенном гидромодуле 450 мл/г.

Т а б л и ц а 3

Характеристика сорбента		Параметры процесса сорбции			
Растворитель	Средний диаметр волокон, нм	Гидромодуль, мл/г	Скорость сорбции $V_0 \cdot 10^5$, моль/л·мин	Равновесная адсорбция A_{max} , ммоль/г	Степень извлечения R, %
Хлороформ – этанол (60:40)	800± 50	150	-	1,37	88,8
Хлороформ – этанол (60:40)	800± 50	450	35,0	2,60	70,8
5%-ная уксусная кислота – этанол (50:50)	420± 50	150	-	1,64	99,0
5%-ная уксусная кислота – этанол (50:50)	420± 50	450	64,0	3,4	78,4

Экспериментальные данные показали увеличение значения равновесной сорбции и скорости процесса при сорбции более тонким волокном Eudragit E, полученным из раствора, содержащего уксусную кислоту, по сравнению с волокном, полученным с использованием растворителя хлороформ – этанол. Такой эффект связан с увеличением доступности аминогрупп при увеличении удельной поверхности волокнистого материала. Материал проявляет сорбционную способность, равную полной сорбционной емкости Eudragit E из расчета содержания аминогрупп и состава комплекса на одну аминогруппу 1:1. При этом максимальные значения адсорбции при высокой концентрации раствора достигаются всего за несколько минут.

В Ы В О Д Ы

1. Изучение взаимосвязи концентрации и свойств формовочных растворов аминосодержащего сополиметакрилата Eudragit E в растворителях различного состава и толщины волокон, полученных методом

бесфильтрного электроформования, показало, что при использовании эквипонцентрированных растворов более тонкие волокна формируются из растворов в смешанном растворителе 5%-ная уксусная кислота – этанол (50:50), что связано с влиянием ионизации третичных аминогрупп Eudragit E в водных растворах уксусной кислоты на электропроводность формовочного раствора.

2. Обнаружены изменения в ИК-спектрах волокнистого материала на основе Eudragit E из растворов в смешанном растворителе 5%-ная уксусная кислота – этанол, свидетельствующие о взаимодействии Eudragit E с протоном уксусной кислоты, приводящем к частичной поляризации функциональных групп. Кроме конформационных изменений эти факты свидетельствуют об остаточном содержании солевой формы Eudragit E.

3. Установлено увеличение равновесной сорбции и скорости процесса извлечения ионов меди более тонким волокном Eudragit E, полученным из раствора, содержащего уксусную кислоту, по сравнению с

волокном, полученным с использованием растворителя хлороформ – этанол. Такой эффект связан с увеличением доступности аминогрупп при увеличении удельной поверхности волокнистого материала. При этом максимальные значения адсорбции при высокой концентрации раствора достигаются за несколько минут.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Филатов Ю.Н.* Электроформование волокнистых материалов (ЭФ-процесс) / Под ред. В.Н. Кириченко. – М.: "ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова", 2001.
2. *Bhardwaj N., Kundu C.* Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique // *Biotechnology Advances*. – № 28, 2010. P. 325...347.
3. *Theron S.A., Zussman E., Yarin A.L.* Experimental investigation of the governing parameters in the electrospinning of polymer solutions // *Polymer*. – Vol. 45, 2004. P. 2017...2030.
4. *Симаненкова Л.М., Кильдеева Н.Р.* Получение ультратонких волокон из уксуснокислотных растворов аминокислотсодержащего полиэлектролита методом электроформования // *Химические волокна*. – 2012, № 4. С. 33...36.
5. *Соколов В.В., Кильдеева Н.Р., Филатов Ю.Н.* Получение ультратонких волокон из растворов сопоакрилметакрилата Eudragit E методом электроформования // *Химические волокна*. – 2011, № 6. С.2...16.
6. *Park J.Y., Lee I.H., Bea G.N.* Optimization of the electrospinning conditions for preparation of nanofibers from polyvinylacetate (PVAc) in ethanol solvent // *Industrial and Engineering Chemistry*. – Vol. 14, №6, 2008. P. 707...713.

7. *Zhang W., Huang Z., Yan E., Wang Ch., Xin Y., Zhao Q., Tong Y.* Preparation of poly(phenylene vinylene) nanofibers by electrospinning // *Materials Science and Engineering*. – Vol. 443, 2007. P. 292...295.

REFERENCES

1. *Filatov Ju.N.* Jelektroformovanie voloknistyh materialov (JeF-process) / Pod red. V.N. Kirichenko. – M.: "GNC RF NIFHI im. L.Ja. Karpova", 2001.
2. *Bhardwaj N., Kundu C.* Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique // *Biotechnology Advances*. – № 28, 2010. R. 325...347.
3. *Theron S.A., Zussman E., Yarin A.L.* Experimental investigation of the governing parameters in the electrospinning of polymer solutions // *Polymer*. – Vol. 45, 2004. P. 2017...2030.
4. *Simanenkova L.M., Kil'deeva N.R.* Poluchenie ul'tratonkih volokon iz uksusnokislotnyh rastvorov aminosoderzhashhego polijelektrolita metodom jelektroformovanija // *Himicheskie volokna*. – 2012, №4. S.33...36.
5. *Sokolov V.V., Kil'deeva N.R., Filatov Ju.N.* Poluchenie ul'tratonkih volokon iz rastvorov sopoakrilmetakrilata Eudragit E metodom jelektroformovanija // *Himicheskie volokna*. – 2011, №6. S.2...16.
6. *Park J.Y., Lee I.H., Bea G.N.* Optimization of the electrospinning conditions for preparation of nanofibers from polyvinylacetate (PVAc) in ethanol solvent // *Industrial and Engineering Chemistry*. – Vol. 14, №6, 2008. P. 707...713.
7. *Zhang W., Huang Z., Yan E., Wang Ch., Xin Y., Zhao Q., Tong Y.* Preparation of poly(phenylene vinylene) nanofibers by electrospinning // *Materials Science and Engineering*. – Vol. 443, 2007. P.292...295.

Рекомендована кафедрой химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 21.04.16.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К БИОМОДИФИКАЦИИ СТРУКТУРЫ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ* ****

**TECHNOLOGICAL WAYS
TO BIOMODIFICATION OF FLAX FIBER STRUCTURE
FOR OBTAINING SORPTION MATERIALS**

C.B. АЛЕЕВА, О.В. ЛЕПИЛОВА, С.А. КОКШАРОВ
S.V. ALEEVA, O.V. LEPILOVA, S.A. KOKSHAROV

(Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново)
(G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Ivanovo)
E-mail: sva@isc-ras.ru

Представлены результаты сопоставления двух вариантов пространственно локализованного биомодифицирующего воздействия на полимерную систему связующих веществ в межклеточных образованиях комплексного льняного волокна, либо в структуре элементарных волокон. По данным анализа равновесного поглощения молекулярных маркеров (йод, метиленовый голубой, альбумин, ионы меди) выявлены зависимости для вычленения вклада физической и химической адсорбции при связывании белка и ионов металлов с учетом изменения пористости сорбента и структурного высвобождения пектиновых веществ.

The results of the comparison of the two ways spatially localized biomodification effects presented. One of them modifies the polymer system of binders in the intercellular formations of flax fiber and other is changed the structure of the elementary fibers. The dependences to the isolation of the contribution of physical and chemical adsorption at the binding of protein and metal ions, taking into account changes of porosity of the sorbent and structural release pectin was identified according to the analysis of the equilibrium absorption of molecular markers (iodine, methylene blue, albumin, copper ions).

Ключевые слова: льняные волокнистые материалы, энзимная обработка, поровая структура, удельная поверхность, адсорбционная емкость.

Keywords: flax fiber materials, enzymatic treatment, pore structure, specific surface, adsorption capacity.

Одна из особенностей строения льняных волокнистых материалов заключается в многоуровневой структурной организации элементарных и комплексных волокон с многообразием распределенных в системе

полимерных компонентов. Это обуславливает целесообразность и технологические преимущества использования селективных способов биокатализируемого изменения их строения как в процессах получения лубово-

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований №15-43-03075р_центр_а.

** По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

локнистого сырья [1], так и для достижения уникального сочетания функциональных свойств текстильной продукции [2]. Развиваемые авторами [2], [3] прорывные направления использования ферментативного катализа при модифицировании биополимерных систем включают реализацию приемов пространственно локализованного действия белковых катализаторов в разных структурных зонах обрабатываемого льняного волокна. Регулирующим фактором является размер глобулы ферментов, величина которого для изоформ биокатализаторов, продуцируемых различными микроорганизмами, варьирует от 3...7 до 50...100 нм, что служит дополнительным критерием при подборе состава биопрепарата с учетом стерических ограничений зоны его действия в структуре биополимерного материала.

С целью обоснования эффективных методов регулирования сорбционной способности льняных материалов также целесообразно определить структурный уровень воздействия ферментов-деполимераз для развития поровой системы материала. При этом важно учитывать способность полимерных компонентов льноволокна, прежде всего пектиновых веществ, к проявлению хемосорбционных взаимодействий.

В работе исследованы образцы суровой ровницы чесаного льна №16. Для биомодифицирования волокнистого материала использован целлюлолитический препарат В200 mix 3В со следующим профилем каталитической активности ферментов в рабочем растворе (ед./мл): эндоглюканаза – 60; экзоглюкозидаза – 2,5; целлюбиаза – 2. Биообработку волокна осуществляли при оптимальных для проявления каталитических свойств ферментов значениях температуры 40°C и pH-среды 5,5 с варьированием длительности в интервале 1,5...2 ч.

Регулирование структурной зоны действия биокатализаторов достигается при реализации двух вариантов проведения биообработки волокна.

– Вариант 1 предполагает непосредственное воздействие биопрепарата на прядки чесаного волокна. Объектом деструкции в этом случае являются слои инкрустов на поверхности лубяных пучков и межклеточные образования связующих веществ в структуре комплексного волокна, которые покрывают элементарные волокна и защищают их от действия ферментов.

– Вариант 2 включает поперечное разрушение (резку) прядок чесаного волокна перед проведением биообработки. Преимущественным объектом воздействия ферментов является фибриллярная структура элементарных волокон, вскрытые торцы которых составляют около 90 % площади среза лубяных пучков (миноритарное действие биокатализатора в зонах межклеточных связующих веществ льняных комплексов не исключается).

Оценка изменения пористости материалов осуществлена с применением стандартных методов сорбции молекулярных маркеров для определения общего значения площади удельной поверхности $S_{уд}$ (общ) (сорбция йода ГОСТ 6217–74) и доли мезопоровых пространств $S_{уд}$ (мезо) (сорбция метиленового голубого ГОСТ 13144–79). По разности указанных показателей определена составляющая субмикроскопических пор $S_{уд}$ (субм):

$$S_{уд}(\text{субм}) = S_{уд}(\text{общ}) - S_{уд}(\text{мезо}).$$

Величина суммарного объема пор в образцах льноволокнистых материалов определена по данным равновесной сорбции воды в соответствии с ГОСТом 17219–71. Структурное высвобождение пектиновых веществ охарактеризовано по количеству экстрагируемого полимера в раствор щавелевой кислоты [4]. Оценка сорбционной активности субстратов проведена по отношению к модельным белковым соединениям (сывороточный альбумин с молекулярной массой 66000) и ионам тяжелых металлов (поглощение ионов Cu(II) из раствора CuSO_4) в соответствии с рекомендациями [5], [6].

Т а б л и ц а 1

Исследуемый образец (вариант обработки)	Время биообработки τ , ч	Площадь удельной поверхности, m^2/g		
		$S_{уд}(общ)$	$S_{уд}(мезо)$	$S_{уд}(субм)$
Льняное волокно	0	11,7	10,7	1,0
Вариант 1	1,5	20,0	17,4	1,3
	2,0	25,4	22,2	1,9
	2,5	30,7	26,3	2,5
Вариант 2	1,5	42,0	38,2	3,8
	2,0	55,3	50,2	5,1
	2,5	63,9	55,0	8,9

Данные табл. 1 демонстрируют эффективность развития внутренней поверхности поровых пространств в образцах волокнистого материала по мере увеличения длительности биообработки. Полученные результаты подтверждают, что наблюдаемое для варианта 1 увеличение $S_{уд}$ (общ) в 1,5...2,5 раза обусловлено, главным образом, развитием мезопоровых пространств. Основным объектом проявления каталитической активности биопрепарата в этом случае являются гемицеллюлозные соединения в составе углеводно-белкового комплекса связующих веществ в структуре льняных пучков. Как известно [7], эндоглюканаза, являющаяся основным компонентом применяемого биопрепарата, обладает субстратной специфичностью не только к линейным макромолекулам целлюлозы, но и к разветвленным полимерам галактана, маннана и β -глюканов, на долю которых, по данным [8], приходится 72 масс.% межклетных связующих веществ в лубяной части льняного стебля.

Вариант 2 имеет принципиальное отличие в возможностях протекания биокатализируемых превращений в волокнистом материале, поскольку в этом случае обеспечивается доступность фибриллярной структуры элементарных волокон для проникновения целлюлолитических ферментов. Их деполимеризующее действие не только обуславливает 5-кратное возрастание величины $S_{уд}$ (мезо), но также сопровождается нарушением межцепных взаимодействий между макромолекулами волокнообразующих полимеров, что выражается в 9-кратном увеличении значения удельной поверхности субмикроскопических пор.

Характеристика изменений внутренней структуры волокнистых материалов дополнена представленными в табл. 2 значениями суммарного объема пор ($V_{п}$), а также результатами оценки структурного высвобождения пектиновых веществ ($G_{пв}$) и изменения сорбционной емкости субстратов по отношению к белковым соединениям ($A_{б}$) и ионам меди (A_{Cu}).

Т а б л и ц а 2

Исследуемый образец (вариант обработки)	Время биообработки τ , ч	$V_{п}$, $см^3/g$	$G_{пв}$, $мг/g$	$A_{б}$, $мг/g$	A_{Cu} , $мг/g$
Льняное волокно	0	0,07	2,24	18	6,8
Вариант 1	1,5	0,09	2,58	22	8,2
	2,0	0,11	2,81	25	8,8
	2,5	0,12	2,91	27	9,5
Вариант 2	1,5	0,15	2,74	29	8,9
	2,0	0,18	3,05	35	9,8
	2,5	0,20	3,27	38	11,3

Более существенное вскрытие внутренней структуры в случае варианта 2 можно сравнить с эффектом раскрывающегося веера, когда малые изменения на внутрифибрилярном уровне сопровождаются существенной подвижкой в периферийных

слоях полимерного окружения элементарных волокон. В результате величина $V_{п}$ в 1,7 раза выше значений показателя для соответствующих временных точек обработки по варианту 1. Это находит закономерное отражение в повышении доступнос-

ти пектиновых веществ для химических взаимодействий. Как видно из представленных в табл. 2 данных, несмотря на то, что в случае варианта 2 действие ферментов в меньшей степени направлено на разрушение полимерного окружения пектиновых веществ в межклетных образованиях, доступность полиуронидов для реагентов (в частности, для экстрагирующей жидкости) возрастает в 1,12 раза относительно волокна, модифицированного по варианту 1.

$$A_B = 0,0805 + 4,1816G_{ПВ} + 122,07V_{П}, R = 0,9877,$$

$$A_{Cu} = -0,0211 + 3,1169G_{ПВ} + 3,1069V_{П}, R = 0,9852.$$

Сравнение значений приращенных множителей демонстрирует, что в обоих уравнениях вклад "пектинового компонента" имеет одинаковый порядок, в то время как весомость структурного фактора различается в 40 раз. Можно предположить, что это обусловлено различием структурных составляющих свободного объема, оказывающих непосредственное влияние на протекающие адсорбционные процессы с участием соответствующего вида сорбируемого вещества. В случае адсорбции белкового маркера принципиальное значение имеет наличие мезопор с крупными размерами, что способствует более рациональной ориентации сорбированных пектиновыми веществами молекул полипептида с меньшим блокированием реакционноспособных карбоксильных группировок в соседних галактуронатных звеньях полиуронидной цепи. При этом вероятность участия субмикро-

На базе полученных данных предпринята попытка дифференцирования вклада механизмов физической и химической адсорбции в совокупный результат поглощения модельных веществ. Математическая обработка результатов проведена методом регрессионного анализа. Зависимости, которые позволяют с высокой степенью аппроксимации описать закономерности в изменении адсорбционной емкости сравниваемых субстратов, имеют следующий вид:

скопических поровых пространств в процессах сорбции молекул белка довольно низкая.

Для сорбции ионов металлов присутствие в волокнистом материале мелких пустот является благоприятным фактором, поскольку они выполняют роль эффективных ловушек для частиц малых размеров и их удержания за счет взаимодействий физической природы. Как следует из данных табл. 1, доля субмикроскопических пор в суммарном внутреннем объеме субстратов невелика, что и получило отражение в малой величине соответствующего множителя во втором уравнении.

С этих позиций предпринята попытка выражения физического фактора с учетом структурных параметров мезо- и субмикроскопических пор, в частности, через показатели площади удельной поверхности данных структурных элементов:

$$A_B = 0,0936 + 6,6504G_{ПВ} + 0,2928S_{уд}(\text{мезо}), R = 0,9944,$$

$$A_{Cu} = -0,0724 + 3,027G_{ПВ} + 0,1578S_{уд}(\text{субм}), R = 0,9951.$$

Как видно, данный вариант отражения взаимосвязи параметров повышает степень корреляции между экспериментальными данными. Свободные члены уравнений имеют пренебрежимо малые значения, что позволяет сопоставить вклад химического и физического факторов в адсорбционные

характеристики сравниваемых лубоволокнистых материалов. Результаты дифференциации влияния структурного высвобождения пектиновых веществ и развития элементов поровой структуры субстрата в изменение его адсорбционной емкости по меди и белку представлены на рис. 1 и 2.

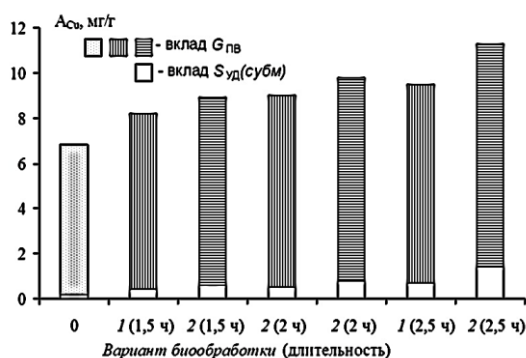


Рис. 1

Как видно из рис. 1 (дифференциация вклада физической и химической адсорбции в изменении сорбционной емкости льноволокнистых материалов по меди), при связывании ионов металла наблюдается повышение вклада физической адсорбции за счет развития площади удельной поверхности субмикроскопических пор с 3% (для исходного материала) до 5...7% и 7...12% (соответственно для образцов, подвергнутых модифицированию по вариантам 1 и 2). Вместе с тем, доминирующую роль играет химическая составляющая сорбции за счет взаимодействий пектиновых веществ льняного волокна с сорбатом. Причем вследствие высокой проникающей способности частиц Cu(II) при заполнении раствором поровых пространств субстрата величина прироста сорбционной емкости мало зависит от технологического варианта модифицирующего воздействия.

Для сорбции белковых веществ исходным материалом (рис. 2 – дифференциация вклада физической и химической адсорбции в изменении сорбционной емкости льноволокнистых материалов по белку) определяющее значение также имеет присутствие в структуре волокна химически активного соединения, способного извлекать полипептиды из внешнего раствора и удерживать их в структуре материала, предупреждая обратную десорбцию. Создание минимально необходимых условий для проникновения белковых молекул в структуру субстрата и их взаимодействия с полиуронидами обеспечивается наличием в материале аморфных областей с порами до-

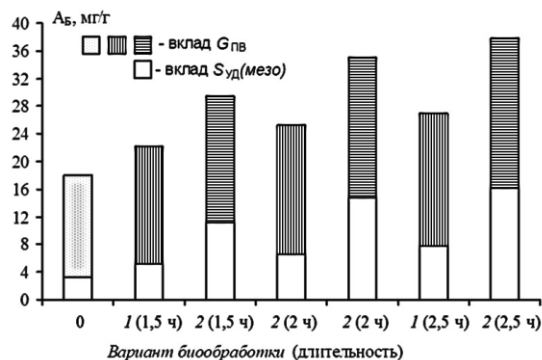


Рис. 2

статочно крупных размеров, дополнительно увеличивающимися при набухании. Однако вклад структурного фактора составляет немногим более 17%.

Модификация материала по варианту 1 способствует увеличению возможностей пектиновых веществ связывать белковые соединения, проникающие в структуру материала, но мало влияет на способность белка внедряться в структуру материала. Модификация по варианту 2 обеспечивает повышение весомости физического фактора для хемосорбционного поглощения белкового маркера. При этом вклад развития мезопоровой системы в величину сорбционной емкости биомодифицированного субстрата в этом случае в 2 раза превышает роль фактора для образцов, обработанных по варианту 1.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что определяющим фактором в проявлении сорбционных свойств льняными материалами является его хемосорбционная способность. Вклад доступности пектиновых веществ исходного льняного волокна в величине совокупного показателя адсорбционной емкости по белку составляет 82%, по меди – 97%.

2. Целенаправленное воздействие белковых катализаторов на определенные структурные области льняного волокна и увеличение доступности полимерных компонентов для проявления их химической активности позволяет создать необходимые условия для селективно регулируемого

повышения сорбции химических веществ в зависимости от специфики применения сорбента. Вклад физической адсорбции в совокупный результат поглощения ионов меди может быть повышен до 12,5%, а для белкового маркера – до 42,6%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшова Т.А., Кудряшов А.Ю., Кокшаров С.А. и др. Влияние условий выращивания льна-долгунца сорта "Алексим" и первичной обработки льнотресты на свойства трепаного волокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №2. С. 31...34.
2. Koksharov S.A., Aleeva S.V, Lepilova O.V. Nanostructural biochemical modification of flax fiber in the process of its preparation for spinning // Autex Research Journal. –V. 15, № 3, 2015. P. 215...225.
3. Aleeva S.V., Koksharov S.A. Chemistry and technology of biocatalyzed nanoengineering of linen textile materials // Russ. J. of General Chemistry. –V. 82, №13, 2012. P. 2279...2293.
4. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов. – М: Де-Ли, 2000.
5. Досон Р. и др. Справочник биохимика. – М.: Мир, 1991. С. 465...466.
6. Садименко Л.П., Князева Т.В., Цыганков Е.М. Методическое пособие к практическим занятиям по аналитической химии. – Ч. 5. – Ростов-на-Дону: РГУ, 2004. С. 11...13.
7. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов – М.: Элевар, 2000.

8. Иванов А.Н. Физико-химические основы технологии приготовления льнотресты: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 1989.

REFERENCES

1. Kudrjashova T.A., Kudrjashov A.Ju., Koksharov S.A. i dr. Vlijanie uslovij vyrashhivaniya l'na-dolgunca sorta "Aleksim" i pervichnoj obrabotki l'notresty na svojstva trepanogo volokna // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2008, №2. S. 31...34.
2. Koksharov S.A., Aleeva S.V, Lepilova O.V. Nanostructural biochemical modification of flax fiber in the process of its preparation for spinning // Autex Research Journal. –V. 15, № 3, 2015. P. 215...225.
3. Aleeva S.V., Koksharov S.A. Chemistry and technology of biocatalyzed nanoengineering of linen textile materials // Russ. J. of General Chemistry. –V. 82, №13, 2012. P. 2279...2293.
4. Donchenko L.V. Tehnologija pektina i pektinoproduktov. – M: De-Li, 2000.
5. Dason R. i dr. Spravochnik biohimika. – M.: Mir, 1991. S. 465...466.
6. Sadimenko L.P., Knjazeva T.V., Cygankov E.M. Metodicheskoe posobie k prakticheskim zanjatijam po analiticheskoj himii. – Ch. 5. – Rostov-na-Donu: RGU, 2004. S. 11...13.
7. Gracheva I.M., Krivova A.Ju. Tehnologija fermentnyh preparatov – M.: Jelevar, 2000.
8. Ivanov A.N. Fiziko-himicheskie osnovy tehnologii prigotovlenija l'notresty: Dis. ... dokt. tehn. nauk. – Kostroma: KGTU, 1989.

Рекомендована научно-техническим семинаром ИХР РАН. Поступила 14.06.16.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ 3D-ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕФОРМ***

**DESIGN AND PREDICTION
PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
OF COMPOSITE MATERIALS BASED 3D-TEXTILE PREFORMS**

A.M. КИСЕЛЕВ, M.B. КИСЕЛЕВ
A.M. KISELEV, M.V. KISELEV

(Костромской государственный университет)
(Kostroma State University)
E-mail: Laibach@mail.ru, kisselev50@mail.ru

В статье предложена система виртуального проектирования композиционных материалов на основе 3D-текстильных тканых структур. Рассмотрены более подробно отдельные этапы предлагаемой системы проектирования. Дано описание оригинального программного обеспечения, реализующего 3D-структуру тканой преформы. Определены направления создания программного обеспечения для выбора оптимальной структуры преформы и реальной детали в условиях производства. Приведены примеры моделирования различных текстильных структур преформ и деталей.

The article suggests a system of virtual design of composite materials based on 3D-textile fabric structures. We consider in more detail the individual steps of the proposed system design. The description of the original software that implements the 3D-structure of the woven preform. The directions of development of software for the selection of the optimal structure of the preform and the real parts in a production environment. Examples of modeling different textile preforms structures and parts.

Ключевые слова: математическое моделирование, композиционные материалы, 3D-ткачество, программирование.

Keywords: mathematical modeling, composite materials, 3D-weaving, programming.

Композиционные материалы нашли широкое применение в различных отраслях промышленности, однако направление создания 3D-армирующих структур тканей занимает особое приоритетное место в композитной отрасли. Очевидно, это связано с перспективами получения композиционных материалов с повышенными механическими свойствами, отсутствием расслоения

при сдвиговых нагрузках, характерного для традиционных многослойных композитов, и достижения изотропности свойств получаемых композиционных изделий. Так, в отличие от лопатки, изготовленной для двигателя GE90 методом ручной выкладки препрега и автоклавным формованием, которая подвержена расслоениям и имеет низкую стойкость к ударным нагрузкам и

* По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

усталостному разрушению, лопатка, выполненная на основе объемной тканой преформы, обладает более высокими механическими свойствами по толщине, в гораздо меньшей степени подвержена расслоению и обладает лучшими прочностными свойствам при попадании посторонних предметов [1]. Производством композиционных материалов с применением 3D-текстильных технологий занимается большое количество зарубежных и отечественных ведущих фирм и предприятий. Производство композиционных материалов на основе текстильных армирующих объемных каркасов в основном ориентируется на стратегические отрасли промышленности, такие как космонавтика, авиация и оборонная промышленность, являясь высокотехнологичным и наукоемким. Поэтому первоочередная задача любого подобного производства – это разработка средств, методов и методик проектирования структуры будущего композита и прогнозирование его потребительских и эксплуатационных свойств. Решение данной задачи возможно средствами имеющегося программного обеспечения (ПО) и разработкой специализированного оригинального. На сегодняшний день не существует автоматизированных средств, позволяющих осуществить комплексное решение проблем, связанных с использованием композитных материалов, в связи с чем на каждом предприятии разрабатывают, как правило, свою систему виртуального проектирования, хотя многие из ее этапов носят общий характер.

Таким образом, в современных условиях актуальным направлением развития применения композиционных материалов в авиационной и других отраслях промышленности является создание систем виртуального проектирования, изготовления и испытания деталей из 3D-армированных преформ, применение имитационного моделирования, виртуального производства, а также прогнозирование свойств композиционных материалов на основе совершенствования математических моделей, использования современных методов расчета и анализа.

В данном направлении ведущие фирмы-разработчики ПО ориентированы на CAE-системы. Необходимо сказать, что разработка отечественной CAE-системы является чрезвычайно сложной, долговременной и затратной задачей. Отметим, что наиболее распространенными системами, которые моделируют структуру и свойства композиционных материалов и нашли широкое применение в авиационной и оборонной промышленности, являются: NX, MSCNASTRAN, Teamcenter, CATIA, FIBERSIM и ANSYS. Для моделирования структуры композита представляет интерес ПО DIGIMAT компании CompMechLab® Ltd. Данный продукт позволяет моделировать структуру полимерного композита, армированного волокнами. Компания ANSYS разработала специальный модуль Composite PrepPost для моделирования многослойных композитов. Перечисленные выше пакеты прикладных программ обладают универсальностью и узкой специализацией на композитные материалы, но ни одна из перечисленных выше CAE-систем не может построить геометрическую твердотельную модель реальной структуры 3D-текстильной преформы. Теоретически возможно создать автоматизированное построение 3D-структуры преформы с использованием функций внутреннего языка APDL, но целесообразность решения поставленной задачи с помощью специализированного языка CAE-системы ставится под сомнение по сравнению с использованием и разработкой собственного оригинального ПО на одном из языков высокого уровня. Данное обстоятельство привело к разработке специализированного ПО, описывающего структуру 3D-текстильных преформ, близких к реальным на уровне нитей. Это такие системы, как: EAT (Германия), ScotCAD Textiles Ltd. (ScotWeave Design Software), WiseTex: Virtual textile and textile composite, Arahne (Словения), TexGen v. 0.75.

На рис. 1 приведен пример работы программного обеспечения ScotCAD Textiles Ltd [2].

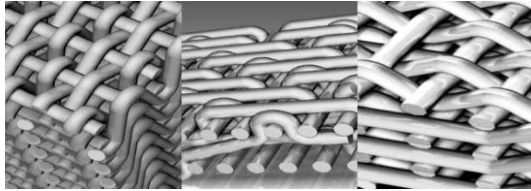


Рис. 1

Отечественное программное обеспечение на сегодняшний день не является конкурентным по своим функциональным возможностям, и не нашло широкого применения в промышленности, в связи с чем его разработка представляет актуальную задачу.



Рис. 2

На рис. 2 представлена разработанная система проектирования и прогнозирования физико-механических свойств композиционных материалов на основе текстильных преформ, которая стала результатом комплексного исследования композицион-

ных материалов на тканой основе с применением современной технологии математического моделирования, экспериментального исследования методами компьютерной томографии и применением современных CAE -систем.

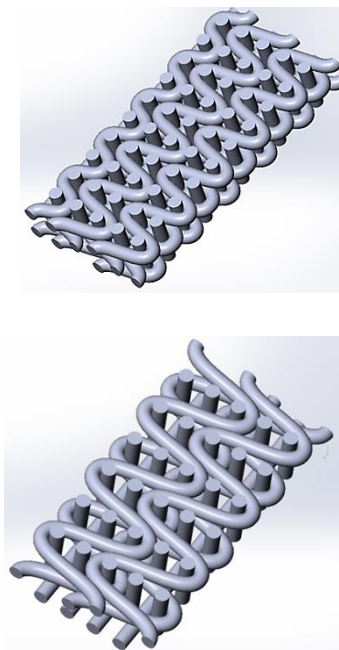
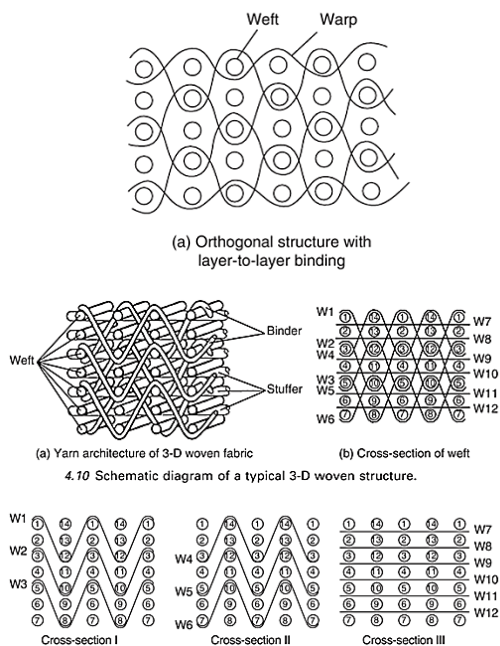
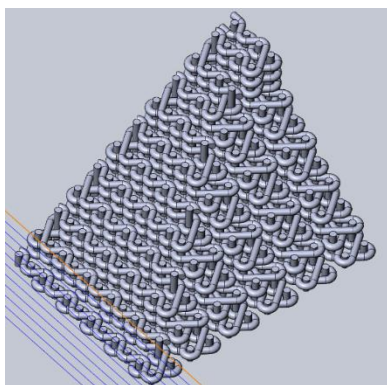


Рис. 3

Согласно представленной концепции разработано оригинальное ПО, позволяющее моделировать 3D-структуру текстильного материала [3...5]. На рис. 3 представлены примеры моделирования 3D-текстильной структуры (справа) с различным видом переплетений нитей по данным [6] (слева).

Исходя из функционального назначения ПО, считаем целесообразным разделить его по направлениям – моделирование структуры 3D-преформы примитивных форм и моделирование 3D-преформы сложной пространственной конфигурации. Соответ-



ственно данные направления решают разные задачи: решение материаловедческой задачи выбора оптимальной структуры преформы и решение задачи проектирования и прогнозирования свойств конкретной детали.

С применением CAD-системы SolidWorks и языка Visual Basic разработано ПО построения произвольной 3D-преформы, аппроксимирующей заданную форму детали. Пример компьютерного моделирования 3D-структуры преформы, аппроксимирующей заданную деталь, представлен на рис. 4.

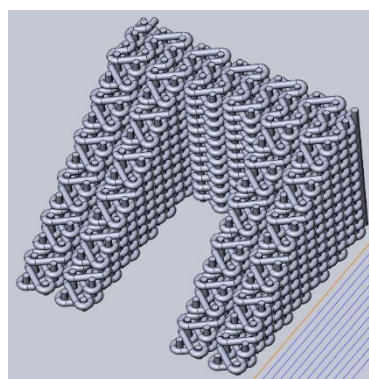


Рис. 4

ВЫВОДЫ

Разработано программное обеспечение, которое позволит решать задачу проектирования новых композиционных материалов с повышенными механическими свойствами на основе 3D-тканых преформ на качественно новом уровне, сократит время на разработку изделий из КМ с заранее заданным сочетанием эксплуатационных и технологических свойств, будет способствовать улучшению технико-экономических характеристик, структуры и качества изделий из композиционных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lomov S.V., Ivanov D.S., Perie G., Verpoest I. Modelling 3D-fabrics and 3D-reinforced Composites /In: Challenges and Solutions. World Conference on 3D-fabrics. – Manchester, 2008.
2. Сайт ScotWeave. ScotCadTextiles. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://scotweave.com/products/technical-weaver/>

3. Киселев А.М. Моделирование структуры и деформационных свойств волокнистых холстов: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2012.

4. Киселев М.В., Бенецкая В.В., Селиверстов В.Ю., Киселев А.М., Рудовский П.Н. Моделирование структуры тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С.23...28.

5. Бенецкая В.В., Киселев М.В., Киселев А.М. Объектное представление модели 3D-ткани // Сб. мат. Межвуз. научн.-техн. конф. аспирантов и студентов: Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (ПОИСК - 2013): Часть 1. – Иваново, ИВГПУ, 2013.

6. Behera B.K., Mishra Rajesh // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 33, September 2008. P. 274...287.

REFERENCES

1. Lomov S.V., Ivanov D.S., Perie G., Verpoest I. Modelling 3D-fabrics and 3D-reinforced Composites /In: Challenges and Solutions. World Conference on 3D-fabrics. – Manchester, 2008.
2. Sajt ScotWeave. ScotCadTextiles. Jelektronnyj resurs. Rezhim dostupa: <http://scotweave.com/products/technical-weaver/>

3. Kiselev A.M. Modelirovanie struktury i deformatsionnykh svoystv voloknistykh holstov: Dis. ... kand. tehn. nauk. – Kostroma: KGTU, 2012.

4. Kiselev M.V., Beneckaja V.V., Seliverstov V.Ju., Kiselev A.M., Rudovskij P.N. Modelirovanie struktury tkanej // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 3. S.23...28.

5. Beneckaja V.V., Kiselev M.V., Kiselev A.M. Ob"ektное predstavlenie modeli 3D-tkani // Sb. mat. Mezhevuz. nauchn.-tehn. konf. aspirantov i studentov: Molodye uchenye – razvitiyu tekstil'noj i legkoj

promyshlennosti (POISK - 2013): Chast' 1. – Ivanovo, IVGPU, 2013.

6. Behera B.K., Mishra Rajesh // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 33, September 2008. P. 274...287.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.05.16.

УДК 677.026.424:625.877(043.3)

**ИННОВАЦИОННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
НА НЕТКАНОЙ ОСНОВЕ
ДЛЯ ГРАЖДАНСКИХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ РОССИИ***

**INNOVATIVE COMPOSITE MATERIAL ON A NONWOVEN
BASIS FOR CIVIL SECTORS OF THE RUSSIAN ECONOMY**

*М.Ю. ТРЕЩАЛИН, Ю.М. ТРЕЩАЛИН
M.YU. TRESCHALIN, YU.M. TRESCHALIN*

**(Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Костромской государственный университет)
(Moscow State University named after M.V. Lomonosov,
Kostroma State University)**

E-mail: mtreschalin@mail.ru. antropog@yandex.ru

В статье изложены результаты исследований композиционных материалов, созданных на основе нетканых. Приведены расчеты экономической эффективности от применения изделий из композитов, предназначенных для использования в строительстве, промышленности, жилищно-бытовом секторе.

The article presents the results of studies of composite materials, created on the basis of non-woven. The calculations of economic efficiency from the use of composite products intended for use in construction, industry, housing sector.

Ключевые слова: композиционный материал, нетканая основа, экономическая эффективность.

Keywords: composite material, non-woven backing, economic efficiency.

Перспективным направлением для развития гражданских секторов экономики является разработка и создание высокоэффек-

тивных композиционных материалов на нетканой основе – то, о чем говорил Президент Российской Федерации В.В. Путин на первом заседании Совета по модернизации

* По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

экономики и инновационному развитию [1]. Необходимые свойства изделий из композитов достигаются за счет использования в качестве армирующих элементов нетканых полотен, выработанных из полиэфирных, полипропиленовых или полиамидных волокон (мононитей).

Изучение свойств образцов композиционных материалов показало, что прочностные характеристики композитов в 5...8 раз выше по сравнению с полимерной матрицей (рис. 1 – диаграмма разрушения при растяжении нетканого полотна, полимеризованного связующего и композиционного материала), а себестоимость ниже аналогичных изделий, использующих в качестве наполнителя углеродные, стеклянные или базальтовые волокна.

Зависимость нагрузки от деформации образца нетканого полотна, композита и матрицы

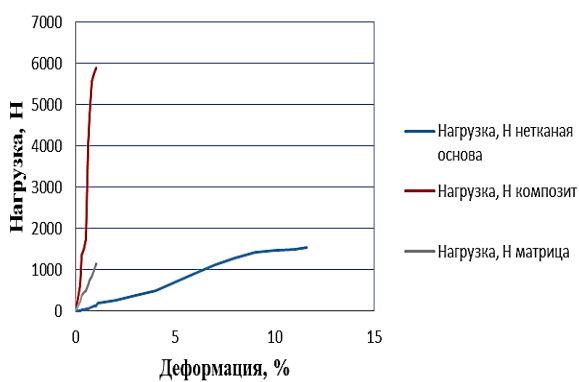


Рис. 1

В процессе исследований было установлено, что нетканая основа позволяет реализовать различные подходы к изготовлению конструкций из композиционных материалов, когда необходимо сохранение работоспособности в условиях динамического нагружения. В отличие от металла, бетона и других традиционных строительных материалов разработанные композиты обладают большей вязкостью разрушения, то есть способностью поглощать энергию ударов, вибрации и других эксплуатационных факторов.

В связи с тем что большинство жестких волокнистых композитов в основном изготавливаются в виде наружных оболочек (облицовочные панели, пластины, листо-

вые изделия, образцы которых даны на рис. 2), рассмотрены возможности применения изделий из композиционных материалов на нетканой основе в строительстве, промышленности, жилищно-коммунальной сфере и бытовом хозяйстве.

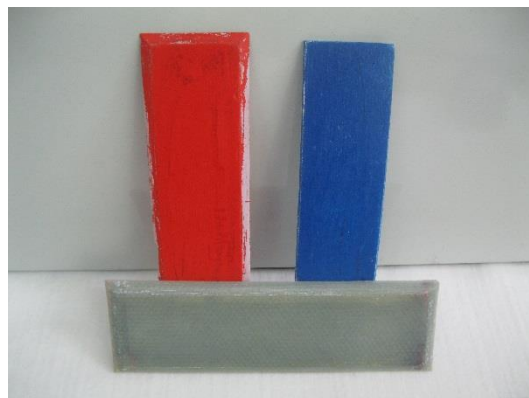


Рис. 2

Затраты на изготовление панелей площадью 1 м² находятся в интервале 54,87...92,21 руб./м², в зависимости от цены компонентов связующего и поверхностной плотности, волокнистого состава, производителя нетканых полотен. Сравнительный анализ показал, что затраты на разработанные композиты в 2...10 раз ниже по отношению к листовым материалам (древесно-стружечным, гипсоволокнистым, цементно-стружечным, фиброцементным), используемым в настоящее время. Наиболее близким по цене к композитам на нетканой основе является гипсокартонный лист. Кроме того, обращает на себя внимание влагопоглощение: если применяемые листовые изделия впитывают более 10% влаги, то поглощательная способность разработанных изделий не превышает 1%.

Экспериментальные исследования образцов из композитов на нетканой основе в виде трубок (рис. 3) показали, что они имеют достаточно высокие прочностные показатели и крайне незначительное водопоглощение (менее 1%). Такие характеристики позволяют рекомендовать композиционные материалы на нетканой основе для внедрения при производстве различного рода водопроводных труб технического назначения, например, дренажных, или

опор, применяемых при строительстве зданий и сооружений, креплении осветительной арматуры на улицах населенных пунктов и т.п.



Рис. 3

Для определения экономической целесообразности использования разработанных композитов при создании трубчатых изделий проведены расчеты затрат, в результате которых установлено, что цена наиболее дорогостоящего образца, длина которого 0,205 м, внутренний диаметр 0,25 м и толщина стенки 0,003 м, состав-

ляет 12,55 руб. При длине такой трубы в 1 м затраты составят $12,55 \cdot 5 = 62,75$ руб. В качестве сравнения: 1 м медной трубы диаметром 22 мм и толщиной стенки 1 мм стоит около 300 руб., а полипропиленовой, такого же диаметра – около 80...90 руб. Таким образом, проведенные расчеты показывают экономическую эффективность от внедрения труб из композитов на нетканой основе для технических нужд. Они на 30% дешевле аналогичных полипропиленовых изделий, а по отношению к металлическим трубам затраты на разработанные материалы ниже в 3...5 раз.

Помимо трубок постоянного поперечного сечения представляет интерес производство многосекционных опор. В качестве примера рассмотрен вариант опоры высотой 8 м. При этом каждая секция, представляющая собой полый усеченный конус с наибольшим диаметром D_m и наименьшим диаметром D_b , имеет длину $L = 2$ м.

Расчет затрат на производство четырехсекционной восьмиметровой опоры из разработанных композитов представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Секционная опора	Секция			
	№1	№2	№3	№4
D_b , мм	150	190	228	266
D_m , мм	200	240	278	316
Ориентировочный расход связующего, кг	5,6	5,8	6	6,2
Ориентировочная цена секции, руб.	760	770	780	790
Ориентировочная цена 4-секционной 8-метровой опоры, руб.	3100...3500			
Ориентировочная масса 4-секционной 8-метровой опоры, кг	23...25			

Сопоставление результатов расчета проводится с характеристиками опор (столбами освещения), устанавливаемых в Москве и Московской области. Без учета деревянных опор, в связи с их недолговечностью, предлагаемый вариант четырехсекционной конструкции из композиционного материала выгоднее по цене (в 1,5...2,5 раза дешевле), массе, условиям транспортирования и трудо-затратам по отношению к железобетонным.

С целью определения возможности реализации и материалоемкости изделия была выполнена модель четырехсекционной опоры (рис. 4). Характеристики секций и

затраты на изготовление изделия после финишной обработки даны в табл. 2.



Рис. 4

Наименование изделия	Длина, мм	Масса, г	Диаметр основания, мм		Диаметр вершины, мм		Толщина стенки, мм	Стоимость материалов, руб.
			внешний	внутренний	внешний	внутренний		
Секция	380,9	117,9	44,1	39,9	31,5	27,25	2,1	22,4
Готовая опора	1225	471,6	44,1	39,9	31,5	27,25	2,1	89,6

Расходы на производство модели не превысили 100 руб. при высоте в сборе 1,225 м. Следовательно, реальная себестоимость 8-метровой опоры не превысит расчетную и будет составлять не более 3500 руб. при массе 23...25 кг.

ВЫВОДЫ

Учитывая невысокую себестоимость производства (относительно тканей, трикотажа и плетеных изделий) и наличие необходимых прочностных свойств, применение нетканой основы для создания композиционных материалов весьма эффективно, особенно применительно к нуждам промышленности, строительства и ЖКХ.

УДК 677.027:677.047.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МИКРОЭМУЛЬСИОННОГО КАПСУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ АКАРИЦИДНЫХ СВОЙСТВ* **

USE OF THE METHOD OF MICROEMULSION CAPSULATION FOR GIVING TO TEXTILE MATERIALS ACARICIDE PROPERTIES

О.И. ОДИНЦОВА, А.А. ПРОХОРОВА, Л.С. ПЕТРОВА, Е.Л. ВЛАДИМИРЦЕВА
O.I. ODINTSOVA, A.A. PROKHOROVA, L.S. PETROVA, E.L. VLADIMIRTSEVA

(Ивановский государственный химико-технологический университет)
(Ivanovo State University of Chemical-Technology)
E-mail: odolga@yandex.ru, prohorova.a94@yandex.ru

Разработана методика получения микроэмульсии, включающей акарицидное вещество, на основе подобранной системы эмульгаторов, нетоксич-

* Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием Министерства образования и науки РФ.

** По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

ного растворителя и стабилизатора, обеспечивающая достижение размеров капсул в нанометровом диапазоне. Показана роль катионного полиэлектролита в наноэмульсии, как стабилизатора размеров частиц и составляющего оболочки «мягких» нанокapsул, наполненных масляным раствором репеллента. Методом неинвазивного обратного рассеивания проведена идентификация размеров частиц эмульсии.

The technique of receiving the microemulsion including acaricide substance on the basis of the picked-up system of emulsifiers, nontoxic solvent and the stabilizer, providing achievement of the sizes of capsules in the nanometer range is developed. The role of cationic polyelectrolyte in a nanoemulsion as stabilizer of the sizes of particles and making covers of the "soft" nanocapsules filled with oil solution of a repellent is shown. The method of noninvasive return dispersion carried out identification of the sizes of particles of an emulsion.

Ключевые слова: микроэмульсии, акарицидные вещества, нанокapsулы, катионные полиэлектролиты, метод неинвазивного обратного рассеивания.

Keywords: microemulsions, acaricide substances, nanocapsules, cationic polyelectrolytes, method of noninvasive return dispersion.

Капсулирование лекарственных препаратов и биологически активных веществ (БАВ) получило широкое применение в медицинской, химической и фармацевтической практике в качестве одного из эффективных средств контролируемой доставки биологически активного вещества в определенное место и время. Оно обладает целым рядом достоинств в сравнении с традиционными формами лекарственных препаратов и позволяет создавать новые молекулярные структуры, обладающие свойствами, полезными для различных областей: биотехнологии, клеточной терапии, диетологии, текстильной отрасли и т.п. [1].

В настоящее время все большей популярностью для создания функционального текстиля пользуется метод микро- и нанокapsулирования, в котором присутствуют приемы "Layer-by-Layer" [2]. Данная тенденция помимо универсальности и гибкости метода обусловлена способностью защищать активные ингредиенты от окисления, повышенной температуры, кислотности, щелочности, влаги и испарения, а также от взаимодействия с другими соединениями в системе, которая может привести к деградации или полимеризации. Микрокапсулы синтезируют путем нанесения

тонкого слоя полимера на мелкие твердые частицы, или капли жидкости, или на дисперсии твердых веществ в жидкостях. Основное содержимое высвобождается в контролируемых условиях с учетом назначения [3].

Особую актуальность приобретает метод микрокапсулирования для репеллентной отделки текстильных материалов. Костюмы с такой отделкой являются необходимым средством защиты для геологов, спасателей, военнослужащих. При помощи метода микроэмульсионного капсулирования возможно получение "умного" текстильного материала с заданными свойствами для эффективной защиты от клещей и других кровососущих насекомых.

На данный момент существуют различные технологии репеллентной отделки текстильных материалов. При этом по-прежнему остается нерешенным целый ряд проблем, основными из которых являются:

- необходимость использования плотно герметизированного оборудования;
- использование вытяжных устройств, так как в состав растворов включают растворители репеллента с резким запахом;

- недостаточная эффективность репеллентных препаратов, преимущественно импортного производства, применяемых в настоящее время.

Большой популярностью в отделочном производстве пользуются импортные препараты на основе перметрина. При обработке ими текстильного материала создается эффект пролонгированного действия, однако насекомое, прежде чем погибнуть, успевает укусить человека.

Выбор в качестве препарата для исследования альфациперметрина отечественного производства является более перспективным. Этот препарат малотоксичен, кроме того, помимо эффекта пролонгированного выделения, он обладает быстрым действием – при посадке на обработанный им текстильный материал насекомое погибает, не успевая укусить человека.

В работе была предпринята попытка создания экологически безопасного способа репеллентной отделки текстильных материалов альфациперметрином, основанная на использовании метода микроэмульсионного капсулирования.

Поскольку альфациперметрин не является водорастворимым препаратом, необходимо было выбрать нетоксичный масляный растворитель, а также определить эффективный эмульгатор для получения наноэмульсии, содержащей в своем составе репеллент.

В качестве *растворителя* были использованы эфирные масла (барбарисовое, лавандовое, апельсиновое), подсолнечное

масло и оксиэтилированное подсолнечное масло. Растворение проводили при температуре 40°C. Проведенные эксперименты показали, что альфациперметрин практически не растворился в эфирных маслах; частично растворился в подсолнечном масле, но недостаточно полно эмульгировался в нем, полученные частицы идентифицировались визуально. Удовлетворительные результаты были получены только при использовании в качестве растворителя оксиэтилированного подсолнечного масла (ОПМ), синтезированного на химическом предприятии ОАО "ПО ТОС", г. Долгопрудный. В этом случае наблюдалась высокая степень растворения репеллента.

В качестве *эмульгатора* были исследованы неионогенные оксиэтилированные алкилфенолы, анионоактивные ПАВ (эмполы, карбоксипав).

Размеры частиц, образовавшихся при эмульгировании, определяли с помощью высокоэффективного двухуглового анализатора размеров частиц и молекул Zetasizer Nano ZS (ИХР РАН, г. Иваново) методом динамического рассеяния света с использованием технологии NIBS (неинвазивного обратного рассеяния).

Предварительные исследования показали, что эмульсия, содержащая в своем составе оксиэтилированный алкилфенол АФ 10, обладает наименьшим размером частиц (табл. 1 – распределение размеров частиц в присутствии оксиэтилированных алкилфенолов различных марок).

Т а б л и ц а 1

№	Состав эмульсий	Размеры частиц, нм	Процентное соотношение, %
1	Оксиэтилированный алкилфенол АФ 6 ОПМ Вода	786 2236	70 30
2	Оксиэтилированный алкилфенол АФ 10 ОПМ Вода	8	100
3	Карбоксипав Оксиэтилированный алкилфенол АФ 10 ОПМ Вода	81 400	77 23

Данные, полученные с применением оксиэтилированного алкилфенола АФ 6 подтверждают известный факт [4], что критическая концентрация мицеллообразования снижается с увеличением длины углеводородного радикала.

На следующем этапе работы в эмульсии с растворенным в ОПМ репеллентом, неионогенным и анионоактивным ПАВ вводили различные полиэлектролиты. В присутствии катионного полиэлектролита – полидиаллилдиметиламмоний хлорида (ПДАДМАХ), достигаются минимальные размеры частиц. Было сделано предположение, что, возможно, ПДАДМАХ выполняет функцию стабилизатора эмульсии, препятствуя агрегированию частиц, не да-

вая им слипаться, а также формирует оболочку частицы полученной капсулы, взаимодействуя с анионоактивным ПАВ (табл. 2 – распределение размеров частиц в присутствии стабилизатора и катионного и анионного ПАВ).

Чтобы повысить эффективность эмульгирования, были предприняты попытки воздействия на размер частиц полученной микроэмульсии с ПДАДМАХ при помощи ультразвуковой обработки. Анализируя данные, представленные в табл. 3 (влияние УЗ-обработки на размеры частиц в эмульсии), установили факт однородности размеров частиц микроэмульсии после УЗ-обработки. Оптимальные результаты получены при длительности ультразвукового воздействия 300 с.

Т а б л и ц а 2

№	Состав композиции	Размеры частиц, нм	Процентное соотношение, %
1	ОПМ	653	
	Альфациперметрин		60
	Оксиэтилированный алкилфенол АФ10	73	32
	Карбоксипав	21	8
2	Вода		
	ОПМ		
	Альфациперметрин		
	Оксиэтилированный алкилфенол АФ 10	64	54
	Карбоксипав	33	46
	ПДАДМАХ		
	Вода		

Т а б л и ц а 3

Время УЗ-обработки, с	Размеры частиц, нм	Процентное соотношение, %
30	340	98,9
60	278	90
180	316	93
300	254	98,9

ВЫВОДЫ

1. С помощью метода микроэмульсионного капсулирования получены частицы репеллента в нанометровом диапазоне в совокупности с электростатической самосборкой нанослоев полиэлектролитов, формирующих оболочку частицы.

2. Определены оптимальные временные параметры ультразвукового воздействия на эмульсию, обеспечивающие достижение равномерного распределения инкапсулированной формы репеллента по размерам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кровелец А.А., Тырсин Ю.А., Быковская Е.Е. Применение нано- и микрокапсулирования в фармацевтике и пищевой промышленности // Вестник Российской академии естественных наук. – 2013, № 1. С.79...84.
2. Кузьменко В.А., Одинцова О.И., Русанова А.И., Малышева К.А. Современное состояние и перспективы развития ароматной отделки текстильных материалов // Химия растительного сырья. – 2015, №1. С.15...27.
3. Кузьменко В.А., Русанова А.И., Одинцова О.И. Свойства синтетических полиэлектролитов и перспективы их применения для отделки текстильных

материалов // Журнал прикладной химии. – 2014, Т.87, № 9. С.1191...1202.

4. Плетнев М.Ю. Поверхностно-активные вещества и композиции: Справочник. / Под ред. М.Ю. Плетнева. – М.: ООО "Фирма Клавель", 2002.

REFERENCES

1. Krovelec A.A., Tyrsin Ju.A., Bykovskaja E.E. Primenenie nano- i mikrokapsulirovaniya v farmaceutike i pishhevoj promyshlennosti // Vestnik Rossijskoj akademii estestvennyh nauk. – 2013, № 1. S.79...84.

2. Kuz'menko V.A., Odincova O.I., Rusanova A.I., Malysheva K.A. Sovremennoe sostojanie i perspektivy

razvitiya aromatnoj otdelki tekstil'nyh materialov // Himija rastitel'nogo syr'ja. – 2015, №1. S.15...27.

3. Kuz'menko V.A., Rusanova A.I., Odincova O.I. Svojstva sinteticheskikh polijelektrolitov i perspektivy ih primeneniya dlja otdelki tekstil'nyh materialov // Zhurnal prikladnoj himii. – 2014, Т.87, № 9. S.1191...1202.

4. Pletnev M.Ju. Poverhnostno-aktivnye veshhestva i kompozicii: Spravochnik. / Pod red. M.Ju. Pletneva. – М.: ООО "Firma Klavel", 2002.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 04.05.16.

УДК 677.494:677.46

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ВОЛОКНА НА ОСНОВЕ ПОЛИ-3-ГИДРОКСИБУТИРАТА, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ* **

MODIFICID FIBRES BASED ON POLY-3-HYDROXYBUTYRATE OBTAINED BY ELECTROSPINNING

*A.A. ОЛЬХОВ, А.А. КРУТИКОВА, Н.А. ОРЛОВ, О.В. СТАРОВЕРОВА,
А.А. ИЩЕНКО, А.Л. ИОРДАНСКИЙ
A.A. OLKHOV, A.A. KRUTIKOVA, N.A. ORLOV, O.V. STAROVEROVA,
A.A. ISCHENKO, A.L.IORDANSKII*

(Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,
Институт химической физики имени Н.Н. Семенова РАН,
Институт общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова РАН,
Биологический факультет Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова,
Московский технологический университет, Институт химических технологий)
(Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov,
Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences named after N.N. Semenov,
Institute of General and Inorganic Chemistry named after N.S. Kurnakov,
Russian Academy of Sciences,
Biological Faculty of Moscow State University named after M.V. Lomonosov,
Moscow University of Technology, Institute of Chemical Technology)
E-mail: aolkhov72@yandex.ru

В статье изучено влияние малых концентраций наноразмерных частиц диоксида титана и кремния на формирование надмолекулярной структуры волокон поли-3-гидроксибутирата. Волокна получали методом электроформования из раствора поли-3-гидроксибутирата в хлороформе. Структуру

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 13-02-12407 ОФИ_м2 и РФФИ № 15-59-32401 РТ-оми).

** По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

волоконистых материалов изучали методами ДСК, СЭМ, физико-механических испытаний. Малые концентрации наноразмерных частиц диоксида титана и кремния приводят к замедлению процессов кристаллизации и увеличению периода высокоэластического состояния волокон поли-3-гидроксибутирата. При этом средний диаметр волокон снижается, и возрастает плотность упаковки. Полученные в работе нетканые волокнистые материалы рекомендованы для применения в биомедицине и тканевой инженерии.

The article studied the effect of low concentrations of nanoparticles of titanium dioxide and silicon on the formation of supramolecular structure of poly-3-hydroxybutyrate fibers. The fibers obtained by the electrospinning method from the solution of poly-3-hydroxybutyrate in chloroform. The structure of fibrous materials was studied by DSC, SEM, physical and mechanical tests. It is found that the fibers have different degree of organization by intercrystalline region. Small concentrations of nanosized particles of titanium dioxide and silicon resulting in slower crystallization processes and high the elastic time of PHB fibers. The average fiber diameter is reduced and the packing density increases. These bioresorbable matrices can be successfully used in biomedicine for the cultivation of various connective tissues of the body and cover.

Ключевые слова: поли-3-гидроксибутират, волокна, кристаллизация, наночастицы, диоксид кремния, диоксид титана, электроформование.

Keywords: poly-3-hydroxybutyrate, fibers, crystallization, nanoparticles, silicon dioxide, titanium dioxide, electrospinning.

Технология электростатического формования (электроформования) позволяет создавать уникальные нано- и микроволокнистые материалы на основе биополимеров с высокими показателями удельной поверхности и пористости, которые находят применение в биомедицине, в создании текстильных материалов для одноразовых фильтров, упаковки и др. Среди биополимеров наиболее интенсивно исследуемым в настоящее время является поли-(3-гидроксибутират) (ПГБ), обладающий способностью к биоразложению без образования токсических продуктов [1].

На физико-механические, диффузионные свойства, стойкость к окислительной, фотоокислительной и биodeградации полимерных волокнистых материалов оказывает влияние величина среднего диаметра моноволокна и его структура [2]. Однако в случае кристаллического ПГБ изменение технологических параметров электроформования практически не влияет на диаметр ультратонких волокон [3]. Известно, что

введение наноразмерных добавок различной природы в кристаллизующиеся полимеры приводит к существенному изменению морфологии кристаллической фазы и соответственно получению изделий с заданными геометрическими параметрами и комплексом эксплуатационных характеристик [4].

Таким образом, целью настоящей работы являлось изучение влияния наноразмерных частиц диоксида титана и кремния на надмолекулярную структуру и кристаллизацию ультратонких волокон ПГБ, а также морфологию нетканых волокнистых матриц на их основе.

В работе использовали: поли-(3-гидроксибутират) (ПГБ) с молекулярной массой 460 кДа фирмы BIOMER (Германия), хлороформ; диоксид титана двух модификаций (η -TiO₂) со средним размером частиц 60 нм; (TiO₂ - анатаз) со средним размером частиц 28 нм [6] и нанокристаллический кремний состава Si/оболочка (SiO₂) со средним диаметром частиц 5...7 нм [7].

Электроформование [8] волокон на основе ПГБ осуществляли с помощью лабораторной капиллярной установки (диаметр капилляра 0,1 мм, напряжение 10...11 кВ, расстояние между электродами 18 см, содержание ПГБ в растворе 7% масс.). Наноразмерные частицы вводили в раствор полимера в количестве 0,1% (в расчете на твердый полимер) с использованием ультразвуковой ванны и микроволнового излучения. Структуру волокнистых материалов исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM-1000 (Япония); дифференциального сканирующего калориметра Perkin Elmer Pyris 6 DSC (США); разрывной машины РМ-3-1 (Россия).

Процесс электростатического формования (электроформования) ультратонких и наноразмерных полимерных волокон представляет сложный многопараметрический процесс, одной из ключевых характеристик которого является вязкость формовочного раствора [8].

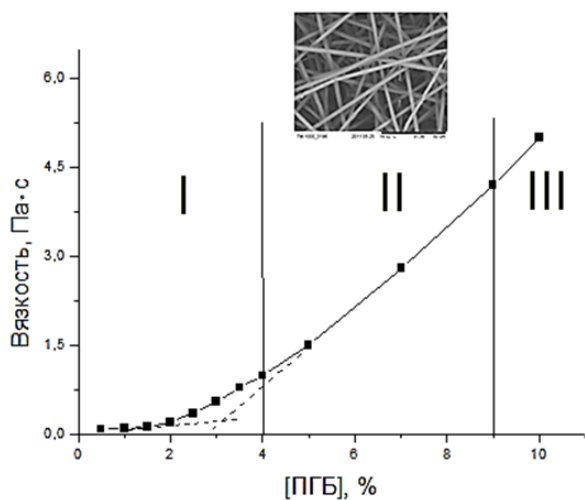


Рис. 1

На рис. 1 представлена зависимость вязкости формовочных растворов ПГБ от концентрации. На зависимости можно выделить три характерных диапазона концентраций ПГБ. Первый диапазон (I) характеризует область разбавленных растворов ПГБ в хлороформе. В этой области не удастся получить волокно. В процессе электроформования происходит лишь распыление

капель полимерного раствора. Вторая область (II) характеризует устойчивый процесс электроформования волокна. Переход процесса электрораспыления формовочного раствора в процесс вытягивания полимерной капли в тонкую струю с последующим формированием тонкого волокна происходит при концентрации ПГБ немногим более 3%. На рис. 1 эта точка находится на пересечении двух касательных, обозначенных штриховыми линиями. То есть начало электроформования полимерного волокна можно обнаружить по концентрационной зависимости вязкости графическим методом. Третья область (III) характеризует достаточно высоковязкие полимерные растворы, из которых нам не удалось на данной лабораторной установке получить волокнистые материалы. Наиболее устойчивое волокнообразование мы получили, используя 7%-ный раствор ПГБ. При этом формировались волокна диаметром 2,0...2,5 мкм. Изображение волокнистого материала, полученное методом СЭМ, показано на вставке в рис. 1. Изменяя вязкость формовочных растворов, нам удалось получить волокнистые материалы со средним диаметром от 1,6 до 3,0 мкм.

Отметим, что в случае биомедицинского применения волоконных материалов, например, при создании пористых матриц для клеточной инженерии или искусственных биорезорбируемых протезов различных связок, необходимо получать волокна диаметром от 1 мкм и ниже [9]. Изменяя только вязкость формовочного раствора ПГБ, мы смогли получить минимальный диаметр волокна 1,6 мкм. Поэтому задача дальнейших исследований заключалась в поиске способа воздействия на полимерный раствор для снижения толщины нити в процессе ЭФВ.

В случае кристаллизующегося ПГБ процессы кристаллизации препятствуют вытяжке волокна, сокращая за счет образования кристаллитов, период высокоэластического состояния полимера. Одним из способов изменения кинетики кристаллизации полимеров является введение в расплавы и растворы полимеров малых концентраций

наноразмерных частиц с полярными группами на поверхности. Наиболее распространенными частицами для модификации надмолекулярной структуры полимеров являются диоксиды титана (титановые белила) и кремния (кремнезем, или белая сажа). В дальнейшей работе мы изучали влияние малой концентрации (0,1%) наноразмерных частиц различной химической природы (диоксид титана в двух модификациях и диоксид кремния) на параметры надмолекулярной структуры волокон ПГБ.

Как видно из данных табл. 1, где представлены физико-механические и теплофи-

зические характеристики волокон ПГБ, содержащих наночастицы, и температуры начала термодеструкции и термоокислительной деструкции введение в формовочный раствор наноразмерных частиц кремния и диоксида титана привело к уменьшению среднего диаметра волокна по сравнению с исходным значением в 2...3 раза. При этом показатели физико-механических свойств выросли в 1,5...3 раза. Наименьший диаметр и наивысшие физико-механические показатели наблюдались у волокнистых материалов, модифицированных наночастицами диоксида кремния.

Т а б л и ц а 1

Образец волокнистого материала	d_{cp}	L_p	ϵ_p	$T_{кр}$
ПГБ	2750	586	19	74
ПГБ с TiO_2 (анатаз)	1100	1500	80	68
ПГБ с ηTiO_2	1400	1000	32	69
ПГБ с nc-Si	850	1795	31	67

Пр и м е ч а н и е. d_{cp} – средний диаметр, нм; L_p – разрывная длина, м; ϵ_p – относительное удлинение, %; ($T_{кр}$, °С) – температура кристаллизации.

Сопоставляя данные физико-механических и калориметрических испытаний, можно констатировать, что добавление в полимерное волокно наночастиц, обладающих высокой удельной поверхностью и химической активностью, приводит к замедлению процессов кристаллизации (снижение температуры кристаллизации) ПГБ. Благодаря этому увеличивается период высокоэластичности ПГБ и соответственно снижается диаметр волокна при электроформовании.

В Ы В О Д Ы

Малые концентрации наноразмерных частиц диоксида титана и кремния приводят к замедлению процессов кристаллизации и снижению диаметра волокон ПГБ.

Авторы выражают благодарность компании "BIOMER" (Krailling, Germany) и, в частности профессору U.J. Naenggi, за предоставленный для научной работы поли-(3-гидроксибутират).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Greiner A., Wendorff J.H. Functional Self-Assembled Nanofibers by Electrospinning // Adv. Polym. Sci. – 219, 2008. P. 107...171.
2. Ludwig E.M., Leonard M., Marroqui S., Wheeler T.R., Findlay K., Downie J.A., Poole P.S. Role of Polyhydroxybutyrate and Glycogen as Carbon Storage Compounds in Pea and Bean Bacteroids // Molecular Plant-Microbe Interactions (MPMI). – Vol. 18, №1, 2005. P. 67...74.
3. Жаркова И.И., Староверова О.В., Воинова В.В., Андреева Н.В., Шушкевич А.М., Склянчук Е.Д., Кузьмичева Г.М., Беспалова А.Е., Акулина Е.А., Шайтан К.В., Ольхов А.А. Биосовместимость матриц для тканевой инженерии из поли-3-оксибутирата и его композитов, полученных методом электроформования // Биомедицинская химия. – 2014. Т. 60. Вып. 5. С. 553...560.
4. Староверова О.В., Ольхов А.А., Кузьмичева Г.М., Доморощина Е.Н., Власов С.В., Филатов Ю.Н. Ультратонкие волокна на основе биополимера полигидроксибутирата (ПГБ), модифицированные наноразмерными модификациями диоксида титана // Вестник МИТХТ. – 2011. Т. VI. № 6. С. 120...127.
5. Ольхов А.А., Румянцев Б.М., Гольдштрах М.А., Стороженко П.А., Ищенко А.А., Заиков Г.Е. Полимерные композиционные материалы на основе полиэтилена и нанокристаллического кремния // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2014, № 1. С. 13...27.

6. Кузьмичева Г.М., Савинкина Е.В., Оболенская Л.Н., Белогорохова Л.И., Маврин Б.Н., Чернобровкин М.Г., Белогорохов А.И. Получение, характеристика и свойства наноразмерных модификаций диоксида титана со структурами анатаза и -TiO₂ // Кристаллография. – 2010. Т. 55, № 5. С. 919...924.

7. Иценко А.А., Фетисов Г.В., Асланов Л.А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля – М.: Физматлит, 2011.

8. Filatov Y., Budyka A., Kirichenko V. Electrospinning of Micro- and Nanofibers: Fundamentals in Separation and Filtration Processes. – New York: Begell House Inc, 2007.

9. Ольхов А.А., Склянчук Е.Д., Аббасов Т.А., Акатов В.С., Фадеева И.С., Фадеев Р.С., Фесенко Н.И., Староверова О.В., Гумаргалиева К.З., Филатов Ю.Н., Иорданский А.Л., Гурьев В.В. Регенерационный потенциал нановолоконного сухожильного имплантата из полигидроксибутирата // Технологии живых систем. – 2015. Т. 12, № 2. С.3...11.

REFERENCES

1. Greiner A., Wendorff J.H. Functional Self-Assembled Nanofibers by Electrospinning // Adv. Polym. Sci. – 219, 2008. P. 107...171.

2. Ludwig E.M., Leonard M., Marroqui S., Wheeler T.R., Findlay K., Downie J.A., Poole P.S. Role of Polyhydroxybutyrate and Glycogen as Carbon Storage Compounds in Pea and Bean Bacteroids // Molecular Plant-Microbe Interactions (MPMI). – Vol. 18, №1, 2005. R. 67...74.

3. Zharkova I.I., Staroverova O.V., Voinova V.V., Andreeva N.V., Shushkevich A.M., Skljanchuk E.D., Kuz'micheva G.M., Bespalova A.E., Akulina E.A., Shajtan K.V., Ol'hov A.A. Biosovmestimost' matriksov dlja tkanevoj inzhenerii iz poli-3-oksibutirata

i ego kompozitov, poluchennyh metodom jelektroformovaniya // Biomedicinskaja himija. – 2014. Т. 60. Вып. 5. С. 553...560.

4. Staroverova O.V., Ol'hov A.A., Kuz'micheva G.M., Domoroshhina E.N., Vlasov S.V., Filatov Ju.N. Ul'tratonkie volokna na osnove biopolimera poligidroksibutirata (PGB), modificirovannye nanorazmernymi modifikacijami dioksida titana // Vestnik MITHT. – 2011. Т. VI. № 6. С. 120...127.

5. Ol'hov A.A., Rumjancev B.M., Gol'dshtrah M.A., Storozhenko P.A., Ishhenko A.A., Zaikov G.E. Polimernye kompozicionnye materialy na osnove polijetilena i nanokristallicheskogo kremnija // Vse materialy. Jenciklopedicheskij spravocnik. – 2014, № 1. S.13...27.

6. Kuz'micheva G.M., Savinkina E.V., Obolenskaja L.N., Belogorohova L.I., Mavrin B.N., Chernobrovkin M.G., Belogorohov A.I. Poluchenie, harakterizacija i svojstva nanorazmernyh modifikacij dioksida titana so strukturami anataza i -TiO₂ // Kristallografija. – 2010. Т. 55, № 5. С. 919...924.

7. Ishhenko A.A., Fetisov G.V., Aslanov L.A. Nanokremnij: svojstva, poluchenie, primenenie, metody issledovaniya i kontrolja – М.: Fizmatlit, 2011.

8. Filatov Y., Budyka A., Kirichenko V. Electrospinning of Micro- and Nanofibers: Fundamentals in Separation and Filtration Processes. – New York: Begell House Inc, 2007.

9. Ol'hov A.A., Skljanchuk E.D., Abbasov T.A., Akatov V.S., Fadeeva I.S., Fadeev R.S., Fesenko N.I., Staroverova O.V., Gumargaljeva K.Z., Filatov Ju.N., Iordanskij A.L., Gur'ev V.V. Regeneracionnyj potencial nanovolokonnogo suhozil'nogo implantata iz poligidroksibutirata // Tehnologii zhivyh sistem. – 2015. Т.12, № 2. S.3...11.

Рекомендована заседанием лаборатории №0313 Института химической физики имени Н.Н. Семенова РАН. Поступила 01.08.16.

СНИЖЕНИЕ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ* **

BACTERIAL (MICROBIAL) CONTENT REDUCTION IN THE ALGINATE- BASED COMPOSITION

Т.С. БЫРКИНА, Д.Р. ГАФУРОВА, Н.Д. ОЛТАРЖЕВСКАЯ, Г.Е. КРИЧЕВСКИЙ
T.S. BYRKINA, D.R. GAFUROVA, N.D. OLTARZHEVSKAYA, G.E. KRICHEVSKI

(Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского,
ООО "Колетекс", ООО "НПО Текстильпрогресс")
(Moscow State University of Technologies and Management named after K.G.Razumovskiy,
LLC "Coletex", LLC "SPA Textileprogress")
E-mail: koletex@list.ru

Альгинат натрия широко используется в различных областях: в текстильной промышленности в виде загустки при печати, в фармацевтике как вспомогательное вещество при создании различных лекарственных форм, в пищевой промышленности в качестве загустителя и стабилизатора и т.д. Однако, несмотря на все положительные свойства этого полимера (высокая загущающая способность, тиксотропность, лечебное действие, например, гемостатическое, регенирующее и т.п.), он имеет нежелательный показатель – высокую микробную обсемененность. Если для применения в текстильной печати это не имеет особого значения, то при получении лечебных материалов, в том числе и на текстильной основе, становится важным и требует особого внимания как на стадии создания материалов, так и во время их хранения и эксплуатации.

Sodium alginate is widely used in various fields: in the textile industry in the form of thickener during printing, in pharmaceuticals industry it is used as an adjuvant upon for various dosage bands; in food processing industry it is used as a thickener and stabilizer etc. However, despite of all positive properties (high thickening ability; thixotropy, healing effect – hemostatic, regenerant ability ect.), sodium alginate has an adverse effect – it is high bacterial (microbial) content. The fact does not have important impact on textile printing but is essential for the medical material manufacturing, including production of textile-based materials, on the stage of producing, storage and exploitation.

Ключевые слова: лечебные материалы, альгинат натрия, срок годности, гидрогель, поливиниловый спирт, наночастицы серебра, консервант, стерильность.

Keywords: healing materials, sodium alginate, time increase, hydrogel, polyvinyl alcohol, silver nanoparticles, preservative, sterility.

В отечественной компании ООО "Колетекс" более 20 лет ведутся исследования по

разработке и производству лечебных материалов на текстильной и полимерной (при-

* Работа проводилась в рамках выполнения гранта РФФИ № 15-29-04847.

** По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

родный биополимер – альгинат натрия) основе. Гидрогелевая композиция (ГК) – аналог полимерной загустки в текстильной печати, в которую вместо красителя включено лекарственное вещество, наносится через шаблон (вручную или на плоскостпечатной машине) на текстильную основу и высушивается при температуре 23...25°C. После печати получают изделия (салфетки марки "Колетекс®"), биополимерный поверхностный слой которых в результате неограниченного набухания в раневой среде длительно выделяет введенное лекарство. В ряде случаев применение непосредственно загустки из альгината натрия (АН) и лекарства, то есть лечебной ГК (торговая марка "Колегель®"), удобнее и эффективнее, в частности, для направленной доставки лекарства, когда очаг поражения находится в полости (например, опухоль) [1]. Такие материалы и рассматриваются в настоящей работе.

Выпускаемые в ООО "Колетекс" медицинские изделия подвергаются обязательной финишной стерилизации, осуществляемой радиационным методом (γ -облучение). Стерилизующая доза подбирается таким образом, чтобы при достижении стерильности свойства текстильного материала и лекарства не изменялись. Медицинские изделия на текстильной основе обрабатываются после сушки и не подвергаются существенному радиолитису при стерилизации, в то время как вязкость ГК за счет радиолитиса резко снижается, что приводит к деполимеризации АН и отрицательно сказывается на свойствах материала. Таким образом, доза стерилизации ГК должна быть как можно меньше, но при этом обеспечивать стерильность. Установлено, что

оптимальной дозой γ -облучения гидрогелевых материалов является 6 КГр [2].

Для достижения стерильности конечной продукции необходимо, чтобы начальная микробная обсемененность АН была как можно меньше (по требованию нормативных документов – не более $1 \cdot 10^2$ КОЕ/г). Однако в процессе хранения его обсемененность возрастает, поскольку АН является хорошим источником для развития различных микроорганизмов. Технологической особенностью при производстве ГК также является то, что от стадии расфасовки композиции до момента стерилизации, которая проводится в специальной организации, проходит время до 3 суток, и в это время, несмотря на условия хранения (4°C), исходная обсемененность композиции может возрасти.

Поэтому наша задача – разработка способов снижения обсемененности ГК. Чем меньше микробная обсемененность ГК, тем меньше может быть доза стерилизации и соответственно меньше деструкция. При этом следует добиться срока годности ГК, принятого для подобного рода продукции, не менее 2 лет.

Объекты исследования – АН и ГК на его основе. В качестве дополнительной полимерной добавки использовался поливиниловый спирт (ПВС) Mowiol 6-98 и Mowiol 28.99 с молекулярной массой 45.000 и 145.000 соответственно, не более 30% ПВС от общего содержания АН из-за его недостаточной способности к биодegradации [3]. Состав изучаемых композиций на основе АН и ПВС приведен в табл. 1.

Таблица 1

№	Компоненты композиции	Содержание компонента в % масс. в композиции						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Альгинат натрия	7,0	6,3	5,6	4,9	6,3	5,6	4,9
2	ПВС 45.000	-	0,7	1,4	2,1	-	-	-
3	ПВС 145.000	-	-	-	-	0,7	1,4	2,1
4	Диоксидин	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
5	Лидокаин	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
6	Вода дистиллированная	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1

На первом этапе определяли общую микробную обсемененность для АН, а также дополнительно вводимого ПВС и лечебных композиций на основе АН и АН с ПВС для того, чтобы оценить вклад синтетического полимера в снижение общей микробной обсемененности. Общую микробную обсемененность определяли в соответствии с указаниями ОФС 42-0067-07 "Микробиологическая чистота".

В ГК вводили лекарство диоксидин – антибактериальный препарат широкого спектра действия вместе с местным анестетиком лидокаином. Оценивали способность диоксидина снижать микробную обсемененность композиции до стерилизации.

Поскольку такой важный параметр ГК, как вязкость, изменяется ввиду деструкции (радиолиза) при γ -облучении, оптимальное содержание ПВС в ГК определяли не только исходя из общей микробной обсемененности гидрогеля на третьи сутки после приготовления, но и по вязкости до и после стерилизации. Вязкость оценивали на программируемом вискозиметре RVDV-II+Pro.

В связи с тем что традиционно используемые синтетические антимикробные препараты в ГК "Колегель" и "Колетекс" (фурагин, гентамицина сульфат, хлоргексидина биглюконат) имеют строго определенный спектр действия, а также из-за выработки устойчивости микроорганизмов к препаратам, была оценена возможность применения в качестве антимикробного агента НЧС, действующих на микроорганизмы и не вызывающих у них резистентность [4].

Представляло интерес изучить введение НЧС дополнительно с позиции консервирующего агента до финишной стерилизации ГК. Нами рассматривалась возможность получения НЧС по методу "зеленой химии", подразумевающая использование природных восстановителей, которыми являются полисахариды [5].

ГК на основе АН с НЧС исследовали спектрофотометрически на приборе СФ 102 (качественный анализ), а также с помощью метода зондовой микроскопии (Нтегра). Микробную обсемененность ГК на ос-

нове АН с НЧС определяли с помощью тест-подложки RIDA COUNT.

Из разрешенных консервирующих добавок (КД) для альгинатной ГК использовали сорбат калия (CAS №24634-61-5) и мицеллярные формы КД, выпускаемых ЗАО "АКВАНОВА РУС": DS 4 (4% сорбиновая кислота), DS 12 (12% бензойная кислота), DS 44 (4% сорбиновая кислота и 4% бензойная кислота). Данные КД были выбраны исходя из их токсикологической безопасности и разрешения их использования в медицине, пищевой и косметической промышленности [6], а также их ценовых характеристик. Образцы ГК с вышеперечисленными КД проверяли на стерильность в соответствии с указаниями ОФС 42-066-07 "Стерильность". Оценивали влияние присутствия в ГК НЧС и КД на вязкость композиции после стерилизации.

Было установлено, что общая микробная обсемененность АН, ПВС 45.000, ПВС 145.000 составляет $3,0 \cdot 10^3$ КОЕ/г, $<1,0 \cdot 10^1$ КОЕ/г, $<1,0 \cdot 10^1$ КОЕ/г соответственно.

Количество микроорганизмов определялось в композициях, хранившихся трое суток при температуре 4°C до стадии стерилизации. Результаты приведены на рис. 1 (общая обсемененность композиций с различным содержанием ПВС).

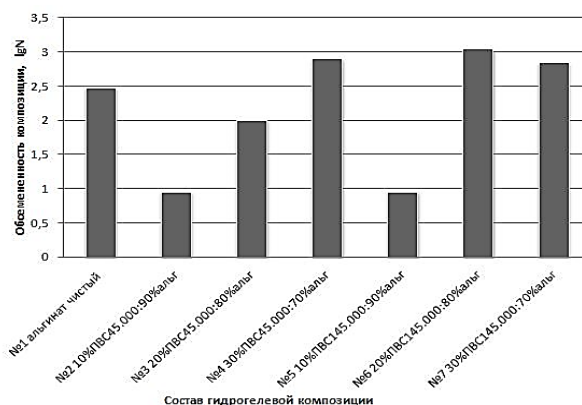


Рис. 1

Введение в композицию ПВС с меньшей микробной обсемененностью по сравнению с АН в количестве 0,7% может понизить общую микробную обсемененность композиции до стерилизации. Необходимо было определить оптимальную концентра-

цию вводимого ПВС с точки зрения реологических характеристик и степени десорбции ЛВ из ГК. Составы ГК приведены на

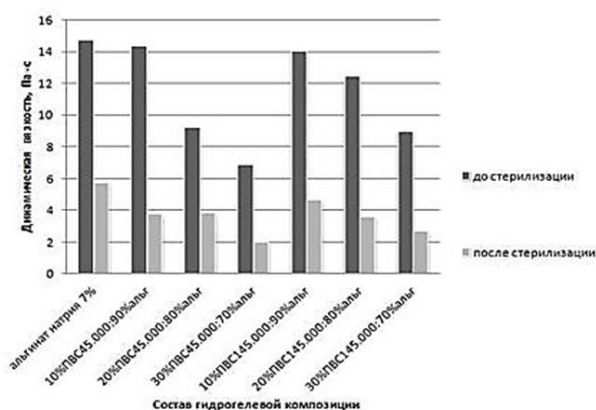


Рис. 2

Из рис. 2 (влияние радиационной стерилизации на вязкость ГК различного состава) видно, что вязкость всех ГК снижается после γ -стерилизации 6 КГр, вязкость ГК №5 снизилась в меньшей степени по сравнению с остальными, однако ни один вариант по показателю вязкости не отвечает технологическим требованиям.

Введение ПВС позволяет снизить исходную обсемененность ГК, но после стерилизации не поддерживает вязкость на необходимом уровне.

Из рис. 3 (обсемененность композиций на основе АН с диоксином и без на трети сутки хранения до стерилизации (температура хранения 4°C)) видно, что диоксидин снижает общую микробную обсемененность ГК при хранении до стерилизации за счет подавления бактериальной микрофлоры, однако его вклад недостаточен, чтобы предотвратить ухудшение качества продукции.

Таким образом, исследование с целью сохранения вязкости и снижения обсемененности ГК было продолжено путем подбора КД, которые при дозе 6 КГр обеспечат гарантированный срок хранения ГК – 2 года.

В качестве лечебных антибактериальных, а также консервирующих и стабилизирующих вязкость добавок в работе рассматривали введение в ГК нитрата серебра и собственно синтез в альгинатной компози-

рис. 1. Образец сравнения – ГК на основе АН (7,0% масс. АН) с 0,9 % диоксида и 2,0% лидокаина.

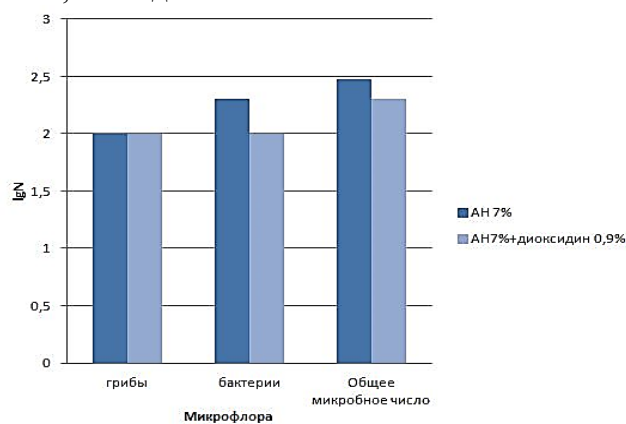


Рис. 3

ции НЧС, обладающих антимикробным эффектом, а также использование традиционных КД – сорбата калия, КД на основе сорбиновой и бензойной кислоты.

В работе использовался наиболее экологичный и экономичный способ получения НЧС – метод "зеленой химии". В качестве восстановителя использовалась основа изучаемой ГК – полисахарид АН. Косвенным доказательством наличия в композиции на основе АН НЧС являлось наличие максимума поглощения в области длин волн от 400-420 нм, характерное для НЧС [5], и изменение цвета ГК (в зависимости от концентрации НЧС от светло- до темно-коричневого). Также были получены изображения поверхности пленки, получаемой высушиванием капли композиции на основе АН с нитратом серебра, с помощью зондовой микроскопии (рис. 4 – рельеф поверхности пленки образца на основе альгината натрия при размере скана 2×2 мкм (а) и 1×1 мкм (б)).

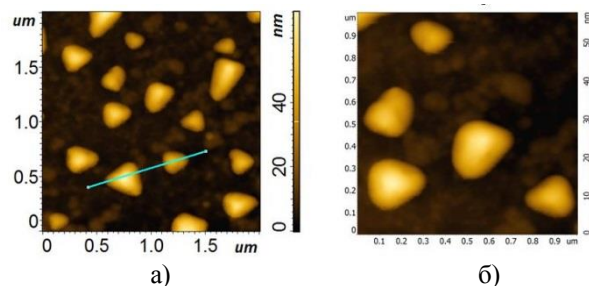


Рис. 4

Экспериментально доказано, что созданные ГК стабильны в течение 4 недель, за этот срок максимум поглощения композиций практически не меняется.

Далее необходимо было оценить влияние НЧС на обсемененность данной

композиции. Результаты оценки приведены в табл. 2 (обсемененность композиций на основе альгината натрия с наночастицами серебра).

Т а б л и ц а 2

№	Состав	Содержание микроорганизмов, КОЕ/г	
		общее микробное число	<i>Staphylococcus aureus</i>
1	Композиция на основе АН	$4,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$
2	Композиция на основе АН с НЧС	$<1,0 \cdot 10^1$	$<1,0 \cdot 10^1$

Образование в альгинатной композиции НЧС позволяет избежать возрастания нежелательной микрофлоры во время отсрочки стадии радиационной стерилизации (табл. 2). Это позволяет использовать НЧС одновременно и в качестве эффективного антимикробного вещества в композиции, и в качестве КД. Традиционные КД оценивались как с позиции стерильности композиций, содержащих 7% АН, так и с точки зрения сохранения их вязкости после стерилизации. Установлено, что из всех выбранных КД только добавка 0,25% сорбата калия поддерживает стерильность ГК после стерилизации. Исследование реологических характеристик стерильных ГК с КД показало, что вязкость ГК с сорбатом калия после финишной стерилизации 6,6 Па·с, в то время как вязкость ГК без добавления консерванта 6,0 Па·с.

Таким образом, получение НЧС непосредственно в гидрогеле на основе АН позволяет достичь антимикробной активности и увеличить его срок хранения до стадии финишной стерилизации, оказывая консервирующий эффект. Введение в лечебную гидрогелевую композицию сорбата калия в концентрации 0,25 % масс. обеспечивает ее стерильность и стабилизирует вязкость после финишной радиационной стерилизации, проводимой в дозе 6 КГр.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Олтаржевская Н.Д., Бойко А.В., Корытова Л.И. Направленная доставка лекарственных препаратов при лечении онкологических больных. – М.: МК, 2013.

2. Ефименкова М.Г. Разработка технологии получения аппликационных текстильных материалов для лечения заболеваний кожи: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2010.

3. Штильман М.И. Полимеры медико-биологического назначения. – М.: ИКЦ "Академкнига", 2006. С.254.

4. Крутиков Ю.А., Кудринский А.А., Олейник А.Ю., Лисичкин Г.В. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы // Успехи химии. – 2008. Т. 77. № 3. С. 242...269.

5. Егорова Е.М., Кубатиев А.А., Швец В.И. Биологические эффекты наночастиц металлов. – М.: Наука, 2014.

6. Беликов О.Е., Пучкова Т.В. Консерванты в косметике и средствах гигиены. – М.: "Кафедра", 2003.

R E F E R E N C E S

1. Oltarzhenskaja N.D., Bojko A.V., Korytova L.I. Napravlenaja dostavka lekarstvennyh preparatov pri lechenii onkologicheskikh bol'nyh. – М.: МК, 2013.

2. Efimenkova M.G. Razrabotka tehnologii polucheniya applikacionnyh tekstil'nyh materialov dlja lechenija zabolevanij kozhi: Dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 2010.

3. Shtil'man M.I. Polimery mediko-biologicheskogo naznachenija. – М.: ИКЦ "Академкнига", 2006. S.254.

4. Krutikov Ju.A., Kudrinskij A.A., Olejnik A.Ju., Lisichkin G.V. Sintez i svojstva nanochastich serebra: dostizhenija i perspektivy // Uspеhi himii. – 2008. Т. 77. № 3. S. 242...269.

5. Egorova E.M., Kubatiev A.A., Shvec V.I. Biologicheskie jeffekty nanochastich metallov. – М.: Nauka, 2014.

6. Belikov O.E., Puchkova T.V. Konservanty v kosmetike i sredstvah gigeny. – М.: "Kafedra", 2003.

Рекомендована кафедрой химических, нано- и биотехнологий МГУТиУ имени К.Г. Разумовского. Поступила 31.08.16.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Луховская О.К., Шарова Л.И., Ананьев М.А., Грузинцева Н.А.</i> Концептуальные основы развития текстильных кластеров в условиях сохранения и воспроизводства культурного потенциала монопрофильных регионов	5
<i>Бушуева М.А., Масюк Н.Н., Брагина З.В., Петрухин А.Б., Гришанова О.А.</i> Представление бизнес-модели текстильного кластера как инновационной сетевой экосистемы	10
<i>Леонов С.А.</i> Организация бизнес-процессов на предприятиях швейной отрасли легкой промышленности	17
<i>Бакаева Н.В., Шлеенко А.В., Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пашкова М.И.</i> Динамика развития взаимодействий в социально-экологических системах	24
<i>Матушкина О.Е., Вишнякова О.М., Карпушкина А.В.</i> Оптимизация среды поставок предприятия легкой промышленности на основе сравнительного анализа поставщиков	29
<i>Мещерякова О.К., Мышовская Л.П., Горбанева Е.П.</i> Особенности и перспективы ресурсоснабжения коммунальными услугами производственных предприятий отраслей экономики России	33
<i>Баркалов С.А., Курочка П.Н., Лукманова И.Г.</i> Построение комплексных оценок на основе логистической регрессии	37
<i>Гасилов В.В., Офин В.П., Провоторов И.А.</i> Управление рисками инвестиционной стадии в проектах государственно-частного партнерства	48
<i>Грабовый П.Г., Трухина Н.И., Околелова Э.Ю.</i> Управление инвестиционным проектом воспроизводства недвижимости с учетом рисков	52
<i>Уварова С.С., Беляева С.В., Провоторов И.А., Мышовская Л.П.</i> Механизм системной интеграции действующих институтов контроля для обеспечения эффективности инвестиционных проектов	56
<i>Круглякова В.М., Трещевский Ю.И., Бредихин В.В.</i> Развитие текстильной промышленности в контексте согласования национальной, отраслевой и региональных стратегий	60
<i>Мищенко В.Я., Мещерякова О.К., Мещерякова М.А., Баринов В.Н.</i> Ресурсосбережение предприятий текстильной промышленности – путь инновационного развития сферы жилищно-коммунального хозяйства	67
<i>Анисимова Н.А., Романова Н.Ю., Шахова Н.В.</i> Индикативный подход к оценке социально-экономической эффективности отраслевой кластеризации в регионе	73
<i>Грабовый П.Г., Околелова Э.Ю., Трухина Н.И.</i> Динамическая модель прогнозирования развития инновационного проекта	78

Материаловедение

<i>Бесишапошников В.И., Жагрина И.Н., Липатова Л.А., Змеева Е.Д.</i> Разработка многослойного электропроводящего текстильного материала	83
<i>Сафонов П.Е., Юхин С.С.</i> Исследование вязкоупругих свойств синтетических нитей специального назначения в условиях испытаний на релаксацию механических напряжений	88
<i>Мамонтов С.А., Ярцев В.П., Монастырев П.В.</i> Искусственное и естественное старение древесноволокнистого композита	95
<i>Ерофеев А.В., Ярцев В.П., Монастырев П.В.</i> Декоративно-защитные плиты для фасадной отделки зданий	101
<i>Мамонтов А.А., Ярцев В.П.</i> Физико-технические основы работоспособности экструзионного пенополистирола "ПЕНОПЛЭКС"	104
<i>Сусоева И.В., Вахнина Т.Н., Титунин А.А.</i> Влияние вида связующего на прочность композиционных плитных материалов из лигноцеллюлозных отходов	109
<i>Селяев В.П., Данилов А.М., Селяев П.В., Киселев Н.Н., Маштаев О.Г., Кечуткина Е.Л.</i> Возможность применения хлопкового волокна для производства вакуумных изоляционных панелей	112

Первичная обработка. Сырье

<i>Росулов Р.Х.</i> Влияние жесткости крепления колков очистителя хлопка-сырца на очистительный эффект	119
--	-----

Прядение

- Полякова Е.В., Романов В.Е., Лутов В.А., Чельшиев А.М., Крайнов Е.М.* Исследование напряженно-деформированного состояния ленты, намотанной на прямой круговой цилиндр с сохранением ортогональности нитей основы и утка 123

Ткачество

- Панин И.Н., Николаев С.Д., Кащеев О.В., Николаева Н.А., Поликарпов А.В.* Условия формирования мотальных паковок сомкнутой структуры 129

Отделка

- Циркина О.Г., Одинцова О.И., Румянцева В.Е.* Влияние условий тепловой обработки на величину коэффициентов диффузии активных красителей при реализации процесса крашения 134
- Мирзахмедова М.Х., Худайбердиева Д.Б., Абдукаримова М.З., Содикова Г.К.* Влияние природы активных красителей на качество отделки и окраски шелковых тканей в совмещенном способе 139
- Федосов С.В., Котлов В.Г., Алоян Р.М., Бочков М.В., Макаров Р.А., Иванова М.А.* Техничко-экономическое обоснование применения конструктивного решения здания из смешанного каркаса в отделочном производстве текстильного предприятия 143

Технология нетканых материалов

- Волынкин О.Н., Виноградова Е.В., Зарубина Е.В., Шмелева Т.В., Колбашов М.А.* Технологическая линия для выработки медицинской льносодержащей гигроскопической ваты и нетканого полотна из отходов производства 147

Трикотажное производство

- Чагина Л.Л., Смирнова Н.А.* К вопросу определения уровня качества льняных трикотажных изделий 153
- Маханбеталиева К.Т., Онлабекова А.Т., Саржанова Д.Т.* Исследование физико-механических свойств трикотажа комбинированных переплетений 157

Швейное производство и дизайн

- Абрамов А.В., Родичева М.В., Панов О.Д.* Комплексный метод исследования ряда теплофизических свойств пакетов теплозащитной одежды 161
- Мовшович П.М., Голубчикова А.В., Павлюченко Е.В., Лазуренко С.Б., Разумеев К.Э.* Специфика одежды для новорожденных с низкой массой тела 166

Текстильные машины и агрегаты

- Лушников С.В., Степнов Н.В., Абрамов В.Ф.* Определение основных размеров кулачкового механизма привода батана ткацких станков СТБ 170

Автоматизация технологических процессов

- Александров В.П., Кулагин С.М.* Анализ эффективности косвенной коррекции несимметрии автоколебаний в релейной системе управления уровнем текстильного материала в технологической машине 174

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

- 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 179
- Федосов С.В., Поздеев А.Г., Котлов В.Г., Кузнецова Ю.А.* Струенаправляющие системы из текстильных материалов для защиты нижних бьефов гидроузлов 184
- Федорова Н.В., Федоров С.С.* Управление системой распределения тепловой энергии в производственных зданиях текстильной промышленности 190

<i>Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Кобелева С.А.</i> Экологическая безопасность использования текстильных отходов в промышленности строительных материалов	194
<i>Гриднев С.Ю., Будковой А.Н.</i> Анализ колебаний пролетных строений мостов при переходных режимах движения автоцистерн с эксплуатационным недоливом	198
<i>Колодяжный С.А., Яременко С.А., Колосов А.И., Переславцева И.И.</i> Построение осредненных характеристик свободных турбулентных вентиляционных потоков	207
<i>Шмитько Е.И., Верлина Н.А.</i> Защита монолитных железобетонных конструкций производственных зданий от трещин усадочного характера	213
<i>Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань.</i> Буронабивные фундаменты для строительства торговых центров текстильных предприятий	219

Информационные технологии

<i>Севостьянов П.А., Монахов В.В., Самойлова Т.А., Ордов К.В.</i> Имитационная модель износа и старения одномерного материала в нестационарных условиях внешних воздействий	223
<i>Федорова Н.В., Малахов А.В., Шутин Д.В.</i> Технологические особенности применения автоматизированных робототехнических комплексов для возведения объектов из мелкоштучных материалов	226
<i>Колодяжный С.А., Круглякова В.М.</i> Факторы, влияющие на стоимость предприятий текстильной промышленности в нестабильных экономических условиях – структура и особенности информационного обеспечения	232
<i>Панов М.Я., Мартыненко Г.Н., Уклова В.В., Колосов А.И.</i> Использование системы MATLAB для моделирования процесса управления функционированием систем газоснабжения	239
<i>Гришанова О.А., Божичева Ж.В.</i> Имитационное моделирование эффективности производств легкой промышленности	243

Механика нити и полотен

<i>Демидов А.В., Макаров А.Г., Переборова Н.В., Егорова М.А.</i> Прогнозирование деформационно-релаксационных войств полиамидных тканей, применяемых для изготовления куполов парашютов	250
---	-----

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Зайцева И.А., Иродова М.Р.</i> Оптоволоконная томография как метод количественной оценки параметров микроклимата в рабочих помещениях автономных текстильных производств	259
<i>Огурицов В.А., Алешина А.П., Гриценко М.А., Огурицов А.В.</i> Определение вероятности проникновения частиц мелкодисперсного материала через отверстия ситового тканого полотна при вибросепарации ..	262
<i>Алоян Р.М., Петров Р.В., Одинцов А.С., Петрухин А.Б.</i> Производство и области применения геотекстиля в Ивановской области	265
<i>Игнатъева Т.И., Плеханов А.Ф.</i> Традиции предпринимательства российского провинциального купечества XVIII-XIX вв. на примере династии Посылиных	269
<i>Артамонова Ю.С., Хрусталева Б.Б., Конкин А.Н.</i> Модели производственно-образовательного кластера в строительном комплексе Пензенской области	273
<i>Океанский В.П., Океанская Ж.Л.</i> "Вселенная – это огромная книга..": архаическая символика ткачества и смысл древних ремесел	277
<i>Леденев В.В., Тью Тхи Хоанг Ань, Монастырев П.В.</i> Легкие стальные рамы для возведения выставочных павильонов	280
<i>Енин А.Е., Молодых М.С.</i> Исследование исторической усадьбы в общей системе знаний о жилье ...	285
<i>Кармазин Ю.И., Капустин П.В.</i> Проектный подход к духовным качествам предметной среды	290
<i>Памяти Учителя</i>	295

Статьи по материалам XIX Международного научно-практического форума "SMARTEX-2016"

<i>Морыганов А.П.</i> Инновационная продукция текстильного, медицинского и технического назначения на основе модифицированного короткого льноволокна	297
<i>Сергеев В.Т., Николаев С.Д.</i> Анализ структуры многослойных комбинированных тканей для многофункциональных композитов	302
<i>Жидкова В.В., Дащенко Н.В., Демидов А.В., Киселев А.М.</i> Формирование структурной окраски и комплексная отделка текстильных материалов с применением наноразмерных интерференционных пигментов и гидрофильных наноэмульсий	306

<i>Кильдеева Н.Р., Костина Ю.В., Симаненкова Л.М., Соколов В.В.</i> Влияние растворителя на электроформование волокон из раствора полиэлектролита	313
<i>Алеева С.В., Лепилова О.В., Кокиаров С.А.</i> Технологические подходы к биомодификации структуры льняного волокна для получения сорбционных материалов	319
<i>Киселев А.М., Киселев М.В.</i> Проектирование и прогнозирование физико-механических свойств композиционных материалов на основе 3D-текстильных преформ	325
<i>Трещалин М.Ю., Трещалин Ю.М.</i> Инновационные композиционные материалы на нетканой основе для гражданских секторов экономики России	329
<i>Одинцова О.И., Прохорова А.А., Петрова Л.С., Владимирцева Е.Л.</i> Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств	332
<i>Ольхов А.А., Крутикова А.А., Орлов Н.А., Староверова О.В., Ищенко А.А., Иорданский А.Л.</i> Модифицированные волокна на основе поли-3-гидроксипропиридата, полученные методом электроформования	336
<i>Быркина Т.С., Гафурова Д.Р., Олтаржевская Н.Д., Кричевский Г.Е.</i> Снижение микробной обсемененности композиции на основе альгината натрия	341

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Lukhovskaya O.K., Sharova L.I., Ananyev M.A., Gruzintseva N.A.</i> Conceptual Bases of Development of Textile Clusters in the Conditions of Preservation and Cultural Potential Reproduction Single Industry Regions	5
<i>Bushueva M.A., Masyuk N.N., Bragina Z.V., Petrukhin A.B., Grishanova O.A.</i> Representation of the Business Model of Textile Cluster as an Innovating Network Ecosystem	10
<i>Leonov S.A.</i> Organization of Business-Processes at the Enterprises of Sewing Branch of Light Industry	17
<i>Bakaeva N.V., Shleenko A.V., Volkova S.N., Sivak E.E., Pashkova M.I.</i> Nonlinear Interaction and Their Modeling in Socio-Ecological Systems	24
<i>Matushkina O.E., Vishnyakova O.M., Karpushkina A.V.</i> The Optimization of Delivery Schemes of Light Industry Enterprise on the Basis of Suppliers' Assessment	29
<i>Meshcheryakova O.K., Myshovskaya L.P., Gorbaneva E.P.</i> Features and Prospects of Resource Provisionings by Utilities Manufacturing Enterprises of Branches of Economy of Russia	33
<i>Barkalov S.A., Kurochka P.N., Lukmanova I.G.</i> Construction of Integrated Assessments on the Basis of Logistic Regression	37
<i>Gasilov V.V., Ofin V.P., Provotorov I.A.</i> Risk Management Investment Stage in Projects of Public-Private Partnership	48
<i>Grabovyy P.G., Trukhina N.I., Okolelova E.Yu.</i> Management of the Investment Project of Reproduction of Real Estate Taking into Account Risks	52
<i>Uvarova S.S., Belyaeva S.V., Provotorov I.A., Myshovskaya L.P.</i> Mechanism of System Integration of Institutions Operating Control to Ensure the Effectiveness of Investment Projects	56
<i>Kruglyakova V.M., Treshchevsky Yu.I., Bredikhin V.V.</i> Development of the Textile Industry in the Context of Coordination National, Industry and Regional Strategy	60
<i>Mischenko V.Y., Mescheryakova O.K., Mescheryakova M.A., Barinov V.N.</i> Resource Saving Textile Industry - the Path of Innovative Services Housing and Communal Services	67
<i>Anisimova N.A., Romanova, Shakhova N.V.</i> Indicative Approach for Assessment of Social and Economic Effectiveness of Industry Clusterization in the Region	73
<i>Grabovyy P.G., Okolelova E.Yu., Trukhina N.I.</i> Dynamic Model of Forecasting of Development of the Innovative Project	78

Materials

<i>Besshaposhnikova V.I., Jagrina I.N., Lipatova L.A., Zmeeva E.D.</i> Creation of a Multilayer Electrically Conductive Textile Material	83
<i>Cafonov P.E., Yukhin S.S.</i> The Research of Viscoelastic Properties of Synthetic Fibres Special Purpose in Testing on the Mechanical Stress Relaxation	88
<i>Mamontov S.A., Yartsev V.P., Monastirev P.V.</i> An Artificial and Natural Aging of Wood- Fiber Composite	95
<i>Erofeev A.V., Yartsev V.P., Monastirev P.V.</i> Decorative and Protective Plates for Facade Decoration of Buildings	101
<i>Mamontov A.A., Yartsev V.P.</i> Physical and Technical Bases of Operability of the Extruded Polystyrene "Penoplex"	104

<i>Susoeva I.V., Vakhnina T.N., Titunin A.A.</i> Influence of the Binder on Durability of Composite Slabby Materials from Lignotsellyulozny Waste	109
<i>Selyaev V.P., Danilov A.M., Selyaev P.V., Kiselev N.N., Mashtaev O.G., Kechutkina E.L.</i> Possibility of Cotton Fibers Application for Production of Vacuum Insulating Panels	112
Preliminary Treatment. Raw Materials	
<i>Rosulov R.Kh.</i> Influence of Stiffness Fixation Pegs Cleaner for Raw Cotton on Cleaning Effect	119
Spinning	
<i>Polyakova E.V., Romanov V.E., Lutov V.A., Chelyshev A.M., Krainov E.M.</i> Analysis of the Strain-Stress State of the Tape Wound on a Circular Cylinder under Preservation of Weft and Warp Threads Orthogonality	123
Weaving	
<i>Panin I.N., Nikolaev S.D., Kascheyev O.V., Nikolaeva N.A., Polikarpov A.V.</i> Conditions of Formation of the Winding Package Closed Structure	129
Finishing	
<i>Tsirkina O.G., Odintsova O.I., Rummyantseva V.E.</i> Influence of Thermal Treatment Conditions on the Diffusion Rate of Active Dyes in the Course of Dyeing	134
<i>Mirzakhmedova M.X., Khudayberdieva D.B., Abdurkarimova M.Z., Sadikova G.Q.</i> Influence of Origin of the Active Colorants to the Quality of Finishing and Painting Silken Fabricates in Matching Mode	139
<i>Fedosov S.V., Kotlov V.G., Aloyan R.M., Bochkov M.V., Makarov R.A., Ivanova M.A.</i> Feasibility Study of Application Architectural Engineering for Composite Frame Building in Finishing Production of Textile Enterprises	143
Technology of Non-Wovens	
<i>Volynkin O.N., Vinogradova E.V., Zarubina E.V., Shmelyova T.V., Kolbashov M.A.</i> Processing Line for Development Medical Linen - Confaining Hygroscopic Cotton Wool and the Nonwoven Cloth from Waste Products	147
Knitting	
<i>Chagina L.L., Smirnova N.A.</i> Revisiting the Quality Level Appraisal for the Flax Stockinet Clothes	153
<i>Makhanbetalieva K.T., Onlabekova A.T., Sarzhanova D.T.</i> The Investigation of Physical and Mechanical Properties of Combined Knitwear Weaving	157
Sewing and Design	
<i>Abramov A.V., Rodicheva M.V., Panov O.D.</i> Complex Method of the Research of a Number Heatphysical Properties of Heat-Shielding Clothes Packages	161
<i>Movshovich P.M., Golubchikova A.V., Pavlyuchenko E.V., Lazurenko S.B., Razumeev K.E.</i> Specifics Clothing for Newborns with Low Birth Weight	166
Textile Machines and Aggregates	
<i>Lushnikov S.V., Stepnov N.V., Abramov V.F.</i> Determination of the Main Sizes of the Cam Mechanism of the Drive of the Lathe of the STB Weaving Looms	170
Automation of Technological Processes	
<i>Aleksandrov V.P., Kulagin S.M.</i> The Analysis of Efficiency of Indirect Correction of Asymmetry of Self-Oscillations in the Relay Control System of the Level of Textile Material in the Technological Machine	174

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Petrukhin A.B., Zaitseva I.A., Vinogradova N.V., Ostryakova Yu. E.</i> The Economic Feasibility of Energy Efficient Heating Heat Pump Auxiliary Textile Industries Depending on the Level of Thermodynamic Activity of Freon	179
<i>Fedosov S.V., Pozdeev A.G., Kotlov V.G., Kuznetsov Yu.A.</i> Textile Stream-Directing Systems for Hydrosystem Tailrace Protection	184
<i>Fedorova N.V., Fedorov S.S.</i> Management of Distribution of Thermal Energy of System in Production Buildings of the Textile Industry	190
<i>Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V., Kobeleva S.A.</i> Environmental Safety of the Use of the Textile Wastes in the Constructions Materials Industry	194
<i>Gridnev S.Yu., Budkovoy A.N.</i> The Analysis of Fluctuations of Flying Structures of Bridges at the Transitional Modes of the Movement of Tanker Trucks with the Operational Incomplete Filling	198
<i>Kolodiazhny S.A., Jaremenko S.A., Kolosov A.I., Pereslavytseva I.I.</i> Creation of Average Characteristics of Free Turbulent Ventilating Streams	207
<i>Shmitko E.I., Verlina N.A.</i> Protection of Monolithic Reinforced Concrete Structures of Industrial Buildings from Cracks Shrinkage Character	213
<i>Ledenev V.V., Chu Thi Hoang Anh.</i> Pile Foundations for the Construction of Textile Enterprise Shopping Centers	219

Information Technologies

<i>Sevostyanov P.A., Monakhov V.V., Samoylova T.A., Ordov K.V.</i> Simulation Model of Wear and Aging the Single-Dimensional Material in Unsteady Conditions of External Influences	223
<i>Fedorova N.V., Malakhov A.V., Shutin D.V.</i> The Technological Features of Application of the Automated Robotic Systems for Constructing Buildings from Small Sized Materials	226
<i>Kolodyagny S.A., Kruglyakova V.M.</i> Factors, Influencing for Valuation of the Textile Business in Unstable Economic Conditions – Structure and Information Support	232
<i>Panov M.Ya., Martynenko G.N., Ukhlova V.V., Kolosov A.I.</i> Use of the MATLAB System for Modelling the Process of Management of Functioning the Systems of Gas Supply	239
<i>Grishanova O.A., Bozhicheva Zh.V.</i> Simulation Modelling of Light Industry Enterprises	243

Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Demidov A.V., Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A.</i> Forecasting of Deformation-Relaxation Properties of Polyamide Fabric Used to Make the Canopy	250
---	-----

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Zaitseva I.A., Irodova M.R.</i> Fiber Optic Tomography as a Method for Quantitative Estimation of Parameters of Microclimate in the Working Premises of the Autonomous Textile Industries	259
<i>Ogurtzov V.A., Aleshina A.P., Gritzenko M.A., Ogurtzov A.V.</i> Determination of Probability of Fine-Particle Materials Penetration through Openings of Cloth Sieve During Vibratory Separation	262
<i>Aloyan R.M., Petrov R.V., Odintsov A.S., Petrukhin A.B.</i> Manufacturing and Application of Geotextiles in the Ivanovo Region	265
<i>Ignatieva T.I., Plekhanov A.F.</i> Traditions of Russian Provincial Enterprise Merchant Class in XVIII-XIX Centures on the Example of Posylin Dynasty	269
<i>Artamonova I.S., Khrustalev B.B., Konkin A.N.</i> Model of Production and Educational Clusters in the Construction Industry in Penza Region	273
<i>Oceanskiy V.P., Oceanskaya Zh.L.</i> "Thew Universe – A Huge Book...": Archaic Symbolism of Weaving and the Meaning of Ancient Crafts	277
<i>Ledenev V.V., Chu Thi Hoang Anh, Monastirev P.V.</i> Steel Frame for the Construction of Exhibition Pavilions	280
<i>Enin A.E., Molodykh M.S.</i> A Study of Historical Homesteads in the Common System of Knowledge on Housing	285
<i>Karmazin Yu.I., Kapustin P.V.</i> Project Approach to the Spiritual Qualities of the Subject Environment	290
To the Memory of the Teacher	295

**Articles on Materials of XIX International
Scientific-Practical Forum "Smartex 2016"**

<i>Moryganov A.P.</i> Innovative Products for Textile, Medical and Technical Purposes on the Basis of Modified Short Flax Fiber	297
<i>Sergeev V.T., Nikolaev S.D.</i> Analysis of the Structure of Multi-Layer Bonded Fabrics for Multifunctional Composites	302
<i>Zhidkova V.V., Daschenko N.V., Demidov A.V., Kiselev A.M.</i> Formation of Structural Paint and Complex Textile Finishing Materials Using Nanosized Interference Pigments and Hydrophilic Nanoemulsion	306
<i>Kildeeva N.R., Kostina Yu.V., Simanenкова L.M., Sokolov V.V.</i> Influence of Solvent on the Electrospinning of Fibers from Solution of Polyelectrolyte	313
<i>Aleeva S.V., Lepilova O.V., Koksharov S.A.</i> Technological Ways to Biomodification of Flax Fiber Structure for Obtaining Sorption Materials	319
<i>Kiselev A.M., Kiselev M.V.</i> Design and Prediction Physical and Mechanical Properties of Composite Materials Based 3D-Textile Preforms	325
<i>Treschalin M.Yu., Treschalin Yu.M.</i> Innovative Composite Material on a Nonwoven Basis for Civil Sectors of the Russian Economy	329
<i>Odintsova O.I., Prokhorova A.A., Petrova L.S., Vladimirtseva E.L.</i> Use of the Method of Microemulsion Capsulation for Giving to Textile Materials Acaricide Properties	332
<i>Olkhov A.A., Krutikova A.A., Orlov N.A., Staroverova O.V., Ischenko A.A., Iordanski A.L.</i> Modificid Fibres Based on Poly-3-Hydroxybutyrate Obtained by Electrospinning	336
<i>Byrkina T.S., Gafurova D.R., Oltarzhevskaya N.D., Krichevski G.E.</i> Bactetial (Microbial) Content Reduction in the Alginate Based Composition	341