

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 (361)  
2016**

*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 Международные 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.т.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.т.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.), 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@ivgpu.com](mailto:ttp@ivgpu.com)  
<http://ttp.ivgpu.com>*

---

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 02.02.2016.  
Подписано в печать 26.02.2016. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 25,13;  
Усл. кр.-отт. 25,62. Заказ 615.

Тираж 400 экз.

---

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

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"  
153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, оф. 307  
Тел. (4932) 30-42-91, 30-43-07  
E-mail: [pressto@mail.ru](mailto: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 (361)  
2016**

*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.en.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.), 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](mailto:ttp@ivgpu.com)  
<http://ttp.ivgpu.com>*

---

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 02.02.2016.  
Signed for printing on 26.02.2016. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 25.13 conventional sheets.  
25.62 conventional. Order 615.

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](mailto:ttp@ivgpu.com)

Publishing-printing complex "PresSto"

153025, Ivanovo, Dzerdzinskogo, 39, of. 307

Tel. (4932) 30-42-91, 30-43-07

E-mail: [pressto@mail.ru](mailto:pressto@mail.ru)



УДК 330.322.214:004.9

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ РИСКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ  
ПО РАЗВИТИЮ ТЕХНОПАРКА ИВАНОВСКОГО РЕГИОНА**

**RISK ASSESSMENT OF INVESTMENT PROJECTS  
ON DEVELOPMENT OF THE TECHNOPARK IN IVANOVNO REGION**

*Р.М. АЛОЯН, П.Б. ТАТИЕВСКИЙ, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, И.А. ЗАЙЦЕВА*  
*R.M. ALOYAN, P.B. TATIYEVSKY, V. N. FEDOSEEV, I.A. ZAYTSEVA*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: 4932421318@mail.ru

*В статье рассматриваются перспективы использования возобновляемых источников энергии, связанные с их экологической чистотой, низкой стоимостью эксплуатации и грядущим топливным дефицитом в традиционной энергетике.*

*The article discusses the perspectives of using renewable energy sources related to their environmental cleanliness, low cost of operation and future fuel shortages in traditional power generation.*

**Ключевые слова:** эффективность, инвестиционный проект, конъюнктура рынка, степень риска.

**Keywords:** the efficiency of the investment project, market conditions, risk assessment.

Расчет технико-экономической эффективности от использования инвестиционных проектов развития технопарка текстильно-промышленного кластера региона основывается с учетом экспертных оценок на основе определения годового экономического эффекта от анализа состояния технологического процесса с точки зрения качества изготовления продукции, выявления брака и определения причин, вызывающих брак.

В то же время расчет ожидаемого экономического эффекта предполагает прогнозирование доходности проекта или уменьшение риска при организации данного проекта. Поэтому оценка риска проекта для инвестора является одной из главных задач [1], [2].

В качестве примера рассмотрим расчет эффективности трех инвестиционных проектов и определим, какой из них требуется принять к реализации. Для этого следует

сформировать денежные потоки (единовременных и текущих расходов, денежных поступлений).

Примем продолжительность расчетного периода – 6 шагов; норма дисконта, установленная инвестором  $E_{инв}$  (должна учитывать размер ставки рефинансирования ЦБ РФ (на 01.02.2013 – 8,25%), уровень инфляции (на 01.02.2012 – 8...10%) и ряд других рисков факторов), равна 0,25 (25%); норма дисконта, используемая при

расчете  $E$ , представлена в табл. 1 (варианты значений норм дисконта).

Таблица 1

Варианты	Значение $E$ , %
Высокое	20
Среднее	15
Низкое	10

Распределение денежных потоков (усл. ед.) по шагам расчетного периода представлено в табл. 2.

Таблица 2

Год	I проект		II проект		III проект	
	чистые доходы	капитальные вложения	чистые доходы	капитальные вложения	чистые доходы	капитальные вложения
1	-	10	-	15	10	5
2	-	5	10	-	10	5
3	10	-	10	-	8	5
4	10	-	8	-	6	-
5	8	-	6	-	-	-
6	6	-	-	-	-	-
Итого	34	15	34	15	34	15

Для определения показателей эффективности построим таблицу денежных по-

токов для каждого инвестиционного проекта развития технопарка региона (табл. 3).

Таблица 3

Наименование показателя	Расчетный период					
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год
I проект						
Чистый доход	-	-	10	10	8	6
Капитальные вложения	10	5	-	-	-	-
Сальдо денежного потока	-10	-5	10	10	8	6
Сальдо денежного потока с учетом дисконтирования	-10	-4,17	6,94	5,78	3,86	2,41
II проект						
Чистый доход	-	10	10	8	6	-
Капитальные вложения	15	-	-	-	-	-
Сальдо денежного потока	-15	10	10	8	6	-
Сальдо денежного потока с учетом дисконтирования	-15	8,33	6,94	4,63	2,89	-
III проект						
Чистый доход	10	10	8	6	-	-
Капитальные вложения	5	5	5	-	-	-
Сальдо денежного потока	5	5	3	6	-	-
Сальдо денежного потока с учетом дисконтирования	5	4,17	2,08	3,47	-	-

Рассчитаем показатели оценки эффективности по первому инвестиционному проекту.

$$\text{ЧДД}_1 = \frac{-10}{(1+0,2)^0} + \frac{-5}{(1+0,2)^1} + \frac{10}{(1+0,2)^2} + \frac{10}{(1+0,2)^3} + \frac{8}{(1+0,2)^4} + \frac{6}{(1+0,2)^5} = 4,83 \text{ усл.ед.}$$

$\text{ЧДД}_1 > 0$ , следовательно, данный инвестиционный проект эффективен для инвестора.

$$\text{ИД}_1 = \frac{\frac{10}{(1+0,2)^2} + \frac{10}{(1+0,2)^3} + \frac{8}{(1+0,2)^4} + \frac{6}{(1+0,2)^5}}{\frac{10}{(1+0,2)^0} + \frac{5}{(1+0,2)^1}} = 1,34.$$

$\text{ИД}_1 > 1$ , следовательно, инвестиции в данный инвестиционный проект эффективны.

$$\text{ДПФ}_1 = -10 - 4,17 = -14,17 \text{ усл.ед.}$$

4. Определяем внутреннюю норму до-

1. Определяем чистый дисконтированный доход:

2. Определяем индекс доходности дисконтированных затрат:

3. Определяем потребность в дополнительном финансировании:

ходности ( $E_B$ ):

$$\frac{-10}{(1+E_B)^0} + \frac{-5}{(1+E_B)^1} + \frac{10}{(1+E_B)^2} + \frac{10}{(1+E_B)^3} + \frac{8}{(1+E_B)^4} + \frac{6}{(1+E_B)^5} = 0.$$

Решаем уравнение методом подбора, результаты представлены в табл. 4 (чистый

дисконтированный доход при различных значениях внутренней нормы доходности).

Т а б л и ц а 4

$E_{\text{внд}}$	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	более 1
$\text{ЧДД}_1$	10,42	7,35	4,83	2,76	1,04	-0,41	-1,64	-	-
$\text{ЧДД}_2$	12,46	-	7,80	-	4,35	-	1,72	-0,33	-
$\text{ЧДД}_3$	16,53	15,56	14,72	13,99	-	12,79	-	-	9,05

Строим график  $\text{ЧДД}=f(E_B)$  (рис. 1). При

$\text{ЧДД}=0$  определяем  $E_B=0,335$ . Проверяем:

$$\frac{-10}{(1+0,335)^0} + \frac{-5}{(1+0,335)^1} + \frac{10}{(1+0,335)^2} + \frac{10}{(1+0,335)^3} + \frac{8}{(1+0,335)^4} + \frac{6}{(1+0,335)^5} = 0.$$

Решение верно, так как  $0,004 \approx 0$ .  $E_B > E_{\text{инв}}$  ( $0,335 > 0,25$ ), следовательно, I проект эффективен.

Дисконтированный интегральный эффект, равный капитальным вложениям, достигается в конце 5-го шага жизненного цикла объекта:

5. Определяем срок окупаемости ( $T_1$ ).

Дисконтированные капитальные вложения по этому проекту составляют 14,17 усл.ед.

$$T_1 = 6,94 + 5,79 + 3,86 = 16,59.$$

Следовательно, срок окупаемости равен 3 шагам с начала реализации проекта и 5 шагам с начала функционирования объекта инвестиций.

Аналогичные расчеты проводим по II и III проектам. Результаты расчетов показателей оценки эффективности по трем инвестиционным проектам представлены в сводной табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Показатели	I проект	II проект	III проект
ЧДД, усл.ед	4,83/7,35/10,42	7,80/9,95/12,46	14,72/15,56/16,53
ИД	1,34/1,51/1,72	1,52/1,66/1,66	1,5/1,65/1,82
ДПФ, усл.ед	14,17/14,35/14,55	15/15/15	0/0/0
ВНД	0,335	0,48	более 2
T, шаг	3	2	1

Примечание. Через дробь представлены значения в зависимости от варианта ставки дисконтирования, начиная с 20%.

Наиболее эффективным из трех предлагаемых к реализации инвестиционных

проектов по всем рассматриваемым показателям является третий проект.

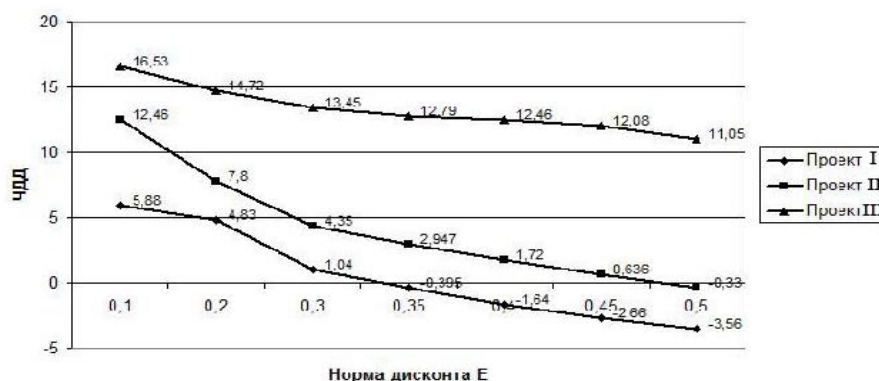


Рис. 1

На рис.1 представлена зависимость чистого дисконтированного дохода от нормы дисконта, где наглядно можно видеть снижение дохода в результате роста ставки дисконтирования.

Для оценки степени риска по каждому из трех проектов воспользуемся данными чистого дисконтирования дохода (ЧДД) и вероятности (P), приведенными в табл. 6 (параметры инвестиционных проектов).

Т а б л и ц а 6

Возможное значение конъюнктуры инвестиционного рынка	I проект		II проект		III проект	
	ЧДД (x <sub>i</sub> )	P(p <sub>i</sub> )	ЧДД (x <sub>i</sub> )	P(p <sub>i</sub> )	ЧДД (x <sub>i</sub> )	P(p <sub>i</sub> )
Высокое	10,42	0,25	12,46	0,2	16,53	0,2
Среднее	7,35	0,5	9,95	0,6	15,56	0,7
Низкое	4,83	0,25	7,8	0,2	14,72	0,1

Для каждого из проектов необходимо найти ожидаемые доходы ( $\bar{X}$ ) по средней арифметической взвешенной с учетом за-

данной вероятности и средние квадратичные отклонения ( $\bar{S}_i$ ) по формулам:

$$\bar{X}_i = \sum_{i=1}^n x_i p_i, \quad \bar{S}_i = \sqrt{\sum (x_i - \bar{x}_i)^2},$$

$$\bar{X}_1 = 10,42 \cdot 0,25 + 7,35 \cdot 0,5 + 4,83 \cdot 0,25 = 7,488,$$

$$\bar{X}_{II} = 12,46 \cdot 0,2 + 9,95 \cdot 0,6 + 7,8 \cdot 0,2 = 10,022,$$

$$\bar{X}_{III} = 16,53 \cdot 0,2 + 15,56 \cdot 0,7 + 14,72 \cdot 0,1 = 15,67,$$

$$\bar{S}_I = \sqrt{(10,42 - 7,488)^2 \cdot 0,25 + (7,35 - 7,488)^2 \cdot 0,5 + (4,83 - 7,488)^2 \cdot 0,25} = 3,923,$$

$$\bar{S}_{II} = \sqrt{(12,46 - 10,022)^2 \cdot 0,2 + (9,95 - 10,022)^2 \cdot 0,6 + (7,8 - 10,022)^2 \cdot 0,2} = 2,179,$$

$$\bar{S}_{III} = \sqrt{(16,53 - 15,67)^2 \cdot 0,2 + (15,56 - 15,67)^2 \cdot 0,7 + (14,72 - 15,67)^2 \cdot 0,1} = 0,246.$$

Т а б л и ц а 7

Вариант	Средний ожидаемый доход	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации
Проект I	7,488	3,923	0,52
Проект II	10,022	2,179	0,22
Проект III	15,670	0,246	0,02

В табл. 7 представлены результаты расчетов оценки степени риска проектов.

Из сравнения параметров проектов I и II следует, что средний ожидаемый доход по второму проекту выше. Но более рискованным является проект I, так как среднее квадратичное отклонение у него больше. Проекты II и III имеют достаточно высокие значения среднего ожидаемого дохода, однако сравнивать их следует по коэффициенту вариации (чем больше значение коэффициента вариации, тем относительно большой разброс и меньшая выравненность исследуемых значений, если коэффициент вариации меньше 10%, то изменчивость вариационного ряда принято считать незначительной, от 10 до 20% – относится к средней, больше 20% и меньше 33% – к значительной, и если коэффициент вариации превышает 33%, то это говорит о неоднородности информации и необходимости исключения самых больших и самых маленьких значений).

Следовательно, проект III является более надежным, так как значение коэффициента вариации у него почти равно нулю, что свидетельствует о безрискованности данного проекта при максимальном уровне его доходности.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате проведенных расчетов показаны возможности применения инструментов инвестиционного анализа и методов математической статисти-

стики для определения степени риска инвестиционных проектов развития технопарка текстильно-промышленного кластера Ивановского региона. Расчет ожидаемого экономического эффекта можно представить не только традиционными показателями инвестиционного анализа, такими как внутренняя норма доходности, но и показателями математической статистики, в частности, случайными величинами, имеющими вероятностный характер, что позволяет прогнозировать доходность проекта или минимизировать степень риска при организации данного проекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Татиевский П.Б., Федосеев В.Н. Элементы математической статистики и инвестиционные проекты в строительной индустрии. – Иваново: ОАО "Научная мысль", 2012.
2. Татиевский П.Б., Федосеев В.Н., Иродова М.Р. STATISTICA. – 3-е изд., перераб. – Иваново: ОАО "Издательство "Иваново", 2013.

## REFERENCES

1. Alojjan R.M., Tatievskij P.B., Fedoseev V.N. Jelementy matematicheskoj statistiki i investicionnye proekty v stroitel'noj industrii. – Ivanovo: ОАО "Nauchnaja mysl", 2012.
2. Tatievskij P.B., Fedoseev V.N., Irodova M.R. STATISTICA. – 3-e izd., pererab. – Ivanovo: ОАО "Izdatel'stvo "Ivanovo", 2013.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 02.02.15.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГЕОТЕКСТИЛЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### COMPARATIVE ANALYSIS OF RESOURCE AND ENERGY SAVING CHARACTERISTICS OF THE USE OF GEOTEXTILES IN THE CONSTRUCTION

*Р.М. АЛОЯН, А.Б. ПЕТРУХИН, Л.А. ОПАРИНА*  
*R.M. ALOYAN, A.B. PETRUKHIN, L.A. OPARINA*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: l.a.oparina@gmail.com

*В статье представлены результаты оценки технической возможности и экономической целесообразности использования геотекстиля при устройстве фундаментов зданий и сооружений. Предложены показатели и единицы измерения ресурсо- и энергосберегающих характеристик синтетических геоматериалов. Сформулированы преимущества применения геоматериалов в конструкциях фундаментов, возводимых на слабых, водонасыщенных грунтах.*

*The article presents the results of the evaluation of technical possibilities and economic feasibility of using geotextiles when constructing foundations of buildings and structures. Are suggested indicators and units of resource and energy-saving characteristics of synthetic geomaterials. Advantages of the use of geomaterials in foundation design, constructed on weak, water-saturated soils are formulated.*

**Ключевые слова:** геотекстиль, ресурсосбережение, энергосбережение, технологии, фундаменты, строительство, стоимость, трудоемкость, материалоемкость, энергоёмкость.

**Keywords:** geotextile, resource conservation, energy efficiency, technology, foundations, construction, cost, complexity, intensity, energy intensity.

Одним из эффективных направлений решения задачи применения ресурсо- и энергосберегающих технологий в строительстве является производство и применение новых материалов, конструкций и технологий, ярким примером которых являются синтетические геоматериалы [1...9]. В строительной практике широко применяются именно геосинтетические полимерные материалы, изготовленные из синтетических или натуральных полимеров в виде плоских форм, лент или трехмерных структур. Тканое геополотно используется в качестве армирующей, разделительной и водоотводящей прослойки в дорожном

строительстве, строительстве продуктопроводов, а также при возведении грунтовых сооружений во всех видах строительства [7]. Геосинтетические материалы обладают рядом энерго- и ресурсосберегающих характеристик, которые авторы считают целесообразным представить в виде матрицы (табл. 1).

Наиболее объективным критерием технической эффективности тех или иных решений при проведении работ по строительству и ремонту, не зависящим от колебаний ценовых показателей, является анализ энергозатрат, необходимых для реализации принятых вариантов строительства или ремонта. Такой анализ

позволяет оценить фактически необходимый объем энергозатрат на реализацию проекта, выраженный в сумме

киловатт-часов или тоннах условного топлива.

Т а б л и ц а 1

Характеристики	Ресурсосберегающие	Энергосберегающие
Конструктивный состав	Малоотходные технологии производства геосинтетических материалов	Экономия арматуры – одного из энергоемких составляющих железобетона
Материальный состав	Экономия материальных ресурсов при замене части материалов геосинтетикой	Энергоемкость производства геосинтетики меньше энергоемкости производства железобетона
Технология монтажа	Сокращенные сроки монтажа, ресурсосберегающие технологии – минимизация трудовых и финансовых ресурсов	Экономия энергоресурсов на работу строительных машин при строительномонтажных работах

Оценка затрат энергоносителей (топлива, электроэнергии) на реализацию выбранного технического решения дает объективную характеристику технической эффективности рассматриваемого варианта строительства или ремонта [8]. В целом оценку эффективности применения геосинтетики в строительстве можно определить при помощи показателей ресурсосбережения. Оценка составлена авторами на основе ГОСТ Р 52107–2003 "Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей", дополнена показателями энергосбережения (в т.у.т.). По мнению авторов, для объективной оценки других ресурсосберегающих характеристик целесообразно применять также натуральные, трудовые и стоимостные показатели (рис. 1 – показатели и единицы измерения ресурсо- и энергосбережения в строительстве).

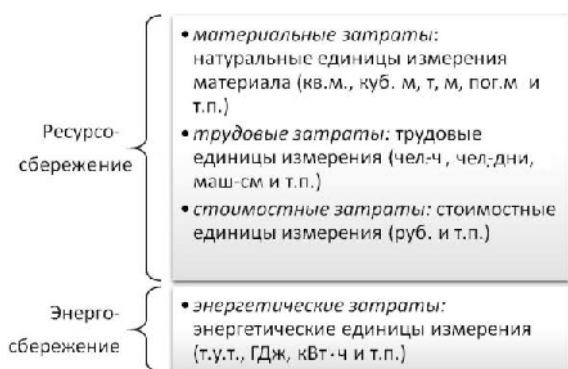


Рис. 1

С целью выявления ресурсо- и энергосберегающих характеристик синтетических геоматериалов в строительстве авто-

рами был проведен сравнительный анализ на примере расчета конструкций сборного железобетонного фундамента с применением геотекстиля (1-й вариант), свайного фундамента без геосинтетики (2-й вариант), монолитного фундамента с железобетонной подушкой (3-й вариант) для 5-этажного жилого здания, на слабых водонасыщенных грунтах. К слабым водонасыщенным грунтам относят насыщенные водой сильносжимаемые грунты, которые при обычных скоростях приложения нагрузок на основание теряют свою прочность, вследствие чего уменьшается их сопротивление сдвигу и возрастает сжимаемость. Слабый глинистый грунт – это дисперсная структурированная система с коагуляционным типом структурных связей, способная при их нарушении переходить из твердообразного состояния в жидкообразное.

Данный выбор конструкции фундамента основан на том, что при разработке проекта здания, строительство которого предполагается на слабых грунтах, необходимо устройство свайных фундаментов, либо монолитной железобетонной подушки. Недостатком монолитного фундамента является трудоемкость его создания и большие затраты материала. Кроме того, закладывая такой фундамент, следует уделять большое внимание оценке уровня грунтовых вод, учитывать состав почвы и ее склонность к сезонному вспучиванию. В условиях современного строительства большинство жилых и общественных зданий возводят на свайных фундаментах.

Это объясняется повышенной несущей способностью свайных фундаментов (особенно на слабых грунтах) по сравнению с монолитными фундаментами, возводимыми в открытых котлованах, а также сравнительно меньшей трудоемкостью земляных работ.

Расчеты проектировщиков показали, что в данном случае возможен вариант применения геосинтетического полотна, выполняющего армирующую, дренирующую, фильтрующую и укрепляющую функции, с устройством железобетонного сборного фундамента. Используя сборный фундамент, можно сократить время монтажа основания. Такая конструкция из фундаментных блоков обладает всеми преимуществами монолитных сооружений, но возводится гораздо быстрее. После закладки сборного основания можно сразу проводить дальнейшие работы по строительству здания, не дожидаясь затвердения бетона.

В данном случае грунты под строительной площадкой суглинистые, соответственно для защиты сборного железобетонного фундамента целесообразно использовать геотекстиль. Заранее спроектированная дренажная система с геотекстилем даст возможность предотвратить затопление фундамента. Геотекстиль дренажный, в свою очередь, играет роль фильтра и защищает всю дренажную систему от заиливания. Это существенно продлевает срок службы дренажной системы в целом. Также геотекстиль под фундамент служит для увеличения несущей способности основания. Использование геоткани позволяет решить проблему слабых грунтов и армировать основание. Укладка прослойки из данного материала равносильна устройству эффективного разделительного, дренажного, укрепляющего и фильтрующего слоев, нейтрализующих пагубные воздействия на фундамент в процессе его эксплуатации.

Для определения расходов на материалы и фундаментные работы авторами были составлены ведомости объемов работ и сметы, в которых последовательно указа-

ны все виды работ, необходимые объемы материалов, используемые механизмы и приспособления с их стоимостью. При разработке организационно-технических решений по устройству указанных вариантов фундамента, определении номенклатуры работ и их объемов, затрат машинного времени и трудоемкости были использованы следующие нормативно-технические документы:

- ТТК № 42–2009. Типовая технологическая карта на устройство сборных ленточных фундаментов;
- СНиП 2.02.03–85. Свайные фундаменты;
- ТТК-100029434.119–2010. Типовая технологическая карта на устройство монолитных железобетонных фундаментов в опалубке импортного производства.

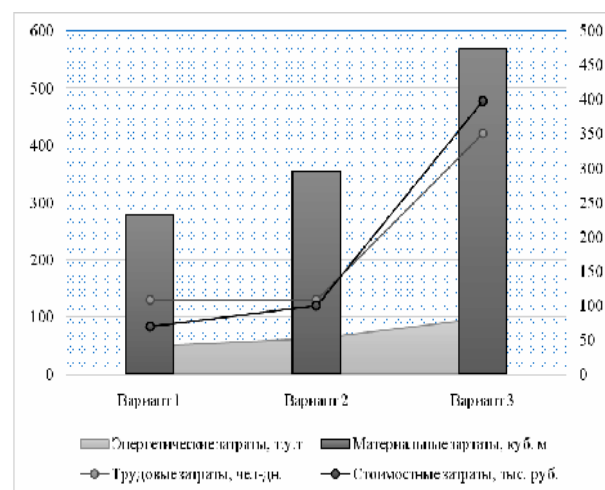


Рис. 2

Результаты проведенного сравнительного анализа ресурсо- и энергосберегающих характеристик сравниваемых вариантов устройства фундамента представлены на рис. 2. Видно, что самым ресурсо- и энергосберегающим из трех вариантов является сборный железобетонный фундамент с применением геотекстиля. Применение тканого геотекстиля дает экономию материальных ресурсов (240,67 куб. м), трудовых ресурсов (290,92 чел.-ч), финансовых ресурсов (395,26 тыс. руб.), энергетических ресурсов (49,09 т.у.т.). Также применение геотекстиля в конструкции песчаной подушки предотвращает вымы-



вание грунта подушки, увеличивает срок службы фундамента. Необходимость транспортных работ снижается также на 70...85%, а вероятность просадки здания во время эксплуатации снижается вдвое. Такая экономия позволяет снизить стоимость здания в целом.

Таким образом, выполнив сравнительный расчет работ по устройству сборного железобетонного фундамента с применением геотекстиля, свайного фундамента без геосинтетики и монолитного фундамента с железобетонной подушкой видно, что наиболее дорогостоящим, трудозатратным, материалозатратным и энергозатратным является монолитный фундамент. В сравнении с монолитным сборный железобетонный и свайный фундаменты являются более экономичными по стоимости за счет снижения расхода бетона, объема земляных работ, трудоемкости работ и затрат на эксплуатацию машин и оборудования. Самым ресурсо- и энергосберегающим является сборный железобетонный фундамент с применением геотекстиля. Применение тканого геотекстиля дает экономию материальных ресурсов, энергетических ресурсов, а также повышает инновационность организационно-технологических решений. Кроме того, применение геотекстиля в конструкции песчаной подушки предотвращает вымывание грунта подушки, увеличивает срок службы фундамента. Таким образом, сравнительный анализ позволяет сделать вывод о том, что геотекстиль обладает рядом ресурсо- и энергосберегающих характеристик и его применение в современном строительстве является все более актуальным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буравчук Н.И. Ресурсосбережение в технологии строительных материалов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2009.
2. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Функциональное моделирование как организационный инструмент проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий// Жилищное строительство. – 2012, №2. С.2...5.

3. Самарин О.Д. Энергетический баланс зданий и возможности энергосбережения // Новости теплоснабжения. – 2005, № 12 (64). С. 46...48.
4. Наназашвили И.Х., Наназашвили В.И. Ресурсосбережение в строительстве. – М., Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2012.
5. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Формирование интегрального показателя энергетической эффективности зданий // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – 2011, №03(09). С. 92...95.
6. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Интегральный показатель энергоэффективности как основа организационного механизма строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий// Жилищное строительство. – 2012, № 3. С. 46...48.
7. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Классификация синтетических геоматериалов и их применение в современном строительстве// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 1.
8. Руденский А.В. Ресурсосбережение в строительстве на примере дорожной отрасли // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2011, №7. С. 4...8.
9. Петрухин А.Б., Матрохин А.Ю., Карева Т.Ю., Гусев Б.Н. Стратегия научно-методического и технического обеспечения выпуска тканей и изделий из натуральных и синтетических волокон// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 6. С. 30...35.

#### REFERENCES

1. Buravchuk N.I. Resursosberezhenie v tehnologii stroitel'nyh materialov. – Rostov n/D: Izd-vo JuFU, 2009.
2. Petruhin A.B., Alojan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Funkcional'noe modelirovanie kak organizacionnyj instrument proektirovanija, stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnyh zdaniij// Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, №2. S.2...5.
3. Samarin O.D. Jenergeticheskij balans zdaniij i vozmozhnosti jenergosberezhennija // Novosti teplosnabzhenija. – 2005, № 12 (64). S. 46...48.
4. Nanazashvili I.H., Nanazashvili V.I. Resursosberezhenie v stroitel'stve. – M., Izd-vo Associacii stroitel'nyh vuzov, 2012.
5. Petruhin A.B., Oparina L.A. Formirovanie integral'nogo pokazatelja jenergeticheskij jeffektivnosti zdaniij // Izv. vuzov. Jekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom. – 2011, №03(09). S. 92...95.
6. Petruhin A.B., Alojan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Integral'nyj pokazatel' jenergojeffektivnosti kak osnova organizacionnogo mehanizma stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnyh zdaniij// Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 3. S. 46...48.
7. Petruhin A.B., Oparina L.A. Klassifikacija sinteticheskijh geomaterialov i ih primenenie v sovremennom stroitel'stve// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 1.

8. Rudenskij A.V. Resursosberezhenie v stroitel'stve na primere dorozhnoj otrasli // MIR (Modernizacija. Innovacii. Razvitie). – 2011, №7. S. 4...8.

9. Petruhin A.B., Matrohin A.Ju., Kareva T.Ju., Gusev B.N. Strategija nauchno-metodicheskogo i tehničkog obespečenija vypuska tkanej i izdelij iz natural'nyh i sinteticheskikh volokon// Izv. vuzov.

Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 6. S. 30...35.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 03.12.14.

УДК 338.124.4

## МЕТОДОЛОГИЯ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ХБК "СИТЦЫ"

## METHODOLOGY AND EVALUATION OF THE ECONOMIC SUSTAINABILITY OF THE ENTERPRISE KBC "CHINTZ"

*И.Г. КУКУКИНА, С.В. КЛИМОВА*  
*I.G. KUKUKINA, S.V. KLIMOVA*

(Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова  
(Ивановский филиал))  
(Russian University of Economics G.V. Plekhanov  
(Ivanovo branch))

E-mail: klimova\_snezhana@mail.ru

*В статье предлагается оригинальный подход к методам оценки экономической устойчивости предприятия на основе мультипликации системы показателей предпринимательского риска и матрицы операционных стратегий в целях выявления экономического состояния предприятия и перспективы его развития.*

*The article a novel approach to the methods of evaluating the economic sustainability of the enterprise based animation system of indicators of business risk and operating strategies of the matrix in order to identify the economic condition of the company and its development prospects.*

**Ключевые слова:** экономическая устойчивость, предпринимательский риск, непроизводительные затраты, текстильная промышленность, спред.

**Keywords:** economic stability, business risk, overhead, the textile industry, the spread.

Экономическая деятельность любого предприятия в условиях нестабильной рыночной экономики и проявляющегося следом кризиса предполагает адекватное реагирование на изменяющиеся внешние и внутренние факторы [5]. В данной статье предлагаются методы оценки экономиче-

ской устойчивости, основанные на комплексном подходе к операционной деятельности предприятия с использованием методов маржинального и стоимостного анализа.

Под экономической устойчивостью, рассматриваемой с позиции жизнедеятель-

ности предприятия в долгосрочной перспективе, нами понимается способность сохранения конкурентных преимуществ на основе предупреждения и/или устранения факторов экономической несостоятельности за счет снижения ресурсоемкости бизнеса и повышения корпоративной ответственности собственников и менеджеров предприятия.

Концепция экономической устойчивости, предложенная авторами, предполагает, что методы маржинального и стоимостного анализа дают оценку экономической устойчивости предприятия с помощью традиционных и оригинальных показателей силы операционного рычага, маржинальной безопасности, эффекта операционного рычага и ковариации.

1. Маржинальный метод. Традиционный анализ определения силы операционного рычага учитывает влияние доли переменных и постоянных затрат на экономический результат, отражая таким образом процент изменения прибыли от продаж за счет изменения одного процента выручки. Сила воздействия операционного рычага (COP) в классике CVP-анализа показывает степень предпринимательского риска, то есть риска, связанного с возможной потерей прибыли и появления убытков по причине снижения рыночного спроса и/или опережающего против выручки ро-

ста затрат. Оценка меры влияния предпринимательского риска на экономическую устойчивость предприятия дается через коэффициент ковариации. Последний представляет собой математическое ожидание исследуемых показателей с вероятностью 1.

$$\text{cov}(Y, X) = MXY - MX - MY. \quad (1)$$

2. Метод EBITDA. Эффективным методом определения зависимости показателей финансово-хозяйственной деятельности от издержек, объемов производства или сбыта служит операционный анализ, который носит название "Издержки – Объем – Прибыль" ("Costs – Volume – Profit" – CVP). Его составляющими являются сила операционного рычага, маржинальная безопасность. Сила операционного рычага рассчитывается в целях оценки влияния объемов продаж на выручку.

3. Метод Спреда. Для полноты картины экономической устойчивости необходимо учитывать динамику устойчивого развития в условиях инвестиционной активности. Так как показатель Спреда характеризует эффективность использования инвестиционного капитала, то его можно сравнить с показателем маржинальной безопасности. Формулы расчета сведены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Показатель	Маржинальный метод на основе CVP-анализа	Метод на основе EBITDA *	Метод на основе СПРЕДа (S)
Сила операционного рычага (COP)	$COP_{CVP} = \frac{МП}{П_{пр}}$	$COP_{EBITDA} = \frac{МП}{EBITDA}$	–
Маржинальная безопасность (МБ)	$МБ = \frac{1}{COP_{CVP}}$	$МБ = \frac{1}{COP_{EBITDA}}$	$S = (ROS * TE / НП / ЧП) / ((1 + ДО / СК) - WACC)$
Эффект операционного рычага (ЭОР)	$ЭОР_{МП}^* = \frac{ВП}{МП}$	$ЭОР_{EBITDA} = \frac{EBITDA}{ЧП + А}$	$ЭОР_{СПРЕД}^* = \frac{S}{ROE}$

П р и м е ч а н и е. \* Дополнено авторами. Здесь  $COP_{CVP}$  – сила операционного рычага, д.е.; МП – маржинальная прибыль, тыс. руб.;  $П_{пр}$  – прибыль от продаж, тыс. руб.; МБ – маржинальная безопасность, д.е.;  $ЭОР_{МП}$  – эффект операционного рычага по маржинальной прибыли, д.е.; ВП – валовая прибыль, тыс. руб.;  $COP_{EBITDA}$  – сила операционного рычага по показателю EBITDA, д.е.; EBITDA – прибыль до уплаты процентов, налога и амортизации, тыс. руб.; ЧП – чистая прибыль, тыс. руб., %; А – амортизационные отчисления, тыс. руб.;  $ЭОР_{EBITDA}$  – эффект операционного рычага по показателю EBITDA, д.е.; S – Спред, %; ROS – рентабельность продаж, %; TE – оборачиваемость собственного капитала, д.е.; НП – нераспределенная прибыль, тыс. руб.; ДО – долгосрочные обязательства, тыс. руб.; СК – собственный капитал, тыс. руб.; WACC – средневзвешенная стоимость капитала, %;  $ЭОР_{СПРЕД}$  – эффект операционного рычага по методу Спреда, д.е.

Показатели, представленные в табл. 1 позволили разработать модель с применением графического моделирования, способную идентифицировать состояние экономической устойчивости в настоящем и будущем. Данная модель накладывается на матрицу операционных стратегий, сохраняя все ее свойства. На рис.1 представлена комплексная модель оценки экономической устойчивости предприятия.

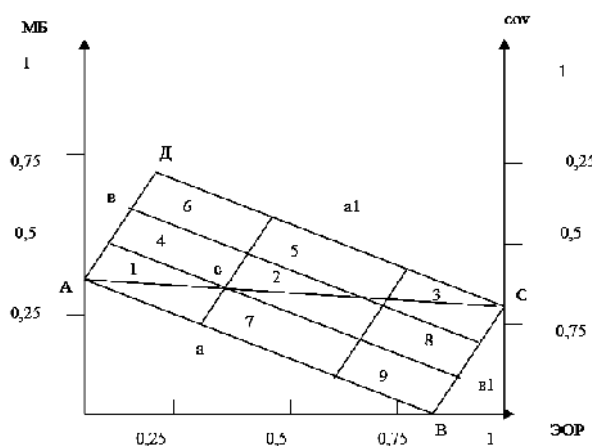


Рис. 1

Диагональ AC представляет собой границу между двумя основными областями: над диагональю располагается область устойчивости; под диагональю – область кризиса. Квадраты, представленные на

рис. 1, можно характеризовать следующим образом: квадрат 1: "Отец семейства" – экономическая устойчивость находится на достаточно высоком уровне; квадрат 2: "Стабильное состояние" – экономическая устойчивость находится на максимальном уровне; квадрат 3: "Условно-стабильное" экономическое состояние – экономическая устойчивость сохраняет высокий уровень; квадрат 4: "Рантье" – экономическая устойчивость снижается; квадрат 5: "Диверсификация" операций – экономическая устойчивость продолжает снижаться; квадрат 6: "Бизнес-структура" – экономическая устойчивость находится в пределах от устойчивого до условно-устойчивого состояния; квадрат 7: "Эпизодическая проблема" нарушения экономической устойчивости – экономическая устойчивость приближается к критической отметке; квадрат 8: "Упущенные возможности" восстановления экономической устойчивости – экономическая устойчивость находится на критическом уровне; квадрат 9: "Кризис" – экономическая устойчивость достигла катастрофической отметки [1...4].

Методы стратификации для оценки экономической устойчивости предприятия апробируем на примере ХБК "Ситцы" на основе данных в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Результаты		
	Маржинальный метод	Метод EBITDA	Метод Спреда
СОР	13,81	4,85	-
МБ	0,07	0,21	0,087
ЭОР	0,15	2,2	1,03
COV	0,21	1,9	1

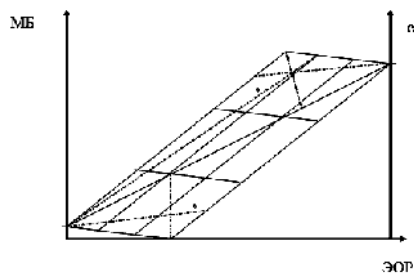


Рис. 2

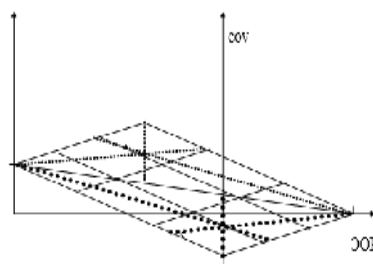


Рис. 3

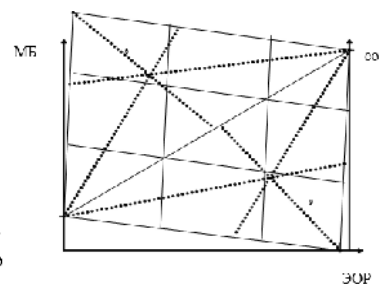


Рис. 4

Приведенные значения применены для моделирования экономической устойчивости предприятия ОАО ХБК "Шуйские ситцы". Построенные модели представлены на рис. 2...4 (рис. 2 – комплексная модель экономической устойчивости предприятия по маржинальному методу; рис. 3 – комплексная модель экономической устойчивости предприятия по методу ЕВТДА; рис. 4 – комплексная модель экономической устойчивости предприятия по методу Спреда).

Из рис. 2 видно, что предприятие находится в зоне банкротства, что соответствует квадрату 9.

Рис. 3 и 4 подтверждают состояние банкротства предприятия ХБК "Ситцы".

Таким образом, оценка экономической устойчивости предприятия ХБК "Ситцы" показала состояние банкротства, обусловленное чрезмерно высокой ресурсоемкостью бизнеса.

## ВЫВОДЫ

1. Авторский подход, методы и модели призваны решать комплекс задач, посвященный оценке экономической устойчивости предприятия на основе оригинальных количественных и качественных показателей; определять область экономической "прочности" предприятия; идентифицировать квадрат состояния с экономической устойчивостью предприятия в настоящем и будущем.

2. Решение данного комплекса задач на основе построения локальных моделей позволяет выделить важнейшие признаки и особенности развития деятельности предприятия, найти варианты решений эффективного управления им в условиях кризиса.

1. *Климова С.В.* Разработка антикризисной модели экономической устойчивости предприятия // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2012, № 1. С.32...38.

2. *Климова С.В.* Методы оценки экономической устойчивости предприятия в антикризисном управлении // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2012, № 4. С.43... 50.

3. *Кукукина И.Г., Климова С.В.* Методы экономической оценки устойчивого развития предприятия. – Иваново: Изд-во Иван. гос. энерг. ун-та, 2014.

4. *Соколов Ю.А., Кукукина И.Г., Климова С.В.* Методика оценки влияния предпринимательских рисков на экономическую устойчивость предприятия в антикризисном управлении // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2013, № 2. С. 91...96.

5. *Юхина Е.А., Юхин С.С.* Оценка гибкости предприятия при управлении изменениями // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 1. С. 18...20.

## REFERENCES

1. Klimova S.V. Razrabotka antikrizisnoj modeli jekonomicheskoj ustojchivosti predpriyatija // Sovremennye naukoemkie tehnologii. Regional'noe prilozhenie. – 2012, № 1. S.32...38.

2. Klimova S.V. Metody ocenki jekonomicheskoj ustojchivosti predpriyatija v antikrizisnom upravlenii // Sovremennye naukoemkie tehnologii. Regional'noe prilozhenie. – 2012, № 4. S.43... 50.

3. Kukukina I.G., Klimova S.V. Metody jekonomicheskoj ocenki ustojchivogo razvitija predpriyatija. – Ivanovo: Izd-vo Ivan. gos. jenerg. un-ta, 2014.

4. Sokolov Ju.A., Kukukina I.G., Klimova S.V. Metodika ocenki vlijanija predprinimatel'skih riskov na jekonomicheskiju ustojchivost' predpriyatija v antikrizisnom upravlenii // Sovremennye naukoemkie tehnologii. Regional'noe prilozhenie. – 2013, № 2. S.91...96.

5. Juhina E.A., Juhin S.S. Ocenka gibkosti predpriyatija pri upravlenii izmenenijami // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 1. S. 18...20.

Рекомендована кафедрой коммерции, товаро-ведения и экспертизы. Поступила 29.09.15.

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ  
ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
И НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**ECONOMIC EFFICIENCY AIR HEAT PUMPS  
FOR INDUSTRIAL AND NON-USE**

*Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, А.Б. ПЕТРУХИН*  
*R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, A.B. PETRUKHIN*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: a.petruhin@mail.ru

*Проведены исследования работы воздушного теплового насоса в условиях рекуперации. Показано, что данные тепловые насосы энергоэффективны, это доказывает сравнительный анализ рассматриваемого теплового насоса с электрическим котлом.*

*Investigations of the air heat pump in a regeneration. It is shown that these heat pumps are very energy efficient, it shows a comparative analysis of the considered heat pump with an electric boiler.*

**Ключевые слова:** тепловые насосы, электрические котлы, система теплоснабжения, автономное теплоснабжение.

**Keywords:** heat pumps, electric heaters, heating system, independent heating.

Любое текстильное производство является мощным потребителем топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Только на нужды теплоснабжения и горячего водоснабжения расходуется более 40%.

Ожидаемое в ближайшие годы существенное повышение в стране цен на природный газ и электроэнергию может резко обострить существующую проблему высокой стоимости обеспечения теплом объектов производственного и непроизводственного назначения.

Следует отметить, что в данном секторе "теплоснабжения" имеется достаточно много конкурирующих технологий, использующих различные виды топливно-энергетических ресурсов. Сегодня задача выбора наиболее экономичных из них становится все более актуальной [1...3].

Среди технологий обеспечения топливом применение в настоящее время воз-

душных тепловых насосов для теплоснабжения – реальная перспектива.

Известно, что рост антропогенных воздействий на окружающую среду ведет к существенному ухудшению среды обитания человека. В нашем случае работа тепловых насосов экологически чиста, так как не производит вредных выбросов в атмосферу (они не токсичны, безвредны для озонового слоя). Тепловые насосы дают возможность с пользой применять природные источники низкопотенциального тепла (воздух, грунт, водоемы и т.д.), то есть эффективно экономить дорогое органическое топливо и электроэнергию.

С помощью устройства топливного насоса производится отбор тепловой энергии от источника низкопотенциального тепла и передача его (посредством рабочего тепла) с более высокой температурой потребителю.

Процесс нагревания, то есть получение более высокой температуры, есть фазовый переход рабочего тела из жидкого состояния теплоносителя в газообразное и обратно. Организация такого теплового процесса есть взаимодействие таких составляющих теплообмена, как конвекция и тепловое излучение, где в данном случае конвекция – процесс переноса жидкости или

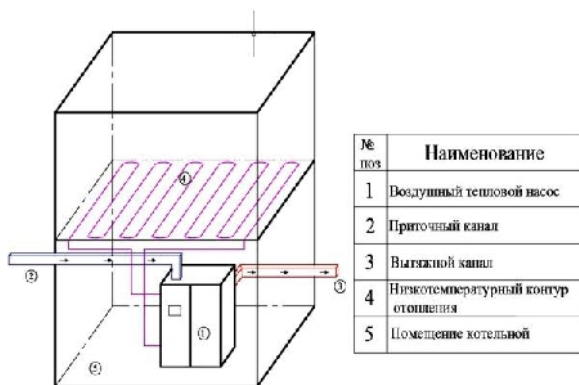


Рис. 1

Основные отличия и преимущество данного воздушного теплового насоса заключаются в том, что рассматриваемым источником низкопотенциального тепла является наружный воздух с рециркуляцией, то есть насос работает на смеси наружного и внутреннего (забираемого из котельной) воздуха, поэтому в данном случае тепловой насос работает в режиме рекуперации (рис. 1 – теплогенерация из окружающего наружного воздуха с рециркуляцией).

Схемное решение (структурно-функциональное), в том числе и в условиях рекуперации (описанное выше), позволяет обеспечить функционально теплый пол, систему отопления через радиаторы и горячее водоснабжение помещения в нашем случае площадью 100...120 м<sup>2</sup> (рис. 2 – структурно-схемное решение воздушного теплового насоса в условиях рекуперации).

Следует отметить, что значение влияния воздушного потока зависит от конструктивного исполнения системы воздушного теплового насоса, поэтому желательно просчитывать режим воздухообме-

газа из зоны с одной температурой в зону с другой температурой, а тепловое излучение – процесс переноса энергии посредством электромагнитных или механических колебаний, имеющих различную длину волн.

Таким образом, энтропия и энтальпия обеспечивают данное понимание термодинамического цикла.

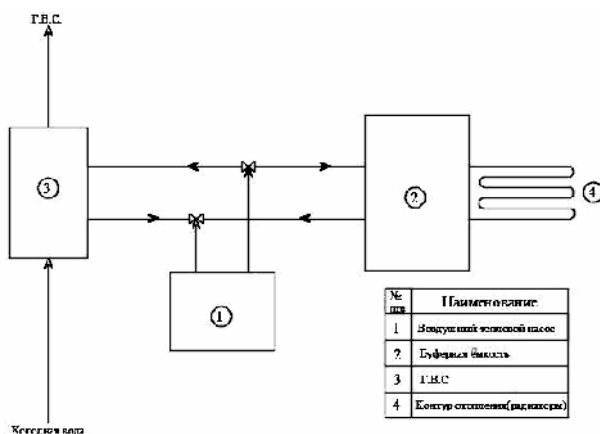


Рис. 2

на: количество и скорость воздуха на входе и количество удаляемого воздуха.

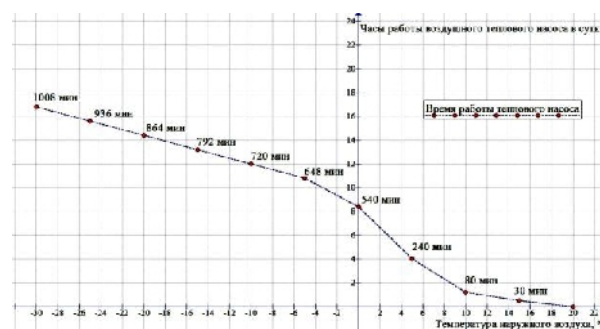


Рис. 3

Исходя из эксперимента, проведенного кафедрой ОПГХ, и используя опытный образец данного воздушного теплового насоса, в условиях Ивановского региона получены числовые данные времени работы ВТН, которые позволили построить обобщенную зависимость объема часов работы теплового насоса, обеспечивающую систему отопления строения площадью 100...120 м<sup>2</sup>, от температуры наружного воздуха с целью расчета стоимости (оплаты) потребляемой электроэнергии тепловым насосом (рис. 3).

На основании полученной экспериментальным путем зависимости времени работы ВТН от температуры наружного воздуха  $T_{\text{часов}}=f(t^{\circ}\text{воздуха})$  рассчитаем величину стоимости в рублях. Для расчета возьмем

наиболее холодный месяц 2012 года – февраль.

В табл. 1 представлен расчет стоимости отопления строения площадью в 100...120 м<sup>2</sup> посредством воздушного теплового насоса (2012 г., февраль).

Т а б л и ц а 1

$t_{\text{н.возд.}}^{\circ}\text{C}$	Количество суток, сутки	Часы работы ТН в одни сутки, ч	Объем работы ТН, ч	Стоимость электроэнергии *, руб. за 1кВт	Мощность теплового насоса, кВт/ч	Стоимость отопления, руб.
-25	5	15,6	78	4	3	936
-20	5	14,4	72	4	3	864
-15	10	13,2	132	4	3	1584
-10	6	12	72	4	3	864
-5	2	10,8	21,6	4	3	259,2
Всего	28	-	375,6	4	3	4507,2

П р и м е ч а н и е. \*Стоимость электроэнергии принята в соответствии с тарифами на электроэнергию в Ивановской области.

В табл. 2 для сравнения рассчитана стоимость отопления строения площадью

100...120 м<sup>2</sup> посредством электрического котла за февраль 2012 г.

Т а б л и ц а 2

$t_{\text{н. возд.}}^{\circ}\text{C}$	Количество суток, сутки	Часы работы эл.котла в одни сутки, ч	Объем работы эл.котла, ч	Стоимость электроэнергии, руб. за 1кВт	Мощность эл.котла, кВт/ч	Стоимость отопления, руб.
-25	5	24	120	4	9	4320
-20	5	24	120	4	9	4320
-15	10	24	240	4	9	8640
-10	6	24	144	4	9	5184
-5	2	24	48	4	9	1728
Всего	28	-	672	4	9	24192

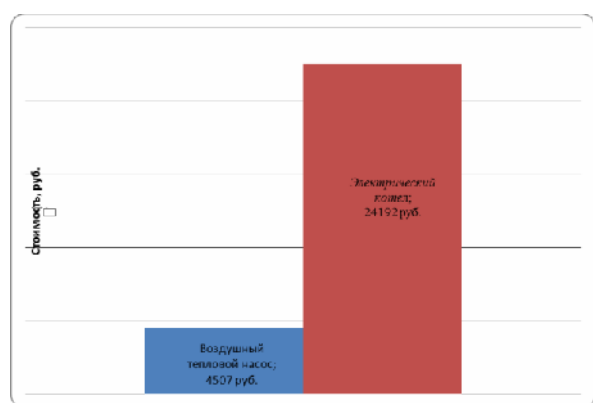


Рис. 4

Сравним затраты на электропотребление ВТН и электрическим котлом при одинаковой площади строения и объема

(рис. 4). Очевидно, что затраты на отопление посредством теплового насоса выгоднее электрического котла в 5 раз.

## ВЫВОДЫ

На основании исследований, проведенных кафедрой ОПГХ, и складывающейся ситуации с ростом тарифов, можно заключить, что потенциал энергоэффективных ВТН будет только возрастать.

Тепловые насосы станут наиболее актуальным выбором среди теплогенерирующих установок для автономных текстильных производств (цехов).



1. 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.

2. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н. Опыт практической реализации укрепления связей науки ИВГПУ с производством в условиях развития инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера региона// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С. 15...18.

3. Карпов Н.В., Шварц В.М., Елистратов С.Л., Бивалькевич А.И. Техничко-экономическое обоснование применения тепловых насосов для тепло-снабжения водохозяйственных объектов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009, № 3. С.59...63.

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

2. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Opyt prakticheskoj realizacii ukrepleniya svyazej nauki IVGPU s proizvodstvom v uslovijah razvitija infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera regiona// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1. S. 15...18.

3. Karpov N.V., Shvarc V.M., Elistratov S.L., Bival'kevich A.I. Tehniko-jekonomicheskoe obosnovanie primeneniya teplovyh nasosov dlja teplosnabzhenija vodohozhajstvennyh ob"ektov // Vodосnabzhenie i sanitarnaja tehnika. – 2009, № 3. S.59...63.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 09.11.15.

УДК 677:339.6

## ВОЗМОЖНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ В МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

### THE POSSIBILITY OF INTRODUCING CORRECTIVE CHANGES IN THE MODEL OF INVENTORY MANAGEMENT

Г.Ю. ЧУЛАНОВА, М.В. ЧИГИРИНОВА, А.И. ЛЮБИМЕНКО  
G.YU. CHULANOVA, M. V. CHIGIRINOVA, A.I. LYUBIMENKO

(Санкт-Петербургский филиал Национального исследовательского университета  
"Высшая школа экономики",  
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)  
(St. Petersburg Branch of National Research University "Higher School of Economics",  
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)  
E-mail: hippooo@yandex.ru; chigirinoва61@mail.ru, chernysh@list.ru

*В статье рассматривается модель "с фиксированной точкой заказа и переменным размером заказа" и рассчитывается прогнозируемая среднемесячная потребность. Применение данной модели позволит избежать дефицита стратегически важного товара для компании и сократить запасы.*

*In article the model "with the fixed point of the order and the variable size of the order" is considered and the predicted average monthly requirement pays off. Application of this model will allow to avoid deficiency of strategically important goods for the company and to reduce stocks.*

**Ключевые слова:** коэффициент удовлетворенности, коэффициент наличия на складе, коэффициент сезонности, среднемесячная потребность, размер заказа.

**Keywords:** the factor of satisfaction, ratio stock availability, the ratio of seasonness, the average monthly demand, the size of the order.

Как показывает многолетняя практика, складские запасы – крупное и дорогостоящее вложение. Более совершенное управление запасами корпорации может улучшить потоки наличных средств и повысить доходность инвестиций [1, с. 213]. Одним из наиболее значимых факторов, влияющих на деятельность предприятия, как указывает в своей статье С. А. Леонов, является наличие материалов для изготовления швейных изделий [2, с. 8].

Наиболее часто применяются следующие две модели пополнения запасов компаний:

- модель определения экономически выгодного размера заказа [3, с. 579];
- модель с фиксированным интервалом времени между заказами [1, с. 232].

Модель определения экономически выгодного размера заказа требует постоянного контроля уровня запасов, и при достижении некоторого минимального уровня запаса осуществляется заказ фиксированного размера. Данная модель страхует предприятие от возникновения дефицита, так как требует защиты запаса только на период выполнения заказа, благодаря постоянно меняющейся точке заказа. Но такой способ управления закупками подразумевает непрерывный контроль наличия запасов и в случае работы с большим количеством поставщиков и товарных групп нуждается в увеличенном штате отдела закупок.

Вторая модель с фиксированным интервалом времени между заказами позволяет отойти от необходимости постоянного контроля наличия и проводить этот контроль планово – раз в месяц, раз в неделю и т.д. При колебании спроса размер заказа тоже постоянно колеблется.

Основные модели управления запасами можно успешно использовать в условиях относительно стабильного потребления запаса. Часто потребность в запасе имеет

сезонные колебания. Однако, как указывал в своей работе Дж. Шрайбфедер: "...важно подобрать для каждого товара наиболее подходящий метод" [4, с. 161]. Одним из результатов создания новых моделей является модель "с фиксированной точкой заказа и переменным размером заказа". Она позволяет определить минимальный размер заказа, который в стоимостном выражении соответствует транспортной партии, позволяющей ограничить расходы по транспортировке некоторым процентом от стоимости самой поставки.

Однако и у данной модели существует ряд недостатков, которые могут привести к нехватке ходового товара на складе и переизбытку неликвидного товара:

- упрощенный расчет среднего спроса;
- не учитывается влияние отсутствия или присутствия товара на складе на итоговый объем продаж;
- при отсутствии товара на складе в течение части периода наблюдается "затухание" приходов по таким позициям, связанное с уменьшением заказов на закупку по ним;
- не работает коэффициент сезонности;
- нет корректировки заказов при разовых, возможно, даже случайных продажах большого количества товара некоторых позиций, что приводит к появлению на складе случайных позиций в больших количествах;
- данная методика не позволяет рассчитывать сезонные заказы.

Для исправления создавшейся ситуации можно предложить ввести разбивку всего ассортимента компании на категории по обороту и по прогнозируемости, которым, в свою очередь, присвоить индивидуальные коэффициенты удовлетворенности для предотвращения дефицита, вызванного именно нестабильностью спроса.

Формировать дополнительное наличие, которое защищает от возникновения дефицита, вызванного именно нестабильностью спроса, предлагается только по важным для компании и прогнозируемым позициям. Для этого предлагается использовать коэффициент вариации, умноженный на соответствующий коэффициент удовлетворенности ( $K_y$ ), который устанавливается по группам товаров с использованием классификации ABC и XYZ:

- AX,  $K_y = 1,2$ ,
- AY, BX, CX,  $K_y = 1$ ,
- все остальные группы  $K_y = 0$ .

Таким образом, мы расставим приоритеты и обеспечим наличие на складе товара, пользующегося стабильным спросом.

Можно ввести в расчет заказа и дополнительный параметр по каждой позиции и по каждому учитываемому в расчете заказа периоду продаж. Данный показатель

будет показывать часть периода, в которую товар присутствовал на основном складе.

Рассчитывается этот показатель по формуле:

$$KH = d / D, \quad (1)$$

где KH – коэффициент наличия на складе; d – количество дней периода, в которые позиция была на складе по количеству больше нуля; D – общее количество дней в рассматриваемом периоде.

Коэффициент KH объясняет уменьшение и возрастание продаж при сокращении и увеличении периода присутствия на складе и показывает, что кривая продаж по периодам практически повторяет кривую присутствия на складе (рис. 1 – продажи и доли периода присутствия на складе).

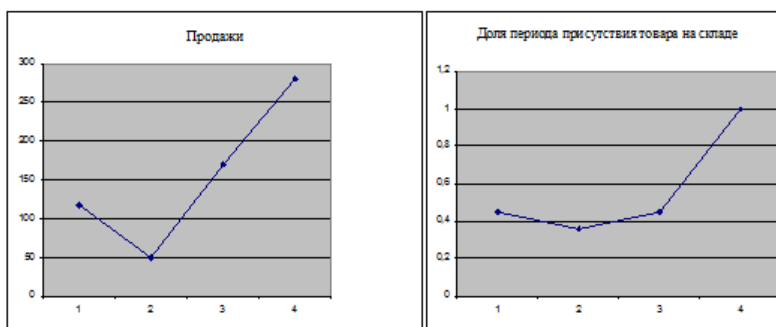


Рис. 1

Расчет прогнозируемой среднемесячной потребности предлагается проводить с учетом коэффициента сезонности и доли

присутствия товара на складе за период по следующей формуле:

$$СП_i = \frac{S1i / Dn1 / Kc1 + S2i / Dn2 / Kc2 + S3i / Dn3 / Kc3 + S4i / Dn4 / Kc4}{4}, \quad (2)$$

где  $СП_i$  – прогнозируемая среднемесячная потребность;  $S1i, S2i, S3i, S4i$  – продажи  $i$ -й позиции за периоды 1,2,3,4;  $Dn1, Dn2, Dn3, Dn4$  – доля периода, в которую товар присутствовал на складе за периоды 1, 2, 3, 4;  $Kc1, Kc2, Kc3, Kc4$  – коэффициенты сезонности, соответствующие каждому из 4-х периодов.

Для выявления коэффициентов сезонности используются данные об отношениях объемов продаж последующего месяца

по отношению к предыдущему и выявляются некоторые общие тенденции.

Для ограничения риска слишком большого увеличения расчетного среднего предлагается ограничить данный рассчитанный средний прогнозируемый уход сверху следующим образом. Если рассчитанный таким образом средний уход за месяц больше среднего арифметического более чем в 2 раза, то берется показатель – среднее арифметическое, умноженное на 2.

Таким образом, средний прогнозируемый уход рассчитывается по формулам (3) и (4).

Если

$$\sum_{i=1}^4 \frac{D_n}{K_c} > 2 \sum_{i=1}^4 \frac{S_i}{4},$$

то

$$СП_i = 2 \sum_{i=1}^4 \frac{S_i}{4}. \quad (3)$$

Если

$$\sum_{i=1}^4 \frac{D_n}{K_c} \leq 2 \sum_{i=1}^4 \frac{S_i}{4},$$

то

$$СП_i = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{S_i}{K_c} D_n}{4}, \quad (4)$$

где  $S_i$  – продажи  $i$ -й позиции;  $D_n$  – доля периода, в которую товар присутствовал на складе за период;  $K_c$  – коэффициент сезонности;  $СП_i$  – прогнозируемая среднемесячная потребность.

Таким образом, новый вариант заказа рассчитывает средний уход за период, скорректированный по факту наличия или отсутствия товара и очищенный от сезонных колебаний. Пример расчета прогнозируемой среднемесячной потребности проиллюстрирован в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование товара	1-й месяц			2-й месяц			3-й месяц			4-й месяц			Прогнозируемая среднемесячная потребность СП
	Отгрузка S1, шт	Коэффициент наличия на складе КН1	Коэффициент сезонности Кс1	Отгрузка S2, шт	Коэффициент наличия на складе КН2	Коэффициент сезонности Кс2	Отгрузка S3, шт	Коэффициент наличия на складе КН3	Коэффициент сезонности Кс3	Отгрузка S4, шт	Коэффициент наличия на складе КН4	Коэффициент сезонности Кс4	
A	11	0,69	1,3	13	0,52	1,1	15	0,59	1,2	14	0,72	1,1	19
B	9	1,00	1,3	11	1,00	1,1	12	1,00	1,2	8	1,00	1,1	9
C	23	1,00	1,3	11	0,42	1,1	17	0,85	1,2	19	0,58	1,1	22
D	84	0,56	1,3	78	0,52	1,1	145	1,00	1,2	222	1,00	1,1	144

Также предлагается откорректировать формулу расчета максимально желательного уровня запасов по  $i$ -й номенклатуре.

В прежнем варианте формула выглядела следующим образом:

$$МЖУЗ_i = (T + t + СЗ_i) СП_i, \quad (5)$$

где  $МЖУЗ_i$  – величина максимально желательного уровня запасов по  $i$ -й номенклатуре;  $T$  – интервал времени между подачей заказа и его поступлением;  $t$  – интервал

времени между очередными заказами на пополнение запасов;  $СЗ_i$  – страховой запас в месяцах;  $СП_i$  – прогнозируемая среднемесячная потребность данной  $i$ -й номенклатуры.

Формулу расчета максимально желательного уровня запасов по  $i$ -й номенклатуре можно будет рассчитать следующим образом.

Если  $K_y v t + T_{оп} < 3$ , то

$$МЖУЗ = (((1 + K_y v)t) + T_{оп} + T) СП_i. \quad (6)$$

Если  $K_y \nu t + T_{оп} \geq 3$ , то

$$МЖУЗ_i = (T + t + CЗ_i)СП_i, \quad (7)$$

где  $K_y$  – коэффициент удовлетворенности, назначенный по результатам ABC и XYZ анализа;  $\nu$  – коэффициент вариации;  $T_{оп}$  – период отклонения по поставке;  $МЖУЗ_i$  – величина максимально желательного уровня запасов по  $i$ -й номенклатуре;  $СП_i$  – прогнозируемая среднемесячная потребность  $i$ -й номенклатуры по формуле (3) или (4).

Таким образом, мы получаем прогноз потребности с учетом важности и надежности позиций по результатам ABC и XYZ анализа, усиливая запасы по группе AX, AY, VX, и не увеличиваем по остальным группам, учитываем отклонения по каждой позиции конкретно, учитываем отклонения по поставке по конкретному поставщику. Также мы ограничиваем сверху размер общего страхового запаса – максимально трехкратное увеличение. Пример расчета максимально желательного уровня запасов приведен в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование товара	Прогноз среднего $СП_i$	Коэффициент вариации $\nu$	Группа XYZ	Группа ABCXYZ	Коэффициент удовлетворенности $K_y$	Интервал времени $t$	Период отклонения по поставке $T_{оп}$	Максимально желательный уровень запасов $МЖУЗ_i$
A	19	12,89	X	AX	1,2	0,5	0,3	29
B	9	18,26	X	AX	1,2	0,5	0,3	14
C	22	28,57	Y	AY	1	0,5	0,3	36
D	144	50,70	Z	AZ	0	0,5	0,3	215

И последнее изменение, которое хотелось бы добавить в формулу расчета заказа. Это внесение коэффициента сезонности в расчет величины заказа на пополнение запасов  $i$ -й номенклатуры. Новая формула приобретает вид (8) и (9):

а) если  $ПОЗ_i \geq 0$ , то

$$PЗ_i = МЖУЗ_i K_c - ПОЗ_i - ОП_i - СПНО_i, \quad (8)$$

где  $ПОЗ_i$  – планируемый остаток запаса на момент поступления формируемого заказа;  $PЗ_i$  – размер заказа на пополнение запасов  $i$ -й номенклатуры на момент  $t$ ;  $МЖУЗ_i$  – величина максимально желательного уровня запасов по  $i$ -й номенклатуре;  $K_c$  – коэффициент сезонности периода плани-

руемого поступления заказа;  $ОП_i$  – сумма ожидаемых к поступлению заказов за время  $t$ ;  $СПНО_i$  – сумма поданных, но еще не отгруженных на момент  $t$ , заказов по  $i$ -й номенклатуре;

б) если  $ПОЗ_i < 0$ , то

$$PЗ_i = СП_i (t + CЗ_i) K_c - СПНО_i, \quad (9)$$

где  $СП_i$  – прогнозируемая среднемесячная потребность данной  $i$ -й номенклатуры;  $t$  – интервал времени между очередными заказами на пополнение запасов;  $CЗ_i$  – страховой запас в месяцах.

Пример расчета заказа по новой методике приведен в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Наименование товара	Прогноз среднего $СП_i$	Группа ABCXYZ	Остаток товара $ОЗ_i$	Сумма поданных, но еще не отгруженных на момент $t$ заказов по $i$ -й номенклатуре $СПНО_i$	Планируемый расход $i$ -й номенклатуры за время $L$ , $ПР_i$	Максимально желательный уровень запасов $МЖУЗ_i$	Планируемый остаток запаса на момент поступления формируемого заказа $ПОЗ_i$	Размер заказа на пополнение запасов $PЗ_i$
A	19	AX	40	-	13	29	27	2
B	9	AX	12	-	6	14	6	8
C	22	AY	26	-	15	36	11	26
D	144	AZ	123	60	101	215	22	133

## ВЫВОДЫ

Измененная модель управления запасами позволит избежать дефицита стратегически важного товара для компании и увеличения избыточных запасов по всему ассортименту, а также неликвидного товара. Она позволяет упорядочить процесс формирования заказов, дает возможность для внесения оперативных изменений при условии появления отклонений в функциональном цикле. На основе предложенной модели появляется возможность для разработки системы контроля за пополнением запасов и их эффективностью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стог Дж.Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой/Пер. с 4-го англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 2005.
2. Леонов С.А. Математическая оценка факторов, оказывающих влияние на производственно-сбытовую деятельность швейных предприятий//

Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5.

3. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок/Пер. с англ. – СПб: Питер, 2006.

4. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами/ пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.

## REFERENCES

1. Stog Dzh.R., Lambert D.M. Strategicheskoe upravlenie logistikoj/Per. s 4-go angl. izd. – M.: INFRA-M, 2005.

2. Leonov S.A. Matematicheskaja ocenka faktorov, okazyvajushhih vlijanie na proizvodstvenno-sbytovuju dejatel'nost' shvejnyh predpriyatij// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №5.

3. Shapiro Dzh. Modelirovanie cepi postavok/Per. s angl. – SPb: Piter, 2006.

4. Shrajbfeder Dzh. Jeffektivnoe upravlenie zasami/ per. s angl. – 2-e izd. – M.: Al'pina Biznes Buks, 2006.

Рекомендована кафедрой менеджмента  
СПГУПТД. Поступила 28.10.15.

УДК 338.054.23

## ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ДИНАМИКИ ПРИБЫЛИ И ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## ESTIMATION OF THE INTERRELATIONSHIP BETWEEN DYNAMIC OF PROFITS AND FINANCIAL STABILITY OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES

О.Е. МАТУШКИНА, Л.Н. ЛИСИЕНКОВА, А.И. КОВАЛЕВ  
O.E. MATUSHKINA, L.N. LISIENKOVA, A.I. KOVALEV

(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 приведен расчет параметров производственной деятельности предприятия легкой промышленности, позволяющих максимизировать его прибыль. Проведен анализ взаимосвязи роста финансовых результатов предприятия и его финансовой устойчивости. На основании выполненных по данным бухгалтерской отчетности расчетов доказано, что для*

*предприятия легкой промышленности в существующих условиях максимизация прибыли не приведет к снижению его финансовой устойчивости.*

*The article presents the calculation of production activity parameters of the light industry enterprise, which enable to maximize its profits. The interrelation between the financial increase of the enterprise and its financial stability is analyzed. The data of accounting reports was analyzed and it was proved that maximizing profits of light industry enterprise won't lead to decrease of its financial stability in the existing.*

**Ключевые слова:** максимизация прибыли, финансовая устойчивость, операционный цикл, финансовый цикл, коэффициент финансовой независимости.

**Keywords:** profit maximization, financial stability, operational cycle, financial cycle, the financial independence ratio.

Основной целью коммерческой политики организации является максимизация прибыли. Это следует из базового определения предприятия. Целый ряд современных исследований посвящен вопросам минимизации затрат [1]. Правильно ли в условиях кризиса все силы менеджеров предприятия бросать на повышение прибыльности работы? При постоянно меняющейся, чаще всего в неблагоприятную сторону, экономической ситуации, любая производственная деятельность должна стремиться к стабилизации своих позиций, повышению финансовой устойчивости.

Принято считать, что максимизация прибыли и финансовая устойчивость понятия обратные [2]. Однако в современных

условиях для предприятий легкой промышленности важно достичь указанных выше целей одновременно. В работе был проведен анализ взаимосвязи прибыли и финансовой устойчивости действующего предприятия ЗАО "Юничел-Злато" (Челябинская область, г. Златоуст).

Для максимизации прибыли по данным бухгалтерской отчетности за 2012 - 2014 годы методом предельного анализа определили оптимальный объем производства. Провели сравнительный анализ фактических значений объема продукции, затрат и прибыли от реализации продукции ЗАО "Юничел-Злато" и рассчитанных оптимальных значений тех же показателей (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Показатели	2014 год	Оптимальная величина	Отклонение
Производство продукции в натуральном выражении, шт.	483283	601862	+118579
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	147807	206045	+58238
Полная себестоимость продукции, тыс. руб.	113319	158218	+44899
Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.	34488	47827	+13339

Анализ расчетных и фактических значений показателей (табл. 1) показал возможность наращивания объема производства. Это приведет к повышению финансовых результатов деятельности предприятия. Следовательно, ЗАО "Юничел-Злато" должно в перспективе придерживаться стратегии, направленной на рост объемов

выпуска и реализации продукции, снижение затрат на производство единицы продукции, обеспечивающей увеличение прибыли и повышение рентабельности производства. Снижение себестоимости продукции на ЗАО "Юничел-Злато" в первую очередь возможно за счет предлагаемых

технологии инновационных методов производства [3].

Рост объемов производства, с другой стороны, приведет к росту операционного и финансового циклов. С помощью модели экономиста-практика А. Е. Леднева [4], используя фактические данные финансовой деятельности за тот же период (2012–2014 гг.), рассмотрели, как это повлияет на финансовую устойчивость предприятия.

Расчет и динамика длительности операционного и финансового циклов приведены в табл. 2.

Графически динамика длительности операционного и финансового циклов ЗАО "Юничел-Злато" за 2012–2014 гг. представлена на рис. 1, а динамика показателей финансовой устойчивости ЗАО "Юничел-Злато" графически – на рис. 2.

Таблица 2

Показатели	Период, годы			Изменения (+, –) по годам, дни	
	2012	2013	2014	2013	2014
Дебиторская задолженность	18,90	19,08	4,69	+0,18	-14,39
Денежные средства	3,70	0,71	1,38	-2,99	+ ,67
Авансы выданные	5,35	12,79	0,51	+7,44	-12,28
Запасы сырья	125,01	17,23	80,74	-107,78	+63,51
Незавершенное производство	1,25	25,85	0,90	+24,60	-24,95
Запасы готовой продукции	7,21	3,12	4,15	-4,09	+1,03
Авансы полученные	42,64	10,50	179,44	-32,14	+168,94
Кредиторская задолженность по поставкам сырья и материалов	–	70,09	–	+70,09	-70,09
Прочая кредиторская задолженность	29,88	31,26	40,82	+1,38	+9,56
Операционный цикл	156,07	65,99	91,86	-90,08	+25,87
Финансовый цикл	126,19	-35,36	51,04	-161,55	+86,40

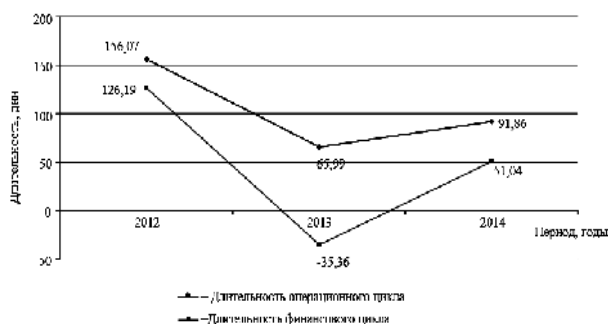


Рис. 1

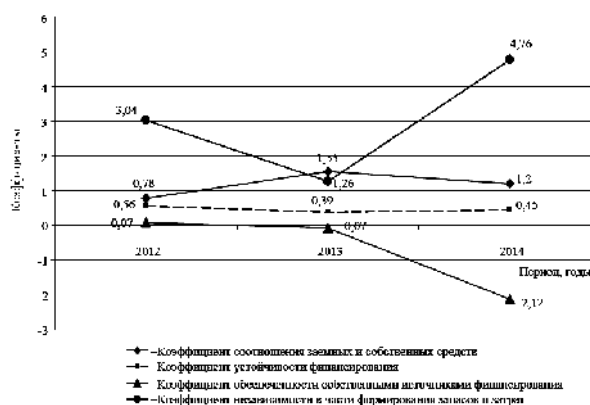


Рис. 2

Как видно из рис. 1 и 2, изменение длительности операционного и финансового циклов предприятия ЗАО "Юничел-Злато" за период 2012–2014 гг. прямо пропорционально влияет на значение коэффициента устойчивости финансирования и на значение коэффициента финансовой независимости в части формирования запасов и затрат.

Таким образом, рост объемов производства анализируемого предприятия, ко-

торый приведет к росту длительности операционного цикла, будет способствовать увеличению коэффициентов устойчивости и независимости ЗАО "Юничел-Злато".

## ВЫВОДЫ

1. Проведена оценка взаимосвязи максимизации прибыли и финансовой устойчивости на основе реальных данных функ-



ционирования предприятия легкой промышленности.

2. Расчеты и сравнительный анализ показали, что максимизация прибыли не скажется отрицательно на финансовой устойчивости предприятия.

3. Разработаны практические рекомендации для ЗАО "Юничел-Злато", которое может наращивать объемы производства с целью максимизации прибыли без потери финансовой устойчивости предприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА

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

2. Щербakov В.А. Краткосрочная финансовая политика. – М. : КноРус, 2009.

3. Баранова Е.В., Стельмашенко В.И., Лисиенкова Л.Н. Исследование изменения жесткости одежных кож в процессе технологических обрабо-

ток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №4.

4. Леднев А.Е. Техника управления финансовой устойчивостью компании // Финансовый директор. – 2011, №2.

#### 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. Shcherbakov V.A. Kratkosrochnaja finansovaja politika. – M. : KnoRus, 2009.

3. Baranova E.V., Stel'mashenko V.I., Lisienkova L.N. Issledovanie izmenenija zhestkosti odezhnnyh kozh v processe tehnologicheskikh obrabotok // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2007, №4.

4. Lednev A.E. Tehnika upravlenija finansovoj ustojchivost'ju kompanii // Finansovyyj direktor. – 2011, №2.

Рекомендована Советом факультета сервиса, экономики и права. Поступила 23.11.15.

УДК 677.017:004.42

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ИСПЫТАНИЯ  
ТКАНЫХ ПОЛОТЕН  
ПРИ ОДНОЦИКЛОВОМ РАСТЯЖЕНИИ**

**IMPROVEMENT OF THE TEST METHOD  
OF WOVEN LINEN  
DURING A SINGLE CYCLE STRETCHING**

*В.И. БЕСШАПОШНИКОВА, Е.В. ЖИЛИНА, И.Н. ЖАГРИНА, Л.А. УЛЬВАЧЕВА*  
*V.I. BESSHAPOSHNIKOVA, E.V. ZHILINA, I.N. ZHAGRINA, L.A. ULYVACHEVA*

(Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: vibesvi@yandex.ru

*Метод испытания текстильных материалов при одноцикловом растяжении под нагрузкой меньше разрывной основан на использовании сверхвысокочастотного электромагнитного поля при мощности  $600 \pm 20$  Вт в течение 1...1,5 мин и отдыха в свободном состоянии. Результаты оценки полной деформации и ее компонентов предлагаемым методом сопоставимы с данными, полученными известными способами. Предложенный метод позволяет в 10 раз сократить затраты времени на проведение эксперимента.*

*The test method of textile materials at one-cyclic stretching under strength less than breakable is based on the use of a superhigh-frequency electromagnetic field of  $600 \pm 20$  Vt during 1...1.5 min and a rest in free state. The obtained data of full deformation and its components by offered method are comparable to results of a known ways. The offered method allows to reduce necessary time for experiment in 10 times.*

**Ключевые слова:** метод испытания, одноцикловое, деформация, свойства, текстильные материалы.

**Keywords:** method of the test, one-cyclic, deformation, properties, textile materials.

В качестве базового метода [1] явился метод деформирования проб текстильных

материалов при одноосном одноцикловом растяжении под воздействием СВЧ ЭМП

под нагрузкой (10...25% от разрывной) с последующим отдыхом. Полную деформацию и ее компоненты рассчитывали по следующим формулам: полная деформация  $\epsilon_{\text{пол}} = 100 (\ell_k - \ell_0) / \ell_0$ ; условно-упругая  $\epsilon_y = 100 (\ell_k - \ell_1) / \ell_0$ ; условно-эластическая  $\epsilon_\epsilon = 100 (\ell_1 - \ell_2) / \ell_0$ ; условно-пластическая деформация –  $\epsilon_{\text{п}} = 100 (\ell_2 - \ell_0) / \ell_0$ , где  $\ell_0$  – первоначальная длина пробы, мм;  $\ell_k$  – длина пробы перед разгрузкой, мм;  $\ell_1$  – длина пробы через 2...5 с после разгрузки, мм;  $\ell_2$  – длина пробы через 120 мин после разгрузки, мм.

Для реализации предлагаемого метода использовали установку СВЧ ЭМП, размер камеры 500×500×1000 мм, максимальная мощность 700 Вт. Приспособление "Релаксометр типа стойка" изготовили из фторопласта, устойчивого к воздействию СВЧ ЭМП. После кондиционирования при нормальных условиях (ГОСТ 10681–75) образцы проб закрепляли в верхний неподвижный зажим приспособления и помещали в камеру СВЧ ЭМП установки. Рабочая зона проб размером 25×100 мм, общая длина 150 мм. На нижний конец пробы фиксируется зажим, к которому прикладывается растягивающее усилие 1,5 кгс. Измерение деформации пробы в ходе эксперимента осуществляли по шкале измерительной линейки с помощью индикатора, соединенного с пробой через передаточный механизм, закрепленный на нижнем зажиме пробы. Полную деформацию и ее составные части оценивали как среднее арифметическое из 3...5 испытаний по ос-

нове, утку и под углом 45° к нитям основы. Температуру пробы измеряли терпарой TP-01 (ISO 49V6F22). Объектом испытаний были выбраны образцы: ткань арт. 23336 камвольная полушерстяная (44% шерсти 56% лавсана) поверхностной плотностью 248 г/м<sup>2</sup>.

Как видно из табл. 1, максимальная деформация  $\epsilon_{\text{пол}}$  ткани наблюдается при мощности СВЧ ЭМП 580...620 Вт и продолжительности действия нагрузки 1...1,5 мин. При этом полная деформация возрастает в среднем в 2 раза по сравнению с результатами, полученными при испытании по стандартной методике. Это обусловлено тем, что в условиях эксперимента под воздействием СВЧ ЭМП ускоряется переход волокнообразующего полимера из стеклообразного состояния в высокоэластическое и облегчается деформирование структурных элементов текстильного материала. Температура пробы возрастает до 80...90°С. Отмеченное значительное увеличение пластической  $\epsilon_{\text{п}}$  деформации свидетельствует о хорошей формовочной способности ткани, а высокое значение упругой  $\epsilon_y$  и эластической  $\epsilon_\epsilon$  деформаций свидетельствует о высокой формоустойчивости ткани в процессе эксплуатации одежды. Снижение мощности СВЧ ЭМП ниже 580 Вт или продолжительности воздействия нагрузки менее 1 мин не дает желаемого результата, так как состояние равновесия не достигнуто, деформация материала и прирост длины образца продолжают.

Т а б л и ц а 1

Образцы	Условия растяжения пробы под нагрузкой			Показатели полной деформации и ее составных частей, %			
	мощность СВЧ, Вт	время, мин	температура, °С	$\epsilon_y$	$\epsilon_\epsilon$	$\epsilon_{\text{п}}$	$\epsilon_{\text{пол}}$
				о/у	о/у	о/у	о/у
1	2	3	4	5	6	7	8
По ГОСТу 29104.22–91	нет	60	20	4,2	2,55	1,25	8,0
				4,5	2,95	1,55	9,0
По разработанному методу в СВЧ установке							
1	560	30 с	50	3,81	2,51	2,98	9,30
				4,32	2,92	2,88	10,12
2	560	1	53	3,81	2,52	3,77	10,10
				4,39	2,91	3,43	10,73

1	2	3	4	5	6	7	8
3	560	1,5	59	<u>3,80</u> 4,23	<u>2,58</u> 2,95	<u>4,44</u> 4,36	<u>10,82</u> 11,54
4	560	2	62	<u>3,81</u> 4,31	<u>2,59</u> 2,97	<u>4,80</u> 4,75	<u>11,20</u> 12,03
5	580	30 с	70	<u>3,90</u> 4,20	<u>2,61</u> 2,99	<u>5,32</u> 5,40	<u>11,83</u> 12,59
6	580	1	80	<u>4,00</u> 4,50	<u>2,71</u> 3,02	<u>8,03</u> 8,43	<u>14,74</u> 15,95
7	580	1,5	90	<u>4,10</u> 4,60	<u>2,70</u> 3,10	<u>8,23</u> 9,07	<u>15,03</u> 16,77
8	580	2	105	<u>4,11</u> 4,61	<u>2,71</u> 3,11	<u>8,22</u> 9,07	<u>15,07</u> 16,79
9	600	30 с	73	<u>3,90</u> 4,20	<u>2,61</u> 2,99	<u>5,34</u> 5,42	<u>11,85</u> 12,61
10	600	1	85	<u>4,2</u> 4,6	<u>2,8</u> 3,0	<u>8,3</u> 8,6	<u>15,3</u> 16,2
11	600	1,5	95	<u>4,30</u> 4,70	<u>2,90</u> 3,20	<u>9,14</u> 9,36	<u>16,34</u> 17,26
12	600	2	110	<u>4,31</u> 4,70	<u>2,91</u> 3,22	<u>9,17</u> 9,37	<u>16,39</u> 17,29

Примечание. о/у – (о) показатель испытания ткани по основе, (у) – по утку. Коэффициент вариации не превышал 4%.

Увеличение мощности СВЧ ЭМП более 620 Вт или продолжительности воздействия нагрузки более 2 мин экономически нецелесообразно, так как деформация образцов и прирост длины проб не наблюдаются из-за достижения равновесия в структуре материала при данных условиях.

## ВЫВОДЫ

Приведены исследования метода [1], положительные стороны которого заключаются в снижении затрат времени на проведение испытания, а также в проведении испытаний в условиях, приближенных к условиям изготовления и эксплуатации одежды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2472151 от 10.01.2013 г. РФ. G01N033/36. Способ испытания текстильных материалов при одноцикловом растяжении / Бесшапошникова В.И., Жилина Е.В., Казакова И.А., Казанцева Е.В., Хамбикова К.Ж. – Заявка №2010154794 от 30.12.11.

2. ГОСТ 29104.22–91. Ткани технические. Метод определения компонентов полного удлинения при растяжении нагрузкой меньше разрывной.

3. Мельников Б.Н., Никифоров А.Л., Циркина О.Г. Механизм активизирующего воздействия электромагнитных колебаний на систему волоконобразующий полимер – технологическая композиция // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6. С.47...51.

## REFERENCES

1. Patent № 2472151 of 10.01.2013 g. RF. G01N033/36. Sposob ispytaniya tekstil'nyh materialov pri odnocyklovom rastjazhenii / Besshaposhnikova V.I., Zhilina E.V., Kazakova I.A., Kazanceva E.V., Hambikova K.Zh. – Zajavka №2010154794 of 30.12.11.

2. GOST 29104.22–91. Tkani tehicheskie. Metod opredelenija komponentov polnogo udlinenija pri rastjazhenii nagruzkoj men'she razryvnoj.

3. Mel'nikov B.N., Nikiforov A.L., Cirkina O.G. Mehanizm aktivizirujushhego vozdejstvija jelektromagnitnyh kolebanij na sistemu volknoobrazujushhij polimer – tehnologicheskaja kompozicija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2005, №6. S.47...51.

Рекомендована кафедрой материаловедения. Поступила 04.02.15.

## ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### SELECTION OF DEFINING QUALITY INDICATORS FOR MEDICAL FABRICS

*Н.А. ВИНОГРАДОВА, С.В. ПЛЕХАНОВА*  
*N.A. VINOGRADOVA, S.V. PLEKHANOVA*

(Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: lisa-xumuk@yandex.ru

*В работе был проведен анализ свойств и показателей качества тканей медицинского назначения при помощи схемы Исикавы, составлен экспертный опрос по результатам ответов нескольких групп респондентов, медицинских работников и специалистов в области оценки качества тканей медицинского назначения.*

*In this article were analyzed characteristics and indicators of quality textiles for medical applications using the Ishikawa scheme. Also there was compiled an expert survey based on the responses of several groups of specialists, health care professionals and experts in the field of assessing the quality of medical fabrics.*

**Ключевые слова:** ткани медицинского назначения, определяющие показатели качества, экспертный опрос, схема Исикавы, коэффициент весо-мости, коэффициент конкордации, критерий Пирсона, антибактериальные свойства, воздухопроницаемость, стойкость к истиранию.

**Keywords:** medical fabrics, determining quality parameters, expert survey, the Ishikawa scheme, the conderability coefficient, the concordance coefficient, Pearson criterion, antibacterial properties, breathability, abrasion resistance.

Общая методика исследования сводилась к анализу и систематизации свойств и показателей качества тканей [1] для медицинских работников с использованием методов системного анализа, а именно причинно-следственной схемы (схемы Исикавы) [2...4]. Априорно устанавливали максимально возможный перечень показателей качества и их взаимосвязь. С использованием схемы Исикавы выбрали номенклатуру ОПК. Количественная оценка значимости ПК тканей медицинского назначения была проведена с использованием экспертного метода, суть которого сводилась к следующим этапам: организация опроса; проведение опроса; обработка результатов опроса и полученных оценок весо-мостей; анализ результатов [5].

В работе опрос проводили среди двух групп экспертов: среди специалистов, имеющих опыт работы по оценке качества тканей медицинского назначения (преподаватели вузов), и потребителей продукции (медицинские работники поликлиник). Целью такого подхода к выбору ОПК являлась оценка предлагаемых ПК экспертами, имеющими разное отношение к исследуемым тканям, и анализ полученных результатов.

Экспертный опрос проводили при помощи показателей качества, выбранных во втором туре обсуждения схемы Исикавы:  $X_1$  – линейная плотность пряжи;  $X_2$  – плотность ткани (число нитей на 100 мм);  $X_3$  – вид переплетения;  $X_4$  – поверхностная плотность ткани;  $X_5$  – сырьевой состав;  $X_6$

– разрывная нагрузка;  $X_7$  – несминаемость;  $X_8$  – стойкость к истиранию;  $X_9$  – пиллингуемость;  $X_{10}$  – гигроскопичность;  $X_{11}$  – воздухопроницаемость;  $X_{12}$  – устойчивость окраски к различного рода воздействиям;  $X_{13}$  – антибактериальные свойства;  $X_{14}$  – усадка после стирки;  $X_{15}$  – соответствие художественно-колористического оформления, структуры, отделки современному направлению моды;  $X_{16}$  – степень белизны. Экспертам предоставлялась возможность дополнить предлагаемый список новыми показателями.

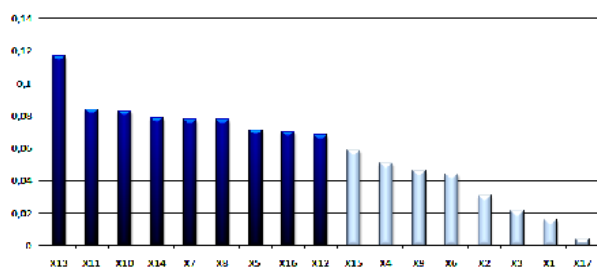


Рис. 1

Результаты определения значимости показателей качества тканей медицинского назначения для различных групп экспертов представлены на рис. 1 (эксперты-преподаватели) и 2 (эксперты – медицинские работники), выделены определяющие показатели качества, для которых  $Z_i \geq 1/n$ , где  $Z_i$  – коэффициент весомости,  $n$  – число показателей качества.

Оценку согласованности мнений специалистов по отдельным показателям проводили по величине среднего квадратического отклонения. Для установления границ различных градаций согласованности рекомендовано использовать среднее значение среднего квадратического ( $\bar{\sigma}_R$ ) отклонения с учетом гарантийной ошибкой ( $m_\sigma$ ):

$$m_\sigma = \frac{t\bar{\sigma}_R}{\sqrt{2m}},$$

где  $t$  – коэффициент, определяемый в зависимости от числа испытаний.

Если  $\sigma_R < \bar{\sigma}_R - m_\sigma$ , согласованность будет считаться хорошей; если значение  $\sigma_R$

Обработка результатов экспертного опроса сводилась к подсчету коэффициентов конкордации, оценке значимости по критерию Пирсона и определению коэффициентов весомостей оцениваемых показателей. Оценивалась согласованность мнений экспертов по отдельным показателям.

Для двух групп экспертов с вероятностью 0,95 получена значимая, хорошая согласованность (для экспертов-преподавателей 0,62, для экспертов-медиков 0,61).

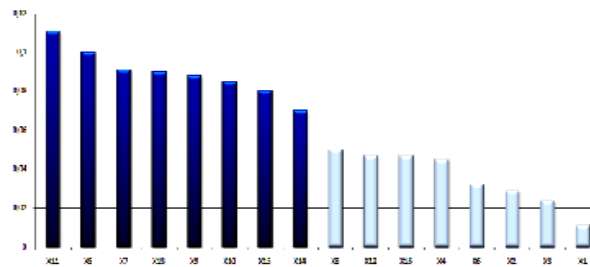


Рис. 2

находится в пределах гарантийной ошибки средней величины среднего квадратического отклонения  $\bar{\sigma}_R - m_\sigma < \sigma_R < \bar{\sigma}_R + m_\sigma$  – средняя согласованность, если  $\sigma_R > \bar{\sigma}_R + m_\sigma$  – низкая.

Для опроса, проведенного среди экспертов-преподавателей, хорошая согласованность получилась для антибактериальных свойств, вида переплетения; низкая согласованность отмечается для сырьевого состава, устойчивости окраски к различным воздействиям. У экспертов-медиков хорошая согласованность получилась для воздухопроницаемости; низкая согласованность отмечается для стойкости к истиранию, устойчивости окраски к различным воздействиям.

Оценку степени согласованности мнений экспертов-преподавателей и экспертов-медиков проводили с использованием коэффициента ранговой корреляции  $\rho$  (по средним значениям рангов) и коэффициента парной корреляции  $r$  (по коэффициентам значимости показателей качества). В результате проведенных исследований выявлена схожесть во взглядах на значимость

ПК исследуемых тканей и отмечалась значимая, хорошая согласованность мнений экспертов. Об этом свидетельствует значительная величина коэффициента ранговой корреляции  $\rho = 0,87$  (при ошибке 0,06) и коэффициента парной корреляции  $r = 0,90$  (при ошибке 0,05).

При высокой согласованности мнений двух групп экспертов принималось среднее арифметическое значение коэффициентов значимости определяющих показателей качества тканей медицинского назначения.

Номенклатура определяющих показателей качества тканей медицинского назначения включает антибактериальные свойства (0,142), воздухопроницаемость (0,134), сырьевой состав (0,118), гигроскопичность (0,115), несминаемость (0,115), усадка после стирки (0,101), художественно-колористическое оформление (0,096), пиллингуемость (0,092), стойкость к истиранию (0,087).

## ВЫВОДЫ

Определяющими показателями качества для тканей медицинского назначения являются: антибактериальные свойства, воздухопроницаемость, сырьевой состав, гигроскопичность, несминаемость, усадка, художественно-колористическое оформ-

ление, пиллингуемость, стойкость к истиранию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. ГОСТ 15467. Управление качеством продукции. Основные понятия, термины и определения.
3. Варковецкий М.М. Количественные измерения качества продукции в текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1976.
4. Исикава К. Японские методы управления качеством / Сокр. перевод с англ./Под ред. А.В. Гличева – М.: Экономика, 1988.
5. Федюкин В.К. Управление качеством процессов. – СПб.: Питер, 2005.

## REFERENCES

1. Solov'ev A.N., Kirjuhin S.M. Ocenka i prognozirovanie kachestva tekstil'nyh materialov. – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1984.
2. GOST 15467. Upravlenie kachestvom produkcii. Osnovnye ponjatija, terminy i opredelenija.
3. Varkoveckij M.M. Kolichestvennye izmerenija kachestva produkcii v tekstil'noj promyshlennosti. – M.: Legkaja industrija, 1976.
4. Isikava K. Japonskie metody upravlenija kachestvom / Sokr. perevod s angl./Pod red. A.V. Glicheva – M.: Jekonomika, 1988.
5. Fedjukin V.K. Upravlenie kachestvom processov. – SPb.: Piter, 2005.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 02.02.15.

УДК 677.024:004.9

## ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСПОЗНАВАНИЯ ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ\*

## FORMING OF INFORMATIVE PARAMETERS RECOGNITION OF FIBROUS STRUCTURE OF TEXTILE MATERIALS

*Е.Э. САМСОНОВ, С.А. ВАХОНИНА, А.Ю. МАТРОХИН*  
*E.E. SAMSONOV, S.A. VAKHONINA, A.YU. MATROKHIN*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: mtsm@ivgpu.com

\* Работа выполнена по гранту Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД-2656.2013.8).

*Проведен анализ методов количественного и качественного распознавания волокнистого состава текстильных материалов. И в развитие метода ИК-спектроскопии предложен информативный критерий установления принадлежности исследуемых веществ к определенному классу.*

*The analysis of methods of quantitative and qualitative recognition of fibrous structure of textile materials. In the development of the method of IR-spectroscopy offered informative criterion identify the investigated substances to a certain class.*

**Ключевые слова:** текстильные материалы, смеси натуральных и химических волокон, волокнистый состав, ИК-спектроскопия, критерии распознавания.

**Keywords:** textile materials, mixtures of natural and chemical fibers, fiber composition, IR-spectroscopy, criteria for recognition.

Актуальность задачи по распознаванию состава высокомолекулярных веществ, образующих текстильные материалы, связана с необходимостью правильной их идентификации и оценки качества. Проблемы идентификации, качественного и количественного анализа текстильных материалов важны для конечных потребителей, швейных предприятий, текстильных компаний, а также для органов государственной таможенной службы, регулирующих экономические отношения в сфере международной торговли. Сферы применения

соответствующих методов включают правильный выбор материалов для одежды, интерьера и технических изделий; выбор условий отделки, химической чистки; сертификацию продукции и определение ее потребительской ценности.

Сложность точной идентификации применяемых веществ в составе текстильных материалов обусловлена их многообразием как в самом материале волокон, так и во вспомогательных (сопутствующих) технологических материалах.

Т а б л и ц а 1

Группа методов	Область применения	Сущность основных операций	Достоинства	Недостатки
1. Органолептические [1]	Образовательная деятельность, розничная торговля	1. Осмотр поверхности 2. Ручная проба на смятие 3. Поджигание материала и оценка характера запаха и остатка	Отсутствие дорогостоящих приборов	Низкая информативность; высокая субъективность
2. Микроскопические [1]	Исследовательские цели, приемочный контроль	1. Рассматривание под микроскопом продольных видов и поперечных срезов волокон 2. Сравнение изображения с эталонами	Возможность численной оценки состава	Высокая трудоемкость, недостаточный объем выборки
3. Химические [2]	Приемочный и производственный контроль в промышленном масштабе, внешнеторговые операции, криминалистика	1. Воздействие реагентов (индикаторов) различной природы по заданному алгоритму 2. Наблюдение за химической реакцией, анализ полученных продуктов	Возможность подбора методики к различным видам веществ и их смесей	Потребность в химических реактивах, высокая трудоемкость, потенциальная опасность для исследователя
4. Физические [3]	Исследовательские цели, криминалистика	1. Подготовка пробы (образца) 2. Оценка способности образца к поглощению и испусканию энергии (спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, термический анализ)	Высокая информативность, оперативность, мобильность.	Необходимость в дорогостоящем оборудовании



В настоящее время существует целый ряд методов количественной и качественной оценки состава текстильных материалов (табл. 1).

Наиболее перспективными среди представленных групп методов являются физические методы, а именно спектральный анализ. Спектральный анализ позволяет определить атомарный и молекулярный состав веществ, а также проведение качественного обнаружения отдельных компонентов анализируемой пробы и количественного определения вспомогательных материалов.

Применительно к задачам исследования природы текстильных веществ повсеместно используется инфракрасная спектроскопия (ИКС), то есть раздел оптической спектроскопии, включающий получение, исследование и применение спектров испускания, поглощения и отражения в инфракрасной (ИК) области спектра (500...4000 см<sup>-1</sup>). Инфракрасная спектроскопия занимается, главным образом, изучением молекулярных спектров веществ, так как в инфракрасной области расположено большинство колебательных и вращательных спектров молекул. Вместе с тем в ряде работ использование данного метода ограничивается получением спектрограммы, а дальнейшая идентификация веществ производится экспертным путем [4]. Объективное (без участия человека) распознавание таких сложных веществ, как полимеры, образующие текстильные волокна, требует автоматизированного применения различных признаков, проявляющихся в спектрограммах и пригодных для сравнительного анализа.

С математической точки зрения анализ спектрограмм относится к операциям с нечеткими множествами [5]. В нечетких системах элементы могут частично принадлежать к любому множеству, а степень принадлежности к конкретному множеству представляет собой интеграл некоторой характеристической функции, определяющей расхождение между отдельными элементами сравниваемых множеств.

Предлагаемое решение состоит в разработке универсального критерия, сущность которого заключается в количественном представлении обобщенной дискретной функции в виде разности спектрограмм исследуемого и "эталонного" спектра по всему диапазону применимых частот.

В качестве такого критерия предложено использовать среднее относительное отклонение спектральной плотности мощности поглощения ИК-излучения:

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n |I_i - I_i^*|}{n I_{\max}}, \quad (1)$$

где  $I_i$  – значение спектральной плотности мощности поглощения исследуемого вещества для  $i$ -й частоты (длины волны);  $I_i^*$  – базовое (эталонное) значение спектральной плотности мощности поглощения известного вещества для  $i$ -й частоты (длины волны);  $I_{\max}$  – максимальное значение спектральной плотности мощности поглощения исследуемого вещества;  $n$  – количество замеров спектральной плотности мощности поглощения в диапазоне ИК-спектра (определяется дискретностью полученного спектра).

Необходимым условием определения предложенного критерия является наличие базы данных ИК-спектров для определенного набора веществ (например, целлюлозы, кератина, полиэтилентерефталата и др.).

В результате проведенных сравнительных исследований ИК-спектров различных веществ установлены значения показателя  $\bar{\delta}$ , характерные для идентичных, схожих и различных классов веществ. На основе этих данных, получена возможность – определить шкалу соответствия веществ (рис. 1).

Для апробации предложенного показателя и критериев распознавания проведена оценка идентичности четырех образцов: А – полиэтилентерефталат "медиум" (вещество – эталон); В – полиэтилентерефталат,

идентичный эталону; С – полиэтилентерефталат высокомолекулярный "hard"; D – целлюлоза после обработки 10%-ной сер-

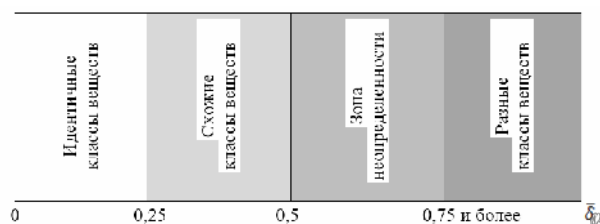


Рис. 1

Результаты расчета показателя  $\bar{\delta}$  указанных образцов относительно вещества-эта-

ной кислотой. В качестве исходных данных взяты спектрограммы [4], [6], представленные на рис. 2.

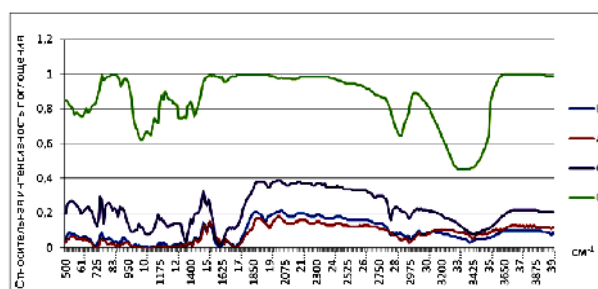


Рис. 2

лона А сведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование исследуемого вещества	Значение $\bar{\delta}$
Полиэтилентерефталат, идентичный эталону	0,13
Полиэтилентерефталат высокомолекулярный (hard)	0,43
Целлюлоза после обработки 10%-ной серной кислотой	0,78

Таким образом, установлена достаточная чувствительность предложенного критерия к вариациям состава (природы) исследуемых образцов, что позволяет использовать его в целях автоматизированной идентификации классов веществ. При наличии необходимой базы ИК-спектров различных веществ эталонов появляется возможность экспресс-анализа вида и содержания веществ не только в однородных материалах, но и в волокнистых смесях.

## ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ методов количественного и качественного распознавания волокнистого состава текстильных материалов.

2. В развитие метода ИК-спектроскопии предложен информативный критерий установления принадлежности исследуемых веществ к определенному классу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение (исходные текстильные материалы). – М.: Легпромбытиздат, 1985.

2. Кричевский Г.Е. Качественный и количественный анализ волоконного состава текстильных материалов. – М.: МГТУ им А.Н. Косыгина, 2002.

3. Дроздов Ю.В. Спектральный анализ свойств льнотресты перед ее механической обработкой // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4С. С. 33...36.

4. Фролова С.В. Структура и физико-химические свойства целлюлозы, деструктированной кислотами Льюиса: Дис...канд. хим. наук. – Иваново: Институт химии растворов РАН, 2009.

5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002.

6. Киселев М.В., Смирнов А.А., Лантев И.А. Применение ИК-спектроскопии в исследовании структуры и свойств материала "Холлофайбер" // Сб. мат. межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов: Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (ПОИСК - 2013). Часть 2. – Иваново: ТИ ИВГПУ, 2013. С. 120...121.

## REFERENCES

1. Kugin G.N., Solov'ev A.N. Tekstil'noe materialovedenie (ishodnye tekstil'nye materialy). – М.: Legprombytizdat, 1985.

2. Krichevskij G.E. Kachestvennyj i kolichestvennyj analiz volokonnoego sostava tekstil'nyh materialov. – М.: MGТУ im A.N. Kosygina, 2002.

3. Drozdov Ju.V. Spektral'nyj analiz svojstv l'notresty pered ee mehanicheskoj obrabotkoj // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2006, № 4S. S. 33...36.

4. Frolova S.V. Структура и физико-химические свойства целлюлозы, деградированной кислотами L'юиса: Дис...канд. хим. наук. – Иваново: Институт химии растворов РАН, 2009.

5. Osovskij S. Nejrornyie seti dlja obrabotki informacii. – М.: Финансы и статистика, 2002.

6. Kiselev M.V., Smirnov A.A., Laptev I.A. Primenenie IK-spektroskopii v issledovanii struktury i svojstv materiala "Hollofajber" // Sb. mat. mezhvuz. nauch.-tehn. konf. aspirantov i studentov: Molodye

uchenye – razvitiyu tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (POISK - 2013). Chast' 2. – Ivanovo: TI IVGPU, 2013. S. 120...121.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 04.02.15.

УДК 677.017:677.074

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ШВОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗГИБА И СДВИГА КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ

### DEFINITION OF THE INFLUENCE OF THE SEAMS ON CHARACTERISTICS OF BENDING AND SHEAR OF COSTUME FABRICS

*V.V. ЗАМЫШЛЯЕВА, Н.А. СМІРНОВА*  
*V.V. ZAMYSHLYAEVA, N.A. SMIRNOVA*

(Костромской государственный технологический университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: tmchp1@kstu.edu.ru

*Для оценки влияния швов на характеристики изгиба и сдвига костюмных тканей предложены единичные показатели – жесткость, коэффициент формоустойчивости и комплексный показатель. Проведены исследования тканей костюмных камвольных, льняных и из химических волокон, установлено влияние швов.*

*Individual indicators – hardness and coefficient of shape stability and comprehensive indicator are offered for asses the influence of seams on the characteristics of bending and shear costume fabrics. Costume worsted fabrics, costume linen fabrics and costume fabrics of chemical fibers are researched and influence of the seams was indicated.*

**Ключевые слова:** костюмные ткани, швы, изгиб, сдвиг, жесткость, формоустойчивость.

**Keywords:** costume fabric, seams, bending, shear, hardness, shape stability.

Объектами наблюдений и испытаний служили швы и костюмные ткани: камвольные, льняные и из химических волокон [1...5], характеристики которых представлены в табл. 1. Швы стачные выпол-

нены армированными лавсановыми швейными нитками 35лД, позволяющими получить упругие швы с рациональной жесткостью на изгиб [6]; частота строчки – 4 стежка на 1 см.

Таблица 1

№	Переплетение	Волокнистый состав		Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Линейная плотность, текс		Количество нитей на 10см	
		основа	уток		T <sub>o</sub>	T <sub>y</sub>	П <sub>o</sub>	П <sub>y</sub>
1	Плотняное	лен		186	71	65	130	170
2	Саржевое	шерсть-55%	ПЭ-45%	245	22x 2	22x 2	314	268
3	Мелкоузорчатое	ПЭ-63%, ВВис-37%	ПЭ-63%, ВВис-34%, ПУ-3%	170	20x2	25x2	230	169

Результаты исследований жесткости при изгибе (рис. 1-а) и сдвиге (рис. 1-б) костюмных тканей и швов показали, что высокая способность к сопротивлению деформациям изгиба и сдвига наблюдается у льняной ткани. Жесткость при изгибе

льняной ткани в 2 раза выше, чем камвольной ткани, и в 1,5 раза выше, чем ткани из химических волокон. Жесткость при сдвиге нитей камвольной ткани в 1,8 раза ниже, чем льняной ткани, и в 1,3 раза ниже, чем ткани из химических волокон.

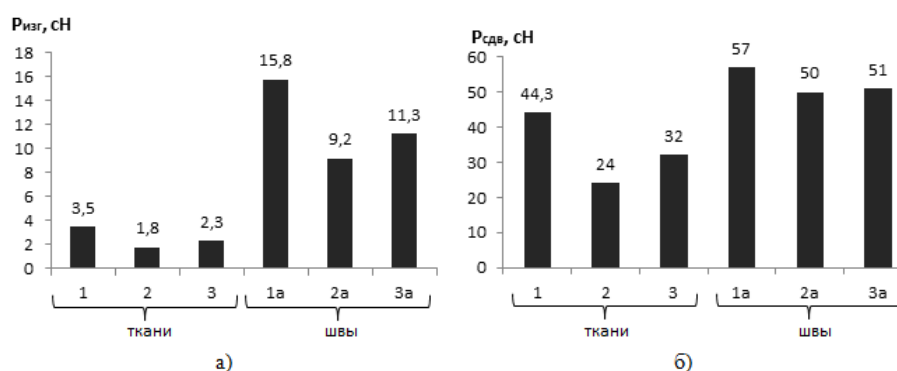


Рис. 1

Высокая жесткость льняной ткани обусловлена не только волокнистым составом, но и переплетением. Плотняное переплетение имеет большее число взаимных перекрытий, увеличивающих связность структуры ткани, что способствует повышению способности противостоять деформациям изгиба. Короткие перекрытия плотняного переплетения препятствуют смещению нитей основы и утка относительно друг друга и увеличивают жесткость при деформации сдвига. На низкую жесткость камвольной ткани при изгибе и сдвиге влияют волокнистый состав и саржевое переплетение с более длинными перекрытиями, чем у плотняного и мелкоузорчатого переплетений, облегчающими возможность смещения нитей основы и утка.

Наличие швов повышает способность костюмных тканей сопротивляться деформациям изгиба и сдвига. Жесткость швов при изгибе значительно превышает жест-

кость тканей, на которых они выполнены: льняной ткани – в 4,5 раза, камвольной ткани и ткани из химических волокон – порядка 5 раз. Наличие шва увеличивает жесткость при сдвиге льняной ткани в 1,4 раза, камвольной – в 2 раза, ткани из химических волокон – в 1,6 раза. Швы, увеличивая жесткость при изгибе и сдвиге, обеспечивают стабильность силуэтных линий изделий.

Ткань из химических волокон имеет низкую способность восстанавливаться после снятия деформации изгиба ( $K_{\text{физг}}=0,6$ ) и сдвига ( $K_{\text{фсдв}} = 0,62$ ). Формоустойчивость швов при изгибе на тканях из химических волокон также низкая ( $K_{\text{физг}}=0,5$ ). Швы на камвольных и льняных тканях обладают высокой формоустойчивостью при изгибе и сдвиге (рис. 2 – коэффициенты формоустойчивости костюмных тканей и швов: а) – при изгибе; б) – при сдвиге).

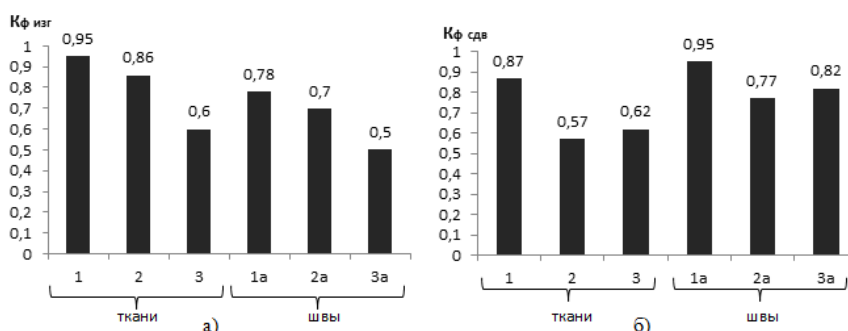


Рис. 2

Коэффициенты формоустойчивости при сдвиге (0,95 и 0,77) свидетельствуют об отсутствии перекоса нитей в области швов и обеспечивают сохранение формы изделий костюмной группы из камвольных и льняных тканей.

Для экспрессной оценки влияния швов на характеристики изгиба и сдвига определены комплексные показатели формоустойчивости  $K_{\phi}$ , аналогичные используемым для материалов [7], и представлены в табл. 2.

Таблица 2

Ткани				Швы			
Номер ткани	$K_{\text{физг}}$	$K_{\text{фсдв}}$	Комплексный показатель $K_{\phi} = \sqrt{K_{\phi_{\text{и}}} K_{\phi_{\text{с}}}}$	Номер шва	$K_{\text{физг}}$	$K_{\text{фсдв}}$	Комплексный показатель $K_{\phi} = \sqrt{K_{\phi_{\text{и}}} K_{\phi_{\text{с}}}}$
1	0,95	0,87	0,91	1а	0,78	0,95	0,86
2	0,86	0,57	0,70	2а	0,70	0,77	0,73
3	0,60	0,62	0,61	3а	0,50	0,82	0,64

Комплексные показатели швов на камвольных и льняных тканях, так же как и тканей, высокие (0,73 и 0,86). Низкую формоустойчивость имеют швы на тканях из химических волокон. Комплексные показатели тканей и швов различаются не более чем на 5 %, поэтому прогнозирование характеристик изгиба и сдвига швов костюмных тканей возможно осуществлять по аналогичным характеристикам тканей.

Результаты проведенных исследований представляют собой справочные сведения по конфекционированию материалов для изделий костюмной группы. Полученная информация дает возможность прогнозирования стабильности силуэтных линий в одежде и оценки наличия перекоса нитей от их сдвига и является полезной для проектирования конкурентоспособной одежды.

## ВЫВОДЫ

1. Влияние швов на характеристики изгиба и сдвига костюмных тканей предлагается оценивать по комплексному показателю и единичным показателям – жесткости и коэффициенту формоустойчивости.
2. Показана возможность прогнозирования перекоса нитей в деталях одежды и стабильности силуэтных линий швейных изделий по характеристикам изгиба и сдвига тканей и швов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 2422822 РФ, МПК G01N 33/36. Способ определения релаксационных свойств материалов при изгибе / Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В. и др. Оpubл. 2011. Бюл. № 18.
2. Добрынина Н.Н., Смирнова Н.А., Замышляева В.В., Лапшин В.В. Автоматизированный метод и устройство для исследования показателей качества тканей при сдвиге нитей // Современные проблемы науки и образования. – 2014, №6; URL: [www.science-education.ru/120-16521](http://www.science-education.ru/120-16521).

3. Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Козловский Д.А. Автоматизированное устройство для определения жесткости и упругости материалов и пакетов материалов // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2004, №9. С. 32...34.

4. Лапшин В.В., Козловский Д.А. Управляющая программа определения показателей жесткости и упругости текстильных материалов "Hardness" // Аннотированный каталог средств программного обеспечения, применяемого в КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2004.

5. Лапшин В.В., Орлов В.А., Смирнова Н.А. Управляющая программа исследования формовочных свойств ткани и трикотажа "Formability" // Аннотированный каталог средств программного обеспечения, разработанных в КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2009.

6. Бузов Б.А., Смирнова Н.А. Швейные нитки и клеевые материалы для одежды. – М.: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2013.

7. Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В. Комплексная оценка формоустойчивости материалов // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2013, №2. С. 38...41.

jstvo dlja issledovanija pokazatelej kachestva tkaney pri sdvige nitej // Sovremennyye problemy nauki i obrazovanija. – 2014, №6; URL: [www.science-education.ru/120-16521](http://www.science-education.ru/120-16521).

3. Lapshin V.V., Smirnova N.A., Kozlovskij D.A. Avtomatizirovannoe ustrojstvo dlja opredelenija zhestkosti i uprugosti materialov i paketov materialov // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2004, №9. S. 32...34.

4. Lapshin V.V., Kozlovskij D.A. Upravljajushhaja programma opredelenija pokazatelej zhestkosti i uprugosti tekstil'nyh materialov "Hardness" // Annotirovannyj katalog sredstv programmnoho obespechenija, primenjaemogo v KGTU. – Kostroma: KGTU, 2004.

5. Lapshin V.V., Orlov V.A., Smirnova N.A. Upravljajushhaja programma issledovanija formovochnyh svojstv tkani i trikotazha "Formability" // Annotirovannyj katalog sredstv programmnoho obespechenija, razrabotannyh v KGTU. – Kostroma: KGTU, 2009.

6. Buzov B.A., Smirnova N.A. Shvejnye nitki i kleevyje materialy dlja odezhdy. – M.: ID "FORUM": INFRA-M, 2013.

7. Zamyshljaeva V.V., Smirnova N.A., Lapshin V.V. Kompleksnaja ocenka formoustojchivosti materialov // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2013, №2. S. 38...41.

#### REFERENCES

1. Patent 2422822 RF, MPK G01N 33/36. Sposob opredelenija relaksacionnyh svojstv materialov pri izgibe / Zamyshljaeva V.V., Smirnova N.A., Lapshin V.V. i dr. Opubl. 2011. Vjul. № 18.

2. Dobrynina N.N., Smirnova N.A., Zamyshljaeva V.V., Lapshin V.V. Avtomatizirovannyj metod i ustro-

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 05.02.15.

УДК 677:67.014/017

## ТЕКСТИЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПЕРЕД ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ РЫВКОМ

### TEXTILE MATERIALS BEFORE TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH

*Б.Н. ГУСЕВ, А.Ю. МАТРОХИН*  
B.N. GUSEV, A.YU. MATROKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: [mtsm@ivgpu.com](mailto:mtsm@ivgpu.com)

*Определены основные направления совершенствования ассортимента текстильных материалов и изделий, методов оценки их свойств с учетом Стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года. Дана характеристика существующего научного и кадрового потенциала в области текстильного материаловедения.*

*The main directions of improving the range of textile materials and products, methods of evaluation of their properties with the strategies of development of light industry in Russia for the period up to 2020. The characteristics of the existing scientific and human potential in the field of textile materials science.*

**Ключевые слова:** материаловедение, текстиль, легкая промышленность, стратегия развития, научный потенциал.

**Keywords:** materials, textiles, light industry, development strategy, research potential.

Текстильная и легкая промышленность Российской Федерации является важнейшим сектором экономики, обеспечивающим укрепление обороноспособности, экономической, социальной и интеллектуальной безопасности страны, а также сохранение ее статуса суверенной индустриальной державы. Наибольший удельный вес (около 75%) в ассортиментной структуре по объему вырабатываемой продукции занимают текстильная, швейная и меховая отрасли, причем доля текстильной продукции составляет до 45% [1].

Спектр потребляемой текстильной продукции охватывает изделия и материалы потребительского, производственно-технического и специального назначения, в том числе для повседневных бытовых нужд населения, для медицины, гигиены и укрепления здоровья, для защиты населения от воздействий окружающей среды и последствий техногенных катастроф, для разнообразных технических целей: в стройиндустрии, в аэрокосмической отрасли, в машиностроении, в армии и силовых структурах, в рыболовстве и рыбоводстве. Учитывая значительную роль текстильной отрасли в обеспечении стратегической безопасности, занятости трудоспособного населения и повышении его жизненного уровня в новых геополитических условиях, ведущие мировые страны уделяют особое внимание ее развитию и оказывают ей существенную инвестиционную поддержку. Вместе с тем для России до настоящего времени такая политика не являлась характерной, поэтому удовлетворение потребностей населения в соответствующих товарах происходит в основном за счет импорта. По данным различных источников [2] в Россий-

ской Федерации доля легкой промышленности в структуре валового внутреннего продукта (ВВП) в течение последнего десятилетия не превышала 0,4...0,6%. В то же время в США эта доля составляет около 4%, в Германии и Франции – 6...8%, в Италии – 12%, в Португалии – 22%. В КНР текстильная промышленность является одной из основ национальной экономики и составляет 21% от ВВП. Необходимость изменения текущей ситуации ставит перед текстильной отраслью России новые вызовы, ответы на которые потребуют новых подходов и мер как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

Рассматривая пути повышения конкурентных преимуществ отечественной текстильной промышленности в контексте Стратегии развития легкой промышленности России [1], можно заметить, что одним из важных механизмов воздействия является материаловедческий аспект. Целый ряд мероприятий Стратегии связан с расширением ассортимента, приданием новых и улучшением имеющихся свойств текстильных материалов и изделий, а также с вопросами оценки их качества. Так, согласно содержанию первого мероприятия Стратегии предполагается и осуществляется:

- сравнительная оценка качества и потребительских показателей российской продукции и зарубежных аналогов;
- разработка технических регламентов, определяющих требования к безопасности и качеству продукции и процессам ее производства;
- разработка ассортиментной концепции по созданию качественной продукции нового поколения широкого спектра

применения, в том числе: товаров потребительского назначения, которые по комфортности, функциональным, гигиеническим и медико-биологическим свойствам будут превосходить импортные аналоги; изделий элитного сегмента высокой степени готовности; многофункционального модульного комплекта защитной одежды для проведения аварийных работ в условиях повышенного радиоактивного излучения, повышенных температур и химически агрессивных сред; инновационного ассортимента технического, в том числе "умного" текстиля, изделий технического и оборонного назначения с улучшенными эксплуатационными характеристиками и защитными свойствами.

Технологическая поддержка данных задач предусмотрена за счет выполнения второго мероприятия Стратегии, а именно технического перевооружения и модернизации производства и реализации пилотных инвестиционных проектов. Наиболее масштабными по задачам модернизации текстильных и швейных производств, внедрения прогрессивных технологий, развития межотраслевой и межтерриториальной кооперации являются пилотные инвестиционные проекты Ивановской, Вологодской, Костромской, Ярославской, Волгоградской, Ульяновской областей и Республики Татарстан.

Прослеживается значительное представительство материаловедческих задач и в третьем мероприятии Стратегии в части развития инновационной и научной деятельности. Речь идет о разработке массового ассортимента инновационных продуктов с высокой добавленной стоимостью, отличающихся:

- экологической безопасностью;
- наличием заданных функциональных свойств (терапевтических, противоопухолевых, обезболивающих, противоаллергенных, огнестойких, биоактивных и др.);
- повышенной комфортностью и привлекательностью;
- повышенными эксплуатационными свойствами (огнестойкостью, морозо-

стойкостью, масло- и бензостойкостью, долговечностью);

- способностью к использованию по двойному назначению для укрытия техники и для защиты людей, работающих в экстремальных условиях, в аварийных и других ситуациях.

Текущую ситуацию в инновационной сфере можно охарактеризовать таким образом, что некоторые технологические достижения опережают существующие материаловедческие возможности и стандартизованные нормативы. Уже появилась отечественная продукция с антимикробными свойствами, проведены поисковые работы по созданию биологически активных наноструктурированных полимерно-текстильных материалов с "дышащими" и водонепроницаемыми покрытиями на основе полимеров. Выработаны образцы экранящих тканей на основе использования наноструктурного ферромагнитного микропровода и метода магнетронного распыления металлов. Обоснован универсальный метод введения модифицирующих добавок в полимерные пленки и волокна, позволяющий получать широкий спектр новых негорючих полимерных материалов, обеспечивающих надежную противопожарную безопасность. Резко активизируются работы по созданию нового ассортимента "умного текстиля", такие материалы должны уметь "следить" за сердечным ритмом человека, вводить, если необходимо, соответствующие лекарства или купировать раны, сигнализировать о самочувствии больного. Одежда из "умных" тканей должна самоочищаться, поддерживать требуемую температуру в пододежном пространстве, нейтрализовать химические отравляющие вещества, обладать свойствами бронежилета. Ткани-"хамелеоны" способны изменять свой цвет в зависимости от внешних факторов. Вместе с тем реализация подобных решений достаточно сложна и пока не осуществлена полностью.

Важную роль в поступательном инновационном развитии текстильной промышленности должна сыграть объективная и достоверная оценка достигнутого технического



уровня материалов и изделий, которая обеспечивается системой теоретических, методических, нормативных, технических и метрологических разработок.

Острая необходимость совершенствования методов оценки качества наблюдается и в сфере обеспечения легкой промышленности сырьевыми ресурсами. В соответствии с программой мероприятий пятой и седьмой позиций Стратегии ведется разработка требований к качеству сырьевых ресурсов, в том числе химических волокон и нитей, красителей и текстильных вспомогательных веществ; активизируются меры по защите российского рынка от нелегального импорта и контрафакта, в том числе за счет жесткого госконтроля за качеством импортируемых товаров.

В реализации обозначенных стратегических планов и решении практических задач свою определяющую роль должна сыграть отраслевая и вузовская наука. На сегодняшний день научное сообщество в области текстильного материаловедения представлено целым рядом признанных научных школ. Среди них следует выделить коллективы ученых МГУДТ, ИВГПУ, КГТУ, КНИТУ, СПГУТД, которые ведут свои разработки по таким научным направлениям, как:

- исследование, прогнозирование и стандартизация свойств текстильных материалов и изделий технического и специального назначения (проф. Шустов Ю.С., проф. Кирюхин С.М.) [3], [4];

- теоретическое описание, математическое моделирование и экспериментальное исследование напряженного состояния (механики) текстильных нитей и полотен (проф. Щербakov В.П.) [5];

- создание инновационных материалов и изделий нового поколения на основе полимеров и композитов (проф. Николаев С.Д.) [6];

- разработка методов и средств исследования свойств и оценки качества материалов и изделий легкой промышленности (проф. Кирсанова Е.А.) [7];

- моделирование структуры и процессов эксплуатации текстильных материалов на основе применения современных ин-

формационных технологий (проф. Севостьянов П.А.) [8];

- совершенствование классификации текстильных материалов (изделий) и формирование универсальной методологии количественной оценки их качества (проф. Гусев Б.Н.) [9];

- проектирование автоматизированных комплексов по экспресс-оценке качества текстильных материалов на основе современных информационных технологий и решение проблем их метрологического обеспечения (проф. Коробов Н.А.) [10];

- развитие методологии инструментальной оценки и прогнозирования свойств текстильных материалов в изделиях легкой промышленности (проф. Смирнова Н.А., проф. Койтова Ж.Ю.) [11], [12];

- теоретическое обоснование и имитационное моделирование свойств волокнистых и композиционных материалов с использованием универсальных программных систем инженерных расчетов (проф. Киселев М.В.) [13];

- разработка методов исследования и оптимизация морфологических и технологических свойств лубяных волокон (проф. Пашин Е.Л.) [14];

- совершенствование технологии создания ультратонких и нановолокон из широкого спектра органических веществ методом электроспиннинга (проф. Коробельников А.Р.) [15];

- создание научных основ и разработка новых высокоэффективных технологий физической и плазмохимической модификации материалов различной физической природы (проф. Абдуллин И.Ш.) [16];

- совершенствование методов теоретического исследования деформационных и релаксационных свойств полимерных и текстильных материалов (проф. Макаров А.Г.) [17];

- исследование фундаментальных и прикладных аспектов получения полимерных нанокомпозитов с комплексом прогнозируемых свойств (проф. Лысенко А.А.) [18];

- разработка механико-математических методов моделирования и физических методов исследования текстильных структур

для армирующих элементов композиционных материалов (проф. Рудин А.Е., проф. Шляхтенко П.Г.) [19] и др.

Имеющийся отечественный научный и квалификационный потенциал в области текстильного материаловедения позволяет надеяться на то, что масштабные задачи страны по ускоренному импортозамещению, в том числе текстильной продукции, будут поддержаны и реализованы на достаточно высоком уровне. Естественным условием для этого должна стать четкая взаимосвязь между положениями Стратегии и конкретными проектами, инициируемыми государственными и частными структурами на федеральном, региональном и местном уровнях.

## ВЫВОДЫ

Определены основные направления совершенствования ассортимента текстильных материалов и изделий, методов оценки их свойств с учетом Стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития легкой промышленности России на период до 2020 года / Утверждена Приказом Минпромторга РФ от 24.09.2009 №853.
2. Темнова Н.К. Модернизация текстильной отрасли. Кластерный подход // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С.5...11.
3. Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Федулова Т.Н., Асланян А.А. Исследование воздействия краски на ткани специального назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 1. С. 18...21.
4. Кузнецов М.Ю., Кирюхин С.М., Макарова Н.В. Определяющие показатели качества парашютных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 3. С. 12...15.
5. Щербаков В.П., Заваруев Н.В., Полякова Т.И., Панин А.И., Гончарова О.А. Теория и критерии устойчивости нити при вязании // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С. 63...69.
6. Николаев С.Д., Сильченко Е.В. Новая ткань для защиты человека от воздействия электромагнитных полей // Вестник Димитровградского инженерно-технологического института. – 2014, № 1. С. 122...127.

7. Лисиенкова Л.Н., Кирсанова Е.А. Исследование деформационных свойств материалов для одежды методом циклического сжатия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 4. С. 15...18.

8. Севостьянов П.А., Забродин Д.А. Компьютерное и математическое моделирование текстильных материалов. – М.: МГУДТ, 2013.

9. Гончаренко Ю.А., Шаломин О.А., Гусев Б.Н. Формирование методического обеспечения для построения базы данных смесовых тканых полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2. С. 162...165.

10. Буйлов П.В., Коробов Н.А. Совершенствование емкостного метода измерения линейной плотности текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С. 156...159.

11. Томилова М.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В. Оценка способности материалов к изготовлению плетеных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С. 17...20.

12. Борисова Е.Н., Койтова Ж.Ю. Исследование абразивного воздействия волосяного покрова овчин на поверхность материалов пододежного слоя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 1. С. 29...32.

13. Бенецкая В.В., Селиверстов В.Ю., Киселев А.М., Рудовский П.Н., Киселев М.В. Моделирование структуры тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С. 23...28.

14. Румянцева И.А., Пашин Е.Л. Системы контроля параметров качества льнотресты для управления процессом ее переработки. – Кострома: КГТУ, 2014.

15. Корабельников А.Р., Потехин В.М., Шутова А.Г. Устройство для получения полимерных нано-и микроволокон и исследования его работы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 1. С. 127...132.

16. Гришанова И.А., Абдуллин И.Ш., Мигачева О.С. Формирование адсорбционной пленки на поверхности синтетических волокон в низкотемпературной плазме // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. Т. 17. № 9. С. 25...27.

17. 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, Т. 23. №1. С. 19...23.

18. Перминов Я.О., Житенева Д.А., Лысенко А.А. Морфология и некоторые свойства углеродных волокон из полиакрилонитрила // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2013, № 4. С. 3...6.

19. Сухарев П.А., Шляхтенко П.Г., Рудин А.Е., Кофнов О.В. Безаппаратный метод дифракционного контроля параметров текстильных материалов

по компьютерным изображениям // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013. Т. 19, № 1. С. 23...25.

#### REFERENCES

1. Strategija razvitija legkoj promyshlennosti Rossii na period do 2020 goda / Utverzhdena Prikazom Minpromtorga RF ot 24.09.2009 №853.
2. Temnova N.K. Modernizacija tekstil'noj otrasli. Klasternyj podhod // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 1. S.5...11.
3. Kurdenkova A.V., Shustov Ju.S., Fedulova T.N., Aslanjan A.A. Issledovanie vozdejstvija kraski na tkani special'nogo naznachenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 1. S. 18...21.
4. Kuznecov M.Ju., Kirjuhin S.M., Makarova N.V. Opredelajushhie pokazateli kachestva parachjutnyh tkaney // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 3. S. 12...15.
5. Shherbakov V.P., Zavaruev N.V., Poljakova T.I., Panin A.I., Goncharova O.A. Teorija i kriterii ustojchivosti niti pri vjazanii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 3. S. 63...69.
6. Nikolaev S.D., Sil'chenko E.V. Novaja tkan' dlja zashhity cheloveka ot vozdejstvija jelektromagnitnyh polej // Vestnik Dimitrovgradskogo inzhenerno-tehnologicheskogo instituta. – 2014, № 1. S. 122...127.
7. Lisienkova L.N., Kirsanova E.A. Issledovanie deformacionnyh svojstv materialov dlja odezhdy metodom ciklicheskogo szhatija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 4. S. 15...18.
8. Sevost'janov P.A., Zabrodin D.A. Komp'juternoe i matematicheskoe modelirovanie tekstil'nyh materialov. – M.: MGUDT, 2013.
9. Goncharenko Ju.A., Shalomin O.A., Gusev B.N. Formirovanie metodicheskogo obespechenija dlja postroenija bazy dannyh smesovyh tkanyh poloten// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 2. S. 162...165.
10. Bujlov P.V., Korobov N.A. Sovershenstvovanie emkostnogo metoda izmerenija linejnoj plotnosti tekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №2. S. 156...159.
11. Tomilova M.V., Smirnova N.A., Lapshin V.V. Ocenka sposobnosti materialov k izgotovleniju pletenyh izdelij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 3. S. 17...20.
12. Borisova E.N., Kojtova Zh.Ju. Issledovanie abrazivnogo vozdejstvija volosjanogo pokrova ovchin na poverhnost' materialov pododezhnogo sloja // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 1. S. 29...32.
13. Beneckaja V.V., Seliverstov V.Ju., Kiselev A.M., Rudovskij P.N., Kiselev M.V. Modelirovanie struktury tkaney // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 3. S. 23...28.
14. Rumjanceva I.A., Pashin E.L. Sistemy kontrolja parametrov kachestva l'notresty dlja upravlenija processom ee pererabotki. – Kostroma: KGTU, 2014.
15. Korabel'nikov A.R., Potehin V.M., Shutova A.G. Ustrojstvo dlja poluchenija polimernyh nano- i mikrovolokon i issledovanija ego raboty // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 1. S. 127...132.
16. Grishanova I.A., Abdullin I.Sh., Migacheva O.S. Formirovanie adsorbcionnoj plenki na poverhnosti sinteticheskikh volokon v nizkotemperaturnoj plazme // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2014. T. 17. № 9. S.25...27.
17. 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, T. 23. №1. S. 19...23.
18. Perminov Ja.O., Zhiteneva D.A., Lysenko A.A. Morfologija i nekotorye svojstva uglerodnyh volokon iz poliakrilonitrila // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tehnologii i dizajna. Serija 1: Estestvennye i tehnicheckie nauki. – 2013, №4. S. 3...6.
19. Suharev P.A., Shljahtenko P.G., Rudin A.E., Kofnov O.V. Bezapparatnyj metod difrakcionnogo kontrolja parametrov tekstil'nyh materialov po komp'juternym izobrazhenijam // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2013. T. 19, №1. S. 23...25.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 02.06.15.

УДК 677.11: 620.1

**ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ НА РАЗРЫВ ЛЕНТЫ  
ИЗ КОРОТКОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА**

**ESTIMATION TENSILE STRENGTH TAPE  
FROM THE SHORT FLAX FIBER**

*А.В. КУЛИКОВ, Е.Л. ПАШИН, Е.В. СОБОЛЕВА*  
*A.V. KULIKOV, E.L. PASHIN, E.V. SOBOLEVA*

(Костромской государственной технологической университет,  
Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства)  
(Kostroma State University of Technology,  
All-Russian Research Institute of Mechanization of Flax Production)  
E-mail: info@kstu.edu.ru

*Получена модель, определяющая взаимосвязь между разрывным усилием волокнистой ленты и длиной составляющих ее волокон, значения которых распределены по нормальному закону. Для получения модели применен метод имитационного моделирования.*

*A model that defines the relationship between the breaking strength of the sliver and the length of its constituent fibers, whose values are normally distributed. For the model, the method of simulation.*

**Ключевые слова:** лен, волокно, лента, имитационное моделирование, разрывное усилие, длина.

**Keywords:** flax, fiber, tape, simulation, breaking strength, length.

В целях совершенствования методов оценки качества лубоволокнистых полуфабрикатов [1...3] исследуем взаимосвязь между разрывным усилием ленты и средней длиной составляющих ее волокон. Для этого рассмотрим часть ленты длиной  $l$ . Допустим, что она состоит из  $n$  вертикальных слоев, не взаимодействующих с другими слоями, а ее поперечное сечение яв-

ляется квадратом со стороной  $b$  (рис. 1-а). Кроме этого допускаем, что волокна расположены параллельно друг другу и имеют одинаковый поперечный размер  $g$ .

Рассмотрим продольное сечение по одному из слоев ленты (рис. 1-б). Он содержит горизонтальные последовательности волокон, следующих друг за другом. Всего таких последовательностей  $n$ .

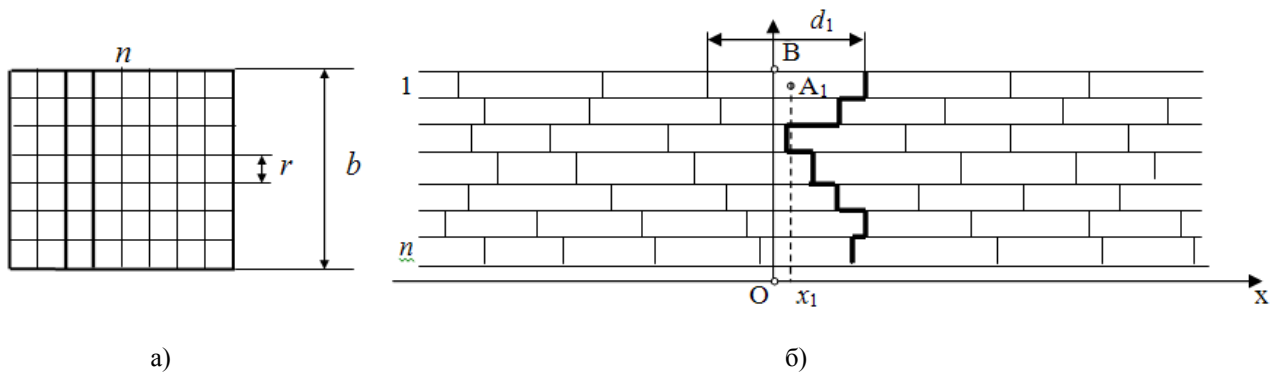


Рис. 1

В силу принятых допущений каждое волокно соприкасается только с волокнами, расположенными сверху и снизу. При взаимодействии друг с другом на волокно действуют силы трения-сцепления, которые направлены вдоль его оси в сторону, противоположную внешним силам. Под внешними силами понимаем те силы, которые прикладываются к ленте при ее разрушении путем разрыва.

Допустим, что давление  $p$  между последовательностями, возникающее под действием сил, уплотняющих ленту, распределено равномерно по длине ленты. Полагаем, что при разрыве ленты она размещается в осях координат с направлением оси  $Ox$  вдоль ленты. Нулевому значению координаты  $x$  будет соответствовать поперечное сечение ленты по плоскости  $OB$ .

Сила трения, действующая между соседними волокнами в слое, пропорциональна давлению, поперечному размеру волокна  $r$  и длине участка соприкосновения  $t$ :

$$F_1 = \mu prt, \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения волокна о волокно.

Вероятно, что разрыв всего рассматриваемого слоя ленты будет происходить по неопределенной линии (на рис. 1-б выделена жирным). Из формулы (1) следует, что разрывное усилие пропорционально сумме  $L$  длин горизонтальных участков этой линии:  $L = \sum_{i=1}^{n-1} t_i$ , где  $t_i$  – длина участ-

ка соприкосновения двух волокон, находящихся в  $i$ -й и  $(i+1)$ -й последовательности.

Эта сумма длин является случайной величиной, зависящей от длины отдельных волокон и их расположения относительно друг друга. Длина каждого волокна, в свою очередь, также случайная величина.

Для выявления параметров распределения длин волокон было исследовано 15 партий короткого льняного волокна, полученных на Шолоховском льнозаводе Костромской области. Волокна каждой партии подвергали штапельному анализу. В результате установлено, что закон распределения длины волокон близок к нормальному, что позволило определить точечные оценки параметров распределения длины волокон для разных партий короткого льняного волокна: среднее значение и коэффициент вариации (рис. 2).

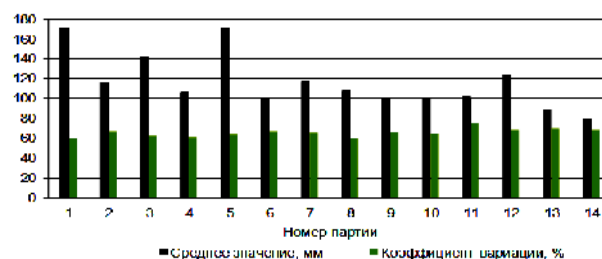


Рис. 2

Анализ полученных данных показал, что основным отличием исследуемых партий является варьирование средней длины волокон. Коэффициент вариации изменяется незначительно.

Таким образом, принимаем – длина волокна  $d$  это случайная величина с нормальным законом распределения:

$$p_d(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_d} e^{-\frac{(x-m_d)^2}{2\sigma_d^2}}, \quad (2)$$

где  $m_d$  – математическое ожидание;  $\sigma_d$  – среднее квадратическое отклонение.

Среднюю длину волокна можно считать равной математическому ожиданию  $m_d$ . Выразим длину  $L$  через длины отдельных волокон  $d_i$  ( $i$  – номер последовательности), входящих в поперечное сечение ОВ, а также через координаты их центров  $x_i$ . Середина волокна с одинаковой вероятностью может попасть в любую точку из промежутка  $(-d_i/2, d_i/2)$ . Поэтому координата  $x_i$  является равномерно распределенной с плотностью, равной:

$$p_{x_i}(x) = \frac{1}{d_i} \text{ при } -\frac{d_i}{2} \leq x \leq \frac{d_i}{2}. \quad (3)$$

Тогда среднюю длину  $L$  можно вычислить по формуле:

$$L = \sum_{i=1}^{n-1} \left| x_i + \frac{d_i}{2} - \left( x_{i+1} + \frac{d_{i+1}}{2} \right) \right|. \quad (4)$$

Из формулы (4) следует, что случайные величины  $d_i$  и  $x_i$  являются зависимыми. Поэтому нахождение аналитического выражения для закона распределения случайной величины  $L$  является трудоемкой задачей. Для нахождения среднего значения этой величины воспользуемся методом статистических испытаний Монте-Карло [3]. Алгоритм расчета длины  $L$  представлен на рис. 3. Он был реализован с помощью программы Microsoft Excel в целях определения среднего значения величины  $L$  при различных значениях средней длины волокна  $m_d$ .



Рис. 3

Определив среднее значение длины  $\bar{L}$ , можно рассчитать разрывное усилие ленты:

$$F = \mu p r \bar{L} n. \quad (5)$$

Если число слоев  $n$  выразить через толщину ленты  $b$  и поперечный размер волокна  $n = \frac{b}{r}$ , то

$$F = \mu p b \bar{L}.$$

С учетом полученной зависимости возможно установление связи между разрывным усилием  $F$  и средней длиной волокон  $m_d$ , составляющих ленту. На рис. 4 эта зависимость представлена в виде графика, из которого следует, что между сравниваемыми параметрами существует взаимное соответствие.

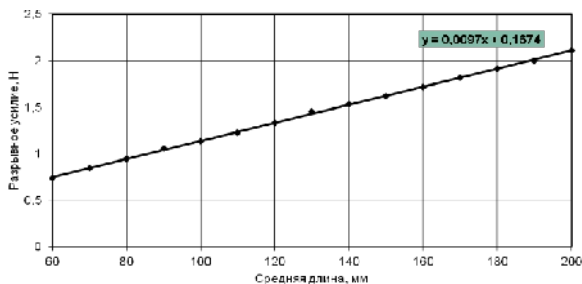


Рис. 4

## ВЫВОДЫ

1. Получена модель, определяющая взаимосвязь между разрывным усилием волокнистой ленты и длиной составляющих ее волокон, значения которых распределены по нормальному закону.

2. При прочих равных условиях испытаний разрывное усилие ленты определяется средней длиной волокон. Вариация их по длине в условиях сравнения разных партий волокна оказывает незначительное влияние.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Борухсон Б.В., Городов В.В., Скворцов А.Г. Товароведение лубяных волокон. – М.: Легкая индустрия, 1974.
2. Пашин Е.Л., Куликов А.В., Румянцева И.А. и др. Инструментальные системы оценки технологического качества льна. – Одинцово: АНОО ВПО "АГИ", 2010.
3. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. – М.: Физматлит, 1973.

## REFERENCES

1. Boruhson B.V., Gorodov V.V., Skvorcov A.G. Tovarovedenie lubjanyh volokon. – M.: Legkaja industrija, 1974.
2. Pashin E.L., Kulikov A.V., Rumjanceva I.A. i dr. Instrumental'nye sistemy ocenki tehnologicheskogo kachestva l'na. – Odincovo: ANOO VPO "AGI", 2010.
3. Sobol' I.M. Chislennyye metody Monte-Karlo. – M.: Fizmatlit, 1973.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 18.11.14.

УДК 677.11.021.16/022:658.562

## ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДЛИННОГО ТРЕПАНОГО ЛЬНОВОЛОКНА

## CONSTRUCTION OF AN INFORMATION SYSTEM FOR QUALITY CONTROL OF LONG SCUTCHED FLAX FIBER

А.С. ДЯГИЛЕВ, А.Н. БИЗЮК, А.Г. КОГАН  
A.S. DYAGILEV, A.N. BIZYUK, A.G. KOGAN

(Витебский государственный технологический университет)  
(Vitebsk State Technological University)

E-mail: dygilev@gmail.com; biziuk.andrei@gmail.com

*Авторами разработан и внедрен в производственных условиях РУПТП "Оршанский льнокомбинат" программно-аппаратный комплекс контроля качества льноволокна, позволяющий оперативно выявлять отклонения качественных показателей льноматериалов и находить причины их возникновения. В производственных условиях проведены экспериментальные ис-*

*следования качества льноволокна с использованием разработанного комплекса.*

*The authors developed and implemented software and hardware complex for quality control of flax fiber on the production environment of RUPTE "Orsha Linen Mill", which allows to quickly identify deviations in quality of flax materials and find causes of their occurrence. Experimental research of flax quality conducted in a production environment with use of developed complex.*

**Ключевые слова:** контроль качества, программно-аппаратный комплекс, трепаный лен, чесанный лен, льняной очес.

**Keywords:** quality control, software and hardware complex, scutched flax, combed flax, flax tow.

Для повышения оперативности контроля и повышения качества вырабатываемой пряжи специалистами Витебского государственного технологического университета совместно с сотрудниками РУПТП "Оршанский льнокомбинат" был разработан программно-аппаратный комплекс для контроля качества перерабатываемого льноволокна. Ввиду значительных масштабов комбината разработанный комплекс распределен по его территории и включает в себя центральный сервер, расположенный в отделе АСУ комбината, и рабочие места начальников лабораторий и лаборантов, расположенные в текстильных лабораториях, связь между которыми осуществляется через корпоративную компьютерную сеть комбината.

При создании программно-аппаратного комплекса использовались современные технологии разработки сетевых приложений: web-ориентированные языки – PHP, JavaScript, CSS; серверная операционная система Linux; web-сервер Apache; система управления базами данных MySQL. Для статистической обработки данных и генерации их графического отображения использовался функциональный язык программирования R [1], [2], что позволяет использовать все многообразие современных статистических методов для анализа накапливаемой производственной статистики. Использование web-технологий для разработки программно-аппаратного комплекса позволяет организовать доступ к возможностям комплекса с различных

устройств, таких как: персональные компьютеры, планшеты, смартфоны и т.д. Так, например, для повышения мобильности рабочие места лаборантов оборудованы переносными устройствами сенсорного ввода данных, обеспечивающими доступ ко всем возможностям комплекса по беспроводной технологии Wi-Fi.

На рис. 1 приведена функциональная схема разработанного программно-аппаратного комплекса.

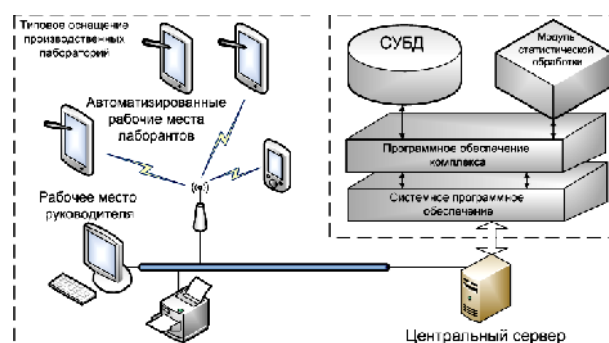


Рис. 1

В основе исследования качества длинного трепаного льноволокна лежит процедура контрольных прочесов, в процессе которой устанавливается взаимосвязь между физико-механическими и качественными показателями длинного трепаного льна, чесаного льна в ленте и льняного очеса, определяемыми согласно действующим нормативным правовым актам [3...5].

Действующая методика оценки прядильной способности длинного трепаного льноволокна внедрена в нормативные акты



в 80-х годах 20-го века. Согласно ей льноволокно подразделяется на номера с 8 по 24. При этом в последние десять лет длинное трепаное льноволокно ниже 10 номера не закупается Оршанским льнокомбинатом, так как не обеспечивает необходимые показатели качества вырабатываемой пряжи, а волокно выше 13 номера практически не производится отечественными льнозаводами, что связано с изменением климатических условий и недостаточной селекционной работой. Кроме того, использование в действующей методике упрощенных статистических формул хотя и упрощает расчеты, но при этом приводит к статистической неустойчивости получаемой оценки прядильной способности льноволокна [6]. В условиях узкого выбора качественных показателей закупаемого льноволокна и больших объемов его переработки повышается значимость мероприятий по контролю качества и становится особенно актуальной автоматизация этих мероприятий на основе современных информационных технологий [7].

На рис. 2 приведены взаимосвязанные значения номера чесаного льна и номера льняного очеса, полученные в результате контрольного прочеса длинного трепаного льна 11 номера.

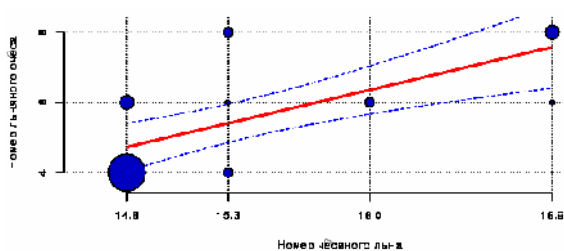


Рис. 2

Как видно из рис. 2, в результате контрольных прочесов длинного трепаного волокна, относящегося к одной и той же качественной группе, наблюдается разделение на различные качественные группы чесаного льна в ленте и льняного очеса. При этом наблюдается статистически значимая положительная связь между качеством чесаного льна в ленте и льняного очеса. На рисунке приведен статистически

значимый регрессионный тренд и его 95%-ные доверительные пределы. Использование статистических методов при обработке накапливаемой производственной статистики позволяет осуществлять прогнозирование качества вырабатываемых продуктов прядения и готовой пряжи.

## ВЫВОДЫ

Разработан программно-аппаратный комплекс, который позволяет производить автоматизированную оценку прядильной способности льноволокна в соответствии с действующими техническими правовыми нормативными актами, проводить статистический анализ изменения физико-механических свойств льноволокна в процессе его переработки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Киприна Л.Ю. Предпосылки к использованию CALS-технологий в системе управления качеством на предприятиях текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 5. С. 5...7.
2. R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
3. СТБ 1195–2008. Волокно льняное трепанное длинное.
4. СТБ 2064–2010. Лен чесанный.
5. ТУ ВУ 300051814.067–2007. Очес льняной.
6. Дягилев А.С., Коган А.Г. Оценка качественных характеристик длинного трепаного льна // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности. – Витебск 27-28 ноября 2013. С.28...29.
7. Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Гусев Б.Н. Лабораторный измерительный комплекс для оценки показателей качества хлопкового волокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 4. С. 120...123.

## REFERENCES

1. Kiprina L.Ju. Predposylki k ispol'zovaniju CALS-tehnologij v sisteme upravlenija kachestvom na predpriyatijah tekstil'noj promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 5. S. 5...7.
2. R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

3. STB 1195–2008. Volokno l'njanoe trepannoe dlinnoe.
4. STB 2064–2010. Len chesannyj.
5. TU BY 300051814.067–2007. Oches l'njanoj.
6. Dzagilev A.S., Kogan A.G. Ocenka kachestvennyh harakteristik dlinnogo trepanogo l'na // Novoe v tehnikе i tehnologii tekstil'noj i legkoj promyshlennosti. – Vitebsk 27-28 nojabrja 2013. S.28...29.

7. Matrohin A.Ju., Shalomin O.A., Gusev B.N. Laboratornyj izmeritel'nyj kompleks dlja ocenki pokazatelej kachestva hlopkovogo volokna // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 4. S. 120...123.

Рекомендована кафедрой ПНХВ. Поступила 03.02.15.

УДК 677.027

**УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЛИНИЯ  
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА И ПЕНЬКИ  
В РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

**UNIVERSAL LINE  
FOR PROCESSING FLAX AND HEMP  
IN VARIOUS KINDS OF FINISHED GOODS**

*A.V. БЕЗБАБЧЕНКО, Э.В. НОВИКОВ, М.М. КОВАЛЕВ, Е.М. ПУЧКОВ*  
*A. V. BEZBABCHEENKO, E. V. NOVIKOV, M. M. KOVALEV, E. M. PUCHKOV*

(Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства,  
Костромской государственный технологический университет)  
(All-Russian Research Institute of Mechanization of Flax Production,  
Kostroma State Technological University)  
E-mail: vniiml1@mail.ru, nis@kstu.edu.ru

*Представлена универсальная технология для получения различных видов готовой продукции из различных льнов, конопли и пеньки.*

*It is submitted universal to technology for reception of various kinds of finished goods from various flaxes, a hemp and hemp.*

**Ключевые слова:** лен-долгунец, лен масличный, пенька, резка, длина волокна, массовая доля костры.

**Keywords:** flax, flax olive, hemp, is sharp, length of a fibre, a mass fraction fires.

Переработка тресты льна-долгунца низкого качества (номера ниже 1,0) и пуганины в однотипное неориентированное волокно по технологии "на спуск" имеет место на льнозаводах. По похожей технологии перерабатывают лен масличный. Существует также упрощенная технология их переработки с использованием дезинтегратора [1], [2].

Интерес к изделиям из пенькового волокна ежегодно возрастает, так как пенька

в сравнении с другими натуральными волокнами (льном, хлопком и т.д.) имеет свои особенные свойства. Эти свойства можно эффективно использовать в различных изделиях одежного и постельного ассортимента, а также деформируемых и пластичных композиционных материалах. Главным здесь является доступность сырья в большом количестве, это сырье – хаотично спутанная костроволокнистая масса стеблей конопли и пеньки.

Множество современных исследований [3...15] посвящены технологиям и оборудованию для получения однотипного волокна и других изделий из льна-долгунца, льна масличного, пеньки и их смесей.

Из вышеизложенного следует, что указанные виды сырья являются доступными, причем в достаточных для переработки количествах, но они низкокачественные. Однако, несмотря на низкое их качество, эти виды сырья могут быть переработаны в различные виды готовой продукции, поэтому создание универсальных технологий и технологического оборудования для их переработки является актуальным.

Предлагается универсальная технологическая линия переработки льна и пеньки

различного качества в однотипное и модифицированное волокно, межвенцовые утеплители (ленточную паклю и войлок), вату и другие изделия, представленная на рис. 1, на котором показана технологическая схема универсальной линии для производства различных видов готовой продукции из лубяных культур в условиях льнозаводов и фермерских хозяйствах (где МПЛ №1 и №2 – машина для переработки льна; дезинтегратор различных производителей ДЛВ-2 или ОКВ-1; АИН и АЧВШ – агрегаты для производства нетканых материалов; ЛЛП и ПЛП – льняная и пеньковая ленточная пакля – межвенцовый утеплитель).

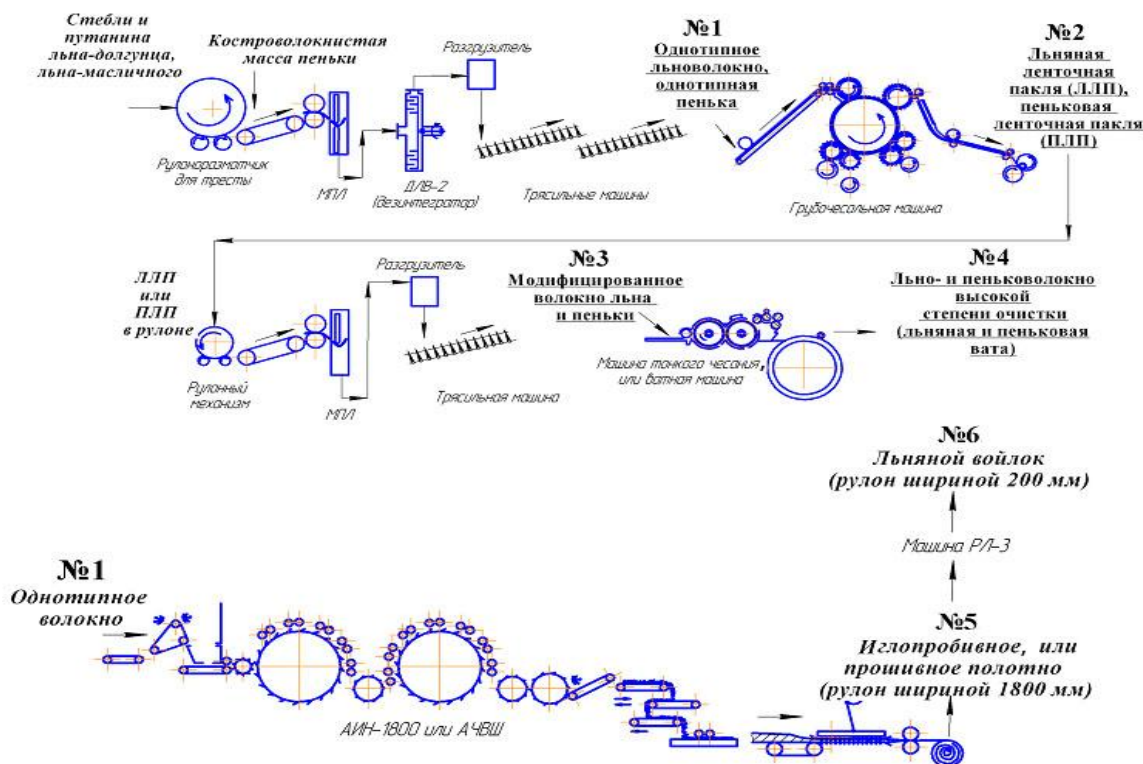


Рис. 1

Линия перерабатывает ориентированные и спутанные стебли соломы и тресты различных льнов и разной степени вылежки, спутанные стебли конопли, отходы трепания, короткое льноволокно, пеньку короткую, ленту льна и пеньки повышенной и пониженной линейной плотности.

Указанное сырье из кип или рулона подается в машину переработки льна (МПЛ

№1), в которой в зависимости от вида сырья и характеристик готового изделия проходит обработку методами скользящего изгиба, резки и разрыва. МПЛ №1 укорачивает волокна, нарушает связь волокна с древесиной и передает костроволокнистую массу в дезинтегратор ДЛВ-2. В дезинтеграторе волокно подвергается интенсивному трепанию, после чего поступает в

разгрузитель для предварительной очистки от несвязанной костры и далее на окончательную очистку в две трясильные машины. В результате получается первый готовый продукт №1 (рис. 1) – однотипное льноволокно из льна-долгунца, масличного льна, или однотипная пенька. Эти виды продукции сами по себе являются товарной продукцией, а также служат сырьем для производства различных утеплителей, крученых изделий, модифицированного волокна, медицинской и технической ваты, композитных материалов, пряжи и др. Перерабатывая далее однотипное волокно (продукт №1) на оборудовании, представленном на рис. 1, можно получить другие изделия – продукты №№ 2...6. Для этого

конструкция рабочих органов машины МПЛ №2 отличающаяся от конструкции органов МПЛ №1, адаптируется для переработки ленточной пакли льна или пеньки.

На основании многолетних исследований представленной технологии и линии в лабораторных и производственных условиях [8...10], [16] и др. получены различные материалы №№ 1...6, характеристики которых представлены в табл. 1.

Предлагаемая универсальная линия дает возможность предприятиям производить не менее десяти видов готовой продукции с определенными характеристиками (табл. 1), оперативно перенастраиваться на требуемый вид продукции и ее качество.

Т а б л и ц а 1

№ п/п (рис. 1)	Название материала	Средняя массодлина, мм		Средневзвешенная линейная плотность, текс		Массовая доля костры, %	
		из льно-тресты, путанины, льносырца, пеньки	из ЛЛП, отходов треп., КЛВ, ленты	из льно-тресты и путанины, льносырца, пеньки	из ЛЛП, отходов треп., КЛВ, ленты	из льно-тресты и путанины, льносырца, пеньки	из ЛЛП, отходов треп., КЛВ, ленты
Материалы из льна-долгунца и льна масличного							
1	Неочищенное однотипное волокно	50...70	50...140	4...8	4...5	50...80	20...30
2	Однотипное волокно	50...170	50...140	4...7	4...5	до 40	до 20
3	Межвенцовый утеплитель – льняная ленточная пакля (ЛЛП)	линейная плотность ленты до 170 г/м, массовая доля костры в ленте до 20%, диаметр рулона 600 мм					
4	Модифицированное волокно	–	40...70	–	2...3	–	до 5
5	Волокно высокой степени очистки	25...35	15...35	1,5...3,0	1,2...2,5	2,0...4,0	1,5...4,0
6	Техническая вата	–	до 35	–	1...3	–	1...3
7	Иглопробивное полотно	ширина рулона 1600...1800 мм, плотность 0,2...0,5 кг/м <sup>2</sup> , толщина 3...6 мм					
8	Льняной войлок	ширина рулона 100...300 мм, плотность 0,2...0,5 кг/м <sup>2</sup> , толщина 3...6 мм					
Материалы из пеньки							
9	Неочищенная однотипная пенька	120...160	–	до 17	–	до 28	–
10	Очищенная однотипная пенька	110...140	–	до 15	–	до 10	–
11	Волокно высокой степени очистки – модифицированное волокно	–	до 120	–	до 13	–	до 5
12	Межвенцовый пеньковый утеплитель – пеньковая ленточная пакля (ПЛП)	линейная плотность ленты до 150 г/м, массовая доля костры в ленте до 8 %					
13	Лента тонкого чесания	линейная плотность ленты до 18 г/м, массовая доля костры в ленте до 1%					

П р и м е ч а н и е. Характеристики материалов, представленные в интервальном виде, зависят от качества исходного сырья и параметров настройки оборудования.

На многих льнозаводах России и ближнего зарубежья большинство представленного в линии оборудования имеется, а значит предлагаемую технологию можно реализовать достаточно быстро. Для этого дополнительно необходимо установить универсальные машины МПЛ №1, МПЛ №2 и дезинтегратор ДЛВ-2 (или ОКВ-1), которые являются сравнительно недорогими и выпускаются в настоящее время. Перечисленные преимущества линии позволят имеющимся и вновь создаваемым предприятиям с минимальными финансовыми вложениями снизить себестоимость готового продукта, тем самым адаптироваться к современным рыночным условиям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Внуков В.Г. Разработка и исследование технологических параметров дезинтегратора для получения короткого льняного волокна: Дис....канд. техн. наук. – Кострома, 1989.
2. Павловский Е.И., Внуков В.Г. Дезинтегратор для отделения костры от отходов трепания // Льняное дело. – 1998. С. 38...40.
3. Лачуга Ю.Ф., Ковалев М.М., Апыхин А.П. Состояние и перспективы разработки технологии и оборудования для получения однотипного волокна // Достижения науки и техники АПК. – 2012, №12. С. 68...70.
4. Безбабченко А.В., Шевалдин Д.М., Чекрышева Т.П., Новиков Э.В., Корабельников А.Р. Исследование энергосберегающей технологии переработки льняной ленты в модифицированное волокно // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С. 40...43.
5. Безбабченко А.В., Шевалдин Д.М., Новиков Э.В., Корабельников А.Р. Линия для производства однотипного льноволокна, нетканых материалов и межвенцовых утеплителей // Мат. Междунар. науч. конф.: Перспективы развития обладания переработки и харчових виробництв. – Луцьк: Изд-во Луцкого национального технического университета. Вып. 39 (30-31 октября 2012). С. 4...7.
6. Пашин Е.Л., Жукова С.В. Оценка технологической эффективности линии для получения однотипной пеньки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 28...30.
7. Федосова Н.М., Вихарев С.М., Соколов А.С. Совершенствование методов оценки технологического качества льна и приемов его переработки. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технолог. ун-та, 2013.
8. Новиков Э.В., Безбабченко А.В. Исследование линии для производства однотипного волокна на льнозаводе // Научный

вестник КГТУ: электронный ресурс <http://vestnik.kstu.edu.ru>. – Кострома: Костромской гос. технолог. ун-т. – 2013, №1.

9. Безбабченко А.В., Новиков Э.В. Установка для переработки лубоволокнистых материалов // Техника в сельском хозяйстве – 2013, №4. С. 7...8.

10. Безбабченко А.В., Новиков Э.В. Разработка и исследование установки для штапельирования льносырья в непрерывном технологическом потоке // Научный вестник КГТУ: электронный ресурс <http://vestnik.kstu.edu.ru>. – Кострома: Костромской гос. технолог. ун-т. – 2013, №2.

11. Пашин Е.Л., Кузьмичев С.В. Сравнительный анализ эффективности технологий получения однотипного волокна из льняной тресты // Научный вестник КГТУ: электронный ресурс <http://vestnik.kstu.edu.ru>. – Кострома: Костромской гос. технолог. ун-т. – 2013, №2.

12. Корабельников А.Р. Развитие теории и технологии получения короткоштапельного льняного волокна. – Кострома: Костромской гос. технолог. ун-т, 2005.

13. Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Шутов А.Г. Выделение сорных примесей с поверхности слоя волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 143...146.

14. Носов А.Г., Вихарев С.М., Дроздов В.Г. Влияние влажности на вероятностные параметры распределения штапельной длины отходов трепания при обработке в дезинтеграторе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С. 40...42.

15. Бойко Г.А., Чурсина Л.А., Головенко Т.Н., Меняйло-Басистая И.А. Перспективы использования смесей волокон льна масличного с другими натуральными волокнами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С. 47...50.

16. Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Корабельников А.Р. Разработка и исследование установки для штапельирования льносырья в непрерывном технологическом потоке // Научный вестник КГТУ: электронный ресурс <http://vestnik.kstu.edu.ru>. – Кострома: Костромской гос. технолог. ун-т. – 2012, №1.

#### REFERENCES

1. Vnukov V.G. Razrabotka i issledovanie tehnologicheskikh parametrov dezintegratora dlja poluchenija korotkogo l'njanogo volokna: Dis....kand. tehn. nauk. – Kostroma, 1989.
2. Pavlovskij E.I., Vnukov V.G. Dezintegrator dlja otdelenija kostry ot othodov trepanija // L'njanoe delo. – 1998. S. 38...40.
3. Lachuga Ju.F., Kovalev M.M., Apyhin A.P. Sostojanie i perspektivy razrabotki tehnologii i oborudovanija dlja poluchenija odnotipnogo volokna // Dostizhenija nauki i tehniky APK. – 2012, №12. S.68...70.

4. Bezbabchenko A.V., Shevaldin D.M., Chekreneva T.P., Novikov Je.V., Korabel'nikov A.R. Issledovanie jenergosberegajushhej tehnologii pererabotki l'njanoj lenty v modifitsirovannoe volokno // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2012, №6. S. 40...43.

5. Bezbabchenko A.V., Shevaldin D.M., Novikov Je.V., Korabel'nikov A.R. Linija dlja proizvodstva odnotipnogo l'novolokna, netkanyh materialov i mezhvencovyh uteplitelej // *Mat. Mezhdunar. nauch. konf.: Perspektivi rozvitku obladnannja pererobnih i harchovyh virobniectv. – Luc'k: Izd-vo Luckogo nacional'nogo tehničeskogo universiteta. Vyp. 39 (30-31 oktjabrja 2012). S. 4...7.*

6. Pashin E.L., Zhukova S.V. Ocenka tehničeskij jeffektivnosti linii dlja poluchenija odnotipnoj pen'ki // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2012, №3. S. 28...30.

7. Fedosova N.M., Viharev S.M., Sokolov A.S. Sovershenstvovanie metodov ocenki tehničeskogo kachestva l'na i priemov ego pererabotki. – Kostroma: Izd-vo Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta, 2013.

8. Novikov Je.V., Bezbabchenko A.V. Issledovanie linii dlja proizvodstva odnotipnogo volokna na l'nozavode // *Nauchnyj vestnik KGTU: jelektronnyj resurs* <http://vestnik.kstu.edu.ru>. – Kostroma: Kostromskoj gos. tehnolog. un-t. – 2013, №1.

9. Bezbabchenko A.V., Novikov Je.V. Ustanovka dlja pererabotki lubovoloknistyh materialov // *Tehnika v sel'skom hozjajstve* – 2013, №4. S. 7...8.

10. Bezbabchenko A.V., Novikov Je.V. Razrabotka i issledovanie ustanovki dlja shtapelirovanija l'nosyr'ja v nepreryvnom tehničeskome potoke // *Nauchnyj vestnik KGTU: jelektronnyj resurs*

<http://vestnik.kstu.edu.ru>. – Kostroma: Kostromskoj gos. tehnolog. un-t. – 2013, №2.

11. Pashin E.L., Kuz'michev S.V. Sravnitel'nyj analiz jeffektivnosti tehnologij poluchenija odnotipnogo volokna iz l'njanoj tresty // *Nauchnyj vestnik KGTU: jelektronnyj resurs* <http://vestnik.kstu.edu.ru> – Kostroma: Kostromskoj gos. tehnolog. un-t. – 2013, №2.

12. Korabel'nikov A.R. Razvitie teorii i tehnologii poluchenija korotkoshtapel'nogo l'njanogo volokna. – Kostroma: Kostromskoj gos. tehnolog. un-t, 2005.

13. Korabel'nikov A.R., Lebedev D.A., Shutov A.G. Vydelenie sornyh primesej s poverhnosti sloja voloknistogo materiala // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2012, №4. S. 143...146.

14. Nosov A.G., Viharev S.M., Drozdov V.G. Vlianie vlazhnosti na verojatnostnye parametry raspredelenija shtapel'noj dliny othodov trepanija pri obrabotke v dezintegratore // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2013, №3. S. 40...42.

15. Bojko G.A., Chursina L.A., Golovenko T.N., Menjajlo-Basistaja I.A. Perspektivy ispol'zovanija smesej volokon l'na maslichnogo s drugimi natural'nymi voloknami // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2013, №2. S.47...50.

16. Novikov Je.V., Bezbabchenko A.V., Korabel'nikov A.R. Razrabotka i issledovanie ustanovki dlja shtapelirovanija l'nosyr'ja v nepreryvnom tehničeskome potoke // *Nauchnyj vestnik KGTU: jelektronnyj resurs* <http://vestnik.kstu.edu.ru>. – Kostroma: Kostromskoj gos. tehnolog. un-t. – 2012, №1.

Рекомендована Ученым советом ВНИИМЛ.  
Поступила 05.02.15.

УДК 677.027

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕСТЫ МАСЛИЧНОГО ЛЬНА

### RESEARCH OF CHARACTERISTICS TRUSTS OF OLIVE FLAX

*Э.В. НОВИКОВ, А.В. БЕЗБАБЧЕНКО, И.Н. АЛТУХОВА*  
*E.V. NOVIKOV, A.V. BEZBABCHENKO, I.N. ALTUKHOVA*

**(Костромской государственной технологической университет,  
Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства)**

**(Kostroma State Technological University,  
All-Russian Research Institute of Mechanization of Flax Production)**

E-mail: nis@kstu.edu.ru, vniiml@mail.ru

*Представлены результаты оценки качества семенных масс льна масличного после комбайна. Определены основные характеристики этих масс и сделаны выводы о возможности их переработки в изделия.*

*Results of an estimation of quality of seed weights of flax olive a combine are submitted. Their basic characteristic a determined and conclusions about an opportunity of their processing in products are made.*

**Ключевые слова:** лен масличный, длина, линейная плотность, комбайн, прочность, массовая доля костры.

**Keywords:** flax olive, length, linear density, a combine, durability, a mass fraction fires.

Целью исследований является определение и анализ характеристик массы тресты льна масличного (льна-межеумка)

после комбайна и спрессованной в рулоны весной после таяния снега [1...6].

Т а б л и ц а 1

Характеристики массы льна масличного и волокна в нем	Треста льна-межеумка без обмолота семян	Краснодарский край	Алтайский край		Среднее по двум регионам (3-м образцам, столбцам 3...5)
			Рубцовка	Кытманово	
1. Средняя длина поломанных стеблей, мм:	640	163	192	238	197,6
минимальная	590	72	50	32	51,3
максимальная	690	350	363	397	370
2. Содержание волокна, %	24,0	24,5	23,5	34,0	27,3
3. Отделяемость волокна от древесины, ед	6,8	4,2	6,6	7,3	6,0
4. Максимальная прочность тресты, кгс	0*	11,5	2,3	1,3	5,0
5. Средняя массодлина волокна в тресте, мм	–	109,5	110,5	121,2	113,6
6. Средневзвешенная линейная плотность волокна в тресте, текс	–	7,3	5,5	10,0	7,6
7. Массовая доля костры в тресте, %	76,0	75,5	76,5	66,0	72,7

П р и м е ч а н и е. \* – После промина навесок тресты в лабораторной мялке ЛМ-3 (в соответствии с ГОСТом) целостность волокна, содержащегося в тресте, была полностью нарушена, что сделало невозможным определение прочности тресты.

Треста для анализа льнов-межеумков была взята из двух регионов и трех хозяйств РФ. У всех образцов инструментальными методами, взятыми в основном из стандартных методик льна-долгунца, определялись характеристики, представ-

ленные в табл. 1 и на рис. 1 – распределение волокон по классам длин в массе льна-межеумка (а – из Краснодарского края, б – из пос. Рубцовка Алтайского края, в – из пос. Кытманово Алтайского края).

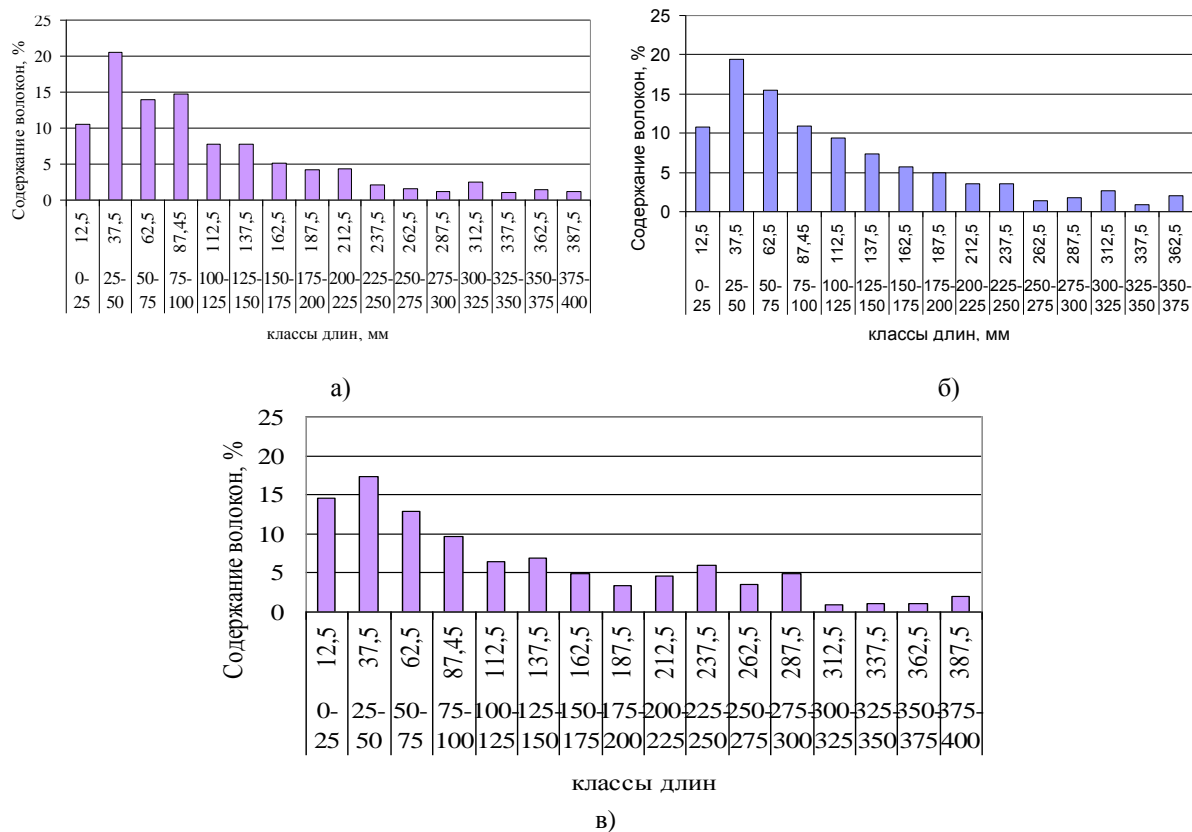


Рис. 1

Визуально это сырье можно охарактеризовать как массу поломанных и спутанных между собой стеблей различной длины с частично отделившейся от волокна кострой.

Инструментальный анализ показал (табл. 1), что средняя длина поломанных стеблей в среднем составила не более 200 мм, ее минимальные и максимальные значения варьируются в широких пределах: от 32 до 397 мм, а средневзвешенная длина волокон составляет не более 125 мм. Отделяемость волокна также варьируется в широком интервале, а содержание волокна в массе несколько превышает содержание волокна в целых стеблях тресты без обмола и объясняется тем, что часть поломанных стеблей имеет отделившуюся от волокна костру.

Анализ тресты из двух районов Алтайского края, поселков Рубцовка и Кытманово показал, что волокно в поломанных стеблях имеет примерно одинаковые значения средней массодлины на уровне 110...120 мм, а также отделяемости и прочности. Последний показатель в боль-

шинстве исследуемых образцов имеет очень малое значение, приближающееся к нулю. Прочность краснодарского льна значительно превышает прочность алтайских льнов. Льны существенно различаются друг от друга средневзвешенной линейной плотностью волокон, которая варьируется от 5,5 до 10 текс.

Распределение волокон в тресте по классам длин показала (рис.1-а, б, в), что основную массу, до 70%, составляют волокна длиной 1...150 мм, от 151 до 225 мм – до 15%, остальную долю составляют волокна длиной от 226 до 400 мм.

Полученные значения некоторых характеристик семенной массы масличного льна, как нового вида сырья, можно использовать при планировании возможности производства волокна, которое далее будет переработано в различные изделия.

## ВЫВОДЫ

1. Впервые получены значения характеристик тресты льна-межеумка после комбайнового обмола из нескольких ре-



гионов РФ как сырья для производства волокна и изделий из него. Установлено, что значения характеристик тресты могут существенно изменяться не только в зависимости от региона выращивания, но и в рамках одного региона.

2. Вся исследуемая треста льна-межеумка комбайнового обмолота имеет поломанные стебли различной длины. Из нее можно получить короткое волокно со средней массодлиной не более 130 мм, которое в большинстве своем должно перерабатываться только в те изделия бытового и технического назначения, в которых прочность не является определяющей характеристикой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лукомец В.М., Кочегура А.В., Рябенко Л.Г. Состояние и перспективы производства льна масличного в России // Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России: Материалы деятелей науки вузов отечественных и зарубежных стран, научных работников организаций по производству и переработке льна, а также текстильных и машиностроительных предприятий. – Вологда, 2012. С. 41...46.
2. Федосова Н.М., Вихарев С.М., Соколов А.С. Совершенствование методов оценки технологического качества льна и приемов его переработки. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технолог. ун-та, 2013.
3. Бойко Г.А., Чурсина Л.А., Головенко Т.Н., Меняйло-Басистая И.А. Перспективы использования смесей волокон льна масличного с другими натуральными волокнами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С.47...50.
4. Чурсина Л.А., Бойко Г.А. Технические характеристики волокнистой части стеблей соломы льна масличного после уборки комбайном // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014, № 26. С. 97.
5. Федосова Н.М., Веселова Н.В., Анисяева Е.Н. Исследование технологического качества стеблей масличного льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1. С.27...29.
6. Тихосова А.А., Путинцева С.В., Головенко Т.Н. Перспективы использования волокна льна масличного для производства текстильных материалов // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013, № 24. С. 74.

#### REFERENCES

1. Lukomec V.M., Kochegura A.V., Rjabenko L.G. Sostojanie i perspektivy proizvodstva l'na maslichnogo v Rossii // Vnedrenie innovacionnyh razrabotok v celjah povyshenija jekonomicheskoj jeffektivnosti v l'njanom komplekse Rossii: Materialy dejatelej nauki vuzov otechestvennyh i zarubezhnyh stran, nauchnyh rabotnikov organizacij po proizvodstvu i pererabotke l'na, a takzhe tekstil'nyh i mashinostroitel'nyh predpriyatij. – Vologda, 2012. S. 41...46.
2. Fedosova N.M., Viharev S.M., Sokolov A.S. Sovershenstvovanie metodov ocenki tehnologicheskogo kachestva l'na i priemov ego pererabotki. – Kostroma: Izd-vo Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta, 2013.
3. Bojko G.A., Chursina L.A., Golovenko T.N., Menjajlo-Basistaja I.A. Perspektivy ispol'zovanija smesej volokon l'na maslichnogo s drugimi natural'nymi voloknami // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2. S.47...50.
4. Chursina L.A., Bojko G.A. Tehnicheskie harakteristiki voloknistoj chasti steblej solomy l'na maslichnogo posle uborki kombajnom // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta . – 2014, № 26. S. 97.
5. Fedosova N.M., Veselova N.V., Anisjaeva E.N. Issledovanie tehnologicheskogo kachestva steblej maslichnogo l'na // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №1. S.27...29.
6. Tihosova A.A., Putinceva S.V., Golovenko T.N. Perspektivy ispol'zovanija volokna l'na maslichnogo dlja proizvodstva tekstil'nyh materialov // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2013, № 24. S. 74.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин КГТУ. Поступила 24.03.15.

УДК 677.052.71

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ  
КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗОНЫ ВЫПУСКА  
КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ  
НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПРЯЖИ**

**RESEARCH OF INFLUENCE  
OF STRUCTURAL FEATURES OF ZONE OF PRODUCING  
OF CIRCULAR SPINNING MACHINE  
ON STRUCTURE AND PROPERTIES OF YARN**

А.А. СТОЛЯРОВ, В.И. КУДРЯШОВА, Д.Н. БЕЛЯЕВ  
A.A. STOLYAROV, V.I. KUDRYASHOVA, D.N. BELYAEV

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: stolyarovanatoly@yandex.ru

*В статье представлены результаты исследования влияния конструктивных особенностей устройства выпуска мычки кольцевой прядильной машины на структуру и свойства пряжи.*

*In the article the results of research of influence of structural features of devices of producing of filament of circular spinning machine are presented on a structure and properties of yarn.*

**Ключевые слова:** кольцевая прядильная машина, устройство выпуска мычки, формирование пряжи, структура пряжи, крутка пряжи, ворсистость пряжи, физико-механические свойства пряжи.

**Keywords:** circular spinning machine, device of producing of filament, forming of yarn, structure of yarn, giving of yarn of twisting, fluffiness of yarn, physical and mechanical properties of yarn.

Известно, что качество пряжи определяется в первую очередь ее физическими свойствами: тониной, равномерностью по диаметру, характером поверхности, удельным весом и т.п. Неоднородность свойств

волокон, составляющих пряжу, и несовершенство технологического процесса прядения приводят к неравномерности структуры пряжи, что предопределяет неоднородность ее свойств.

Для улучшения структуры пряжи и ее физико-механических свойств нами разработан ряд устройств и узлов [1...4], позволяющих создать благоприятные условия для миграции волокон в процессе сообщения волокнистому продукту крутки, приблизить порог крутки к линии зажима мычки выпускной парой вытяжного прибора, способствовать прохождению крутки, распространяемой от вращающегося по прядильному кольцу бегунка через нитепроводник, устройств для уплотнения мычки и т.д.

Продолжая исследование разработанных устройств для выпуска мычки [5], [6], выполним анализ влияния их конструктив-

ных особенностей на структуру и свойства пряжи. Для этого применим математический аппарат, предложенный в работе [7], используя такие зависимости для прогнозирования физико-механических свойств пряжи, как удельная линейная ворсистость  $h$ ; абсолютная разрывная нагрузка  $P_{пр}$ , сН; коэффициент вариации по линейной плотности  $CV$ , %; абсолютное разрывное удлинение пряжи  $L_{пр}$ , мм; расчетное значение обобщенного показателя физико-механических свойств  $A_p, \Omega_p$ , сН.

Удельную линейную ворсистость пряжи  $h$  можно определить следующим образом:

$$h = \bar{P}_{вол} \frac{\bar{T}_{пр}}{\bar{T}_{вол}} (1 - CV) \left( 1 - \frac{K_F}{\ell_{вол}} \left( \frac{\pi d_{ц} \gamma}{360} + \frac{0,5b}{\pi d_{ц} K} \right) \right), \quad (1)$$

где  $T_{пр}, T_{вол}$  – средняя линейная плотность пряжи и волокна соответственно, текс;  $\bar{P}_{вол}$  – относительная разрывная нагрузка волокна, сН/текс;  $K_F$  – коэффициент запрядания волокон;  $\ell_{вол}$  – средняя длина волокна, м;  $d_{ц}$  – диаметр выпускного цилиндра, м;  $\gamma$  – угол обтекания выпускного цилиндра мычкой, град;  $b$  – ширина мычки, м;  $K$  – крутка пряжи, кр/м;  $CV$  – коэффициент вариации по линейной плотности пряжи, %.

Коэффициент вариации по линейной плотности, %:

$$CV = \frac{1 - \frac{\bar{P}_{пр} \bar{T}_{вол}}{\bar{T}_{пр} \bar{P}_{вол} \left( 1 - \frac{K_F}{\ell_{вол}} \left( \frac{\pi d_{ц} \gamma}{360} + \frac{0,5b}{\pi d_{ц} K} \right) \right)}}{0,03}. \quad (2)$$

Абсолютное разрывное удлинение пряжи, мм:

$$L_{пр} = \left[ \bar{L}_{вол} \frac{\bar{T}_{пр}}{\bar{T}_{вол}} (1 - 0,03CV) \left( 1 - \frac{K_F}{\ell_{вол}} \left( \frac{\pi d_{ц} \gamma}{360} + \frac{0,5b}{\pi d_{ц} K} \right) \right) \right]^{(1-0,03CV)}. \quad (3)$$

Влияние ворсистости пряжи  $h$  на ее абсолютную разрывную нагрузку можно вы-

разить так:

$$P_{пр} = \bar{P}_{вол} \left( \frac{\bar{T}_{пр}}{\bar{T}_{вол}} (1 - 0,03CV) - 2,03 \frac{h(1 - 0,03CV)}{\ell_{вол}(1 + 0,03CV)} \right), \quad (4)$$

где

$$\frac{\bar{T}_{пр}}{\bar{T}_{вол}} (1 - 0,03CV) = n; \quad 2,03 \frac{h(1 - 0,03CV)}{\ell_{вол}(1 + 0,03CV)} = n_h,$$

где  $n$  – число волокон в поперечном сечении пряжи;  $n_h$  – число скользящих (недеформируемых) волокон.

Параметры: удельная линейная ворсистость и коэффициент вариации по линейной плотности характеризуют технологиче-

ский процесс. С их уменьшением прочность увеличивается, и продукт приближается к идеальному. Однако возможность воздействия на коэффициент вариации по линейной плотности пряжи ограничена по сравнению с воздействием на удельную ворсистость. Изучение возможности увеличения прочности за счет воздействия на технологические параметры и параметры оборудования, влияющие на удельную линейную ворсистость пряжи, приводит к понятию физического смысла компактного прядения. Технология, реализованная на кольцевой прядильной машине K44 фирмы Rieter (Швейцария), направлена на уменьшение ширины мычки (параметр –  $b$ ), что приводит к повышению прочностных показателей пряжи.

Рассмотрим влияние конструктивных особенностей устройства для выпуска мычки на свойства вырабатываемой пряжи [4], представленного на рис.1 (1 – средство регулирования дуги обтекания мычкой выпускного цилиндра; 2 – верхний уплотняющий ролик с канавкой; 3 – нижний уплотняющий ролик с канавкой; 4 – мычка).

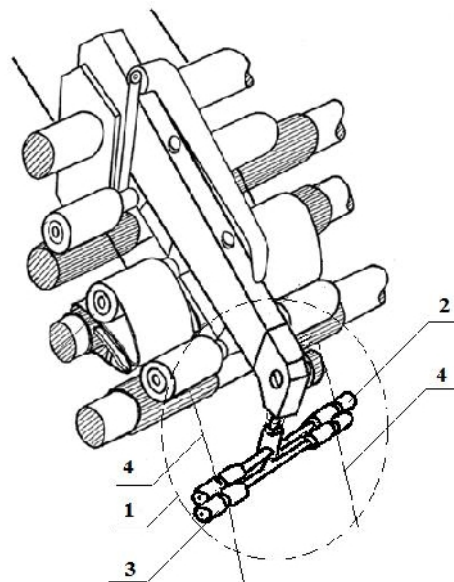


Рис.1

Показатель удельной ворсистости хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25 текс для конкретных параметров устройства, определенный по формуле (1), представлен в табл. 1.

Таблица 1

Угол обтекания выпускного цилиндра мычкой $\gamma$ , град	Удельная линейная ворсистость пряжи $h$	
	ширина мычки $b = 0,002$ м	ширина мычки $b = 0,001$ м
10	5,8	5,78
8	4,65	4,62
6	3,5	3,48
4	2,34	2,32

Тогда при  $b = 0,002$  м  $CV = 17,5$  (согласно ГОСТу 4.8–2003 (ИСО 10290:1993)  $CV$  – ровнота пряжи – определяется в соответствии с ASTM D1425; при этом максимальная величина для кардной пряжи  $CV = 17,5$ ).

Абсолютная разрывная нагрузка пряжи, определенная по формуле (4), представлена в табл. 2.

Таблица 2

Угол обтекания выпускного цилиндра мычкой $\gamma$ , град	Абсолютная разрывная нагрузка пряжи $P_{пр}$ , сН
10	278,0
8	281,0
6	284,2
4	287,2
0	293,4

Таким образом, при уменьшении величины угла обтекания мычкой переднего цилиндра вытяжного прибора наблюдается увеличение абсолютной разрывной нагрузки пряжи.

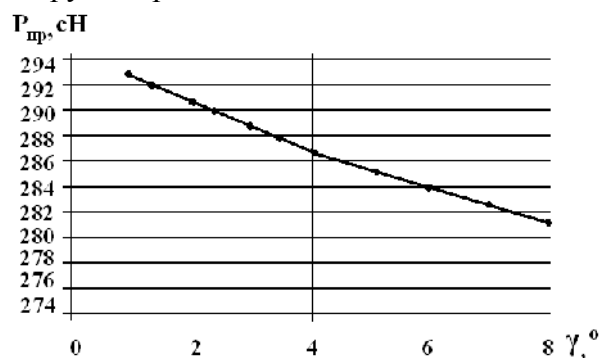


Рис. 2

На рис. 2 представлена зависимость абсолютной разрывной нагрузки пряжи от угла обтекания мычкой выпускного цилиндра вытяжного прибора.

В процессе экспериментальных исследований устройства для выпуска мычки для пряжи линейных плотностей 10, 25, 40 текс брали уплотняющие ролики диаметрами: 4, 6, 8 мм. Величина угла обтекания мычкой переднего цилиндра вытяжного прибора была установлена равной 4°.

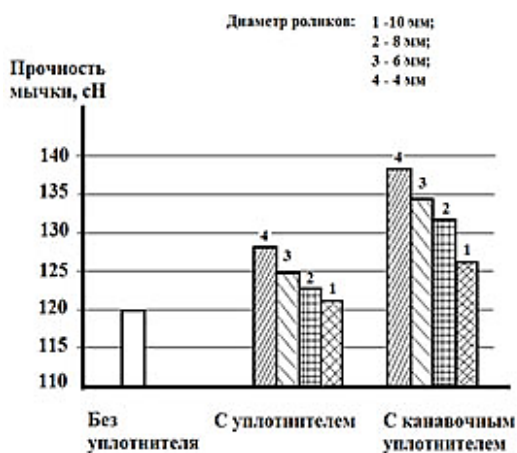


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

Аналитические и экспериментальные исследования влияния конструктивных особенностей устройств выпуска мычки на кольцевой прядильной машине на свойства пряжи показали следующее.

1. Уменьшение дуги обтекания мычкой (от 10 до 2°) переднего цилиндра увеличивает прочность пряжи до 13...15%.

2. Применение подвижных уплотнителей с канавкой также упрочняет пряжу на 4,5...10%; при этом оптимальный диаметр роликов уплотнителя составляет 4 мм.

3. Оптимальная ширина и глубина канавки на роликах равняется 0,8...1 мм.

4. Глубина канавки (в исследуемом диапазоне) при постоянной ее ширине оказывает на прочность мычки незначительное влияние.

Результаты исследования представлены на рис. 3 (влияние диаметра роликов уплотнителя на прочность) и на рис. 4 (влияние параметров уплотнителя на прочность мычки: 1 – ширина канавки 1 мм, глубина канавки 1 мм; 2 – ширина канавки 1 мм, глубина канавки 1,25 мм; 3 – ширина канавки 1 мм, глубина канавки 1,5 мм; 4 – ширина канавки 1,25 мм, глубина канавки 1 мм; 5 – ширина канавки 1,5 мм, глубина канавки 1 мм).

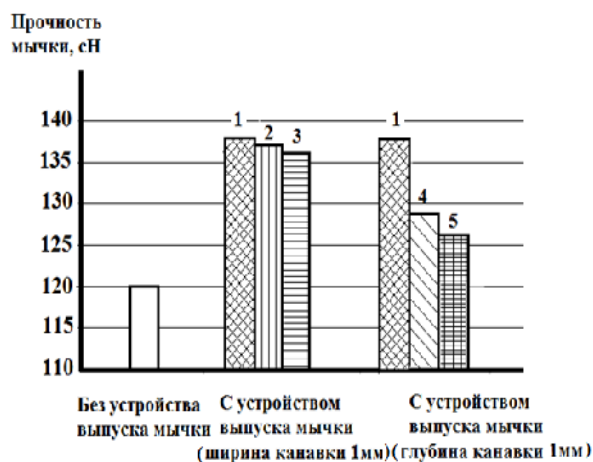


Рис. 4

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на полезную модель №110751. Устройство для выпуска мычки / А.А. Столяров – Оpubл. 27.11.2011. Бюл. №33
2. Патент на изобретение РФ № 2471898. Устройство для выпуска мычки на прядильной машине / А.А. Столяров – Оpubл. 10.01.2013. Бюл. №1.
3. Патент на полезную модель № 115362. Устройство для выпуска мычки на кольцевой прядильной машине / А.А. Столяров, А.А. Земцова, Е.О. Казначеева – Оpubл. 27.04.2012. Бюл. №12.
4. Патент на изобретение РФ № 2515870. Устройство для выпуска мычки кольцевой прядильной машины / А.А. Столяров, Г.И. Чистобородов, О.Д. Чернов – Оpubл. 20.05.2014. Бюл. №14.
5. Столяров А.А. Влияние устройства для выпуска мычки кольцевой прядильной машины на свойства вырабатываемой пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №3. С. 45...48.
6. Столяров А.А., Крайнов Е.М. Влияние устройства для выпуска мычки на структуру и прочность пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С. 41...45.

7. Борисов В.А. Основы теории формирования структурных физико-механических свойств пряжи // Текстильная промышленность. – 2009, №3. С.7...11.

#### REFERENCES

1. Patent na poleznuju model' №110751. Ustrojstvo dlja vypuska mychki / A.A. Stoljarov – Opubl. 27.11.2011. Bjul. №33

2. Patent na izobrenie RF № 2471898. Ustrojstvo dlja vypuska mychki na prjadil'noj mashine / A.A. Stoljarov – Opubl. 10.01.2013. Bjul. №1.

3. Patent na poleznuju model' № 115362. Ustrojstvo dlja vypuska mychki na kol'cevoj prjadil'noj mashine / A.A. Stoljarov, A.A. Zemcova, E.O. Kaznacheeva – Opubl. 27.04.2012. Bjul. №12.

4. Patent na izobrenie RF № 2515870. Ustrojstvo dlja vypuska mychki kol'cevoj prjadil'noj mashiny /A.A. Stoljarov, G.I. Chistoboodov, O.D. Chernov – Opubl.20.05.2014. Bjul. №14.

5. Stoljarov A.A. Vlijanie ustrojstva dlja vypuska mychki kol'cevoj prjadil'noj mashiny na svojstva vyrabatyvaemoj prjazhi // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №3. S. 45...48.

6. Stoljarov A.A., Krajnov E.M. Vlijanie ustrojstva dlja vypuska mychki na strukturu i prochnost' prjazhi //Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №1. S. 41...45.

7. Borisov V.A. Osnovy teorii formirovanija strukturnyh fiziko-mehaničeskikh svojstv prjazhi // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2009, №3. S.7...11.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 04.02.15.

УДК 677.052.484

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА КРУЧЕНИЯ ПРЯЖИ ИЗ ЭЛЕМЕНТАРИЗОВАННЫХ ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН НА ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ\*

#### A MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS OF TWISTING YARN FROM THE ELEMENTARYSECONDARY FLAX FIBERS ON A SPINNING MACHINE OF OE SPINNING

*И.Ю. ЛАРИН, Т.Я. КРАСИК, Е.А. ВАРГАНОВА, С.А. НЕКРАШЕВИЧ,  
В.Э. РЫБИН, В.Г. СТОКОЗЕНКО*

*I.YU. LARIN, T.YA. KRASIK, E.A. VARGANOVA, S.A. NEKRASHEVICH,  
V.E. RYBIN, V.G. STOKOZENKO*

**(Ивановский государственный политехнический университет,  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново)  
(Ivanovo State Polytechnic University,  
G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the RAS, Ivanovo)  
E-mail: nir\_igta@mail.ru**

*Рассматривается процесс распределения крутки пряжи по баллону в камере пневмомеханического прядильного устройства. Выведена математическая модель для расчета крутки пряжи в точке съема с желоба прядильного ротора. В предложенной модели учтены жесткость пряжи из элементаризованных льняных волокон при кручении, геометрические характеристики камеры и технологические параметры процесса пневмомеханического прядения.*

*Considers the process of distribution of yarn twist on bulloon in the OE spinning device. Derived a mathematical model to calculate the twist of the yarn at a point of*

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 15-48-03021).

*removing from the chute of the spinning rotor. The proposed model takes into account the stiffness of the yarn from elementarysecondary flax fibers under twist, geometric characteristics of the chamber and th technological parameters of the process of OE spinning.*

**Ключевые слова:** элементаризованные льняные волокна, крутка пряжи, пневмомеханическое прядение.

**Keywords:** elementarysecondary flax fibers, yarn twist, OE spinning.

В настоящее время трудно переоценить значимость для легкой промышленности России развития отечественных технологий переработки льняного волокна [1], в том числе и процессов элементаризации [2]. Комплексные льняные волокна обладают большой дисперсией по степени одревеснения, поэтому в процессе дробления самые жесткие волокна не разделяются на элементарные волокна, а образуют комплексы разной толщины, которые по результатам исследований нарушают ход технологического процесса прядения. На стадии подготовки волокна к прядению необходимо отделить от элементаризованных волокон жесткие неразработанные волокна.

Однако небольшая часть этих волокон остается в сырье и может доходить с полуфабрикатом до прядильных машин. По этой же причине осложнена переработка в прядении смесей на основе волокон котонина. Переработка льняного сырья, содержащего жесткие неразработанные волокна, на пневмомеханических прядильных машинах сопровождается повышенной обрывностью, в частности, из-за увеличения такой характеристики пряжи, как жесткость при кручении. В этом случае выбор оптимальных технологических параметров процесса пневмопрядения позволяет уменьшить влияние повышенной жесткости при кручении на обрывность. По этой причине исследование механизма влияния повышения жесткости при кручении пряжи на возникновение обрывности при пневмопрядении элементаризованных и котонизированных волокон является актуальной задачей.

С целью изучения влияния жесткости пряжи при кручении на процесс получения хлопкольнай пряжи ниже рассматрива-

ется математическое моделирование закономерностей распределения крутки по траектории движения пряжи в баллоне.

В [3], [4] предложена модель для расчета распределения крутки по баллонизирующему участку пневмомеханической пряжи в прядильном роторе. Основой для моделирования в [3], [4] принято предположение о том, что производная от крутки пропорциональна крутке, а главное, что отношение производной от крутки к величине крутки постоянно.

Введем систему координат  $Ox$ . Точку  $O$  совместим с точкой входа пряжи на фрикционную поверхность воронки, ось  $x$  направим по баллонизирующему участку пряжи. На основе учета жесткости пряжи при кручении примем следующую модель для расчета крутки на баллонизирующем участке, отличающуюся от модели [3], [4] тем, что отношение производной от крутки к величине крутки представляет собой не постоянную величину, а функцию от  $x$ :

$$\frac{\Delta K}{\Delta x} = -\alpha(x)K(x), \quad (1)$$

где  $\alpha(x)$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от  $x$ .

С целью определения величины  $K(x)$  выведем приближенную зависимость для расчета функции  $\alpha(x)$ . Принимаем, что эта величина может быть представлена в виде линейной функции:

$$\alpha(x) = 0,5Ax + B, \quad (2)$$

где  $A, B$  – постоянные.

В случае попадания жесткого включения в балонирующий участок хлопкольной смесовой пряжи величина  $\alpha(x)$  изменяется в зависимости от физико-механических характеристик пряжи.

Интегрирование уравнения (1) дает следующую формулу для расчета величины крутки пряжи:

$$K(x) = K_b \exp\left[-\int_0^x (0,5Ax + B) dx\right] = K_b e^{-0,5Ax^2 - Bx}. \quad (4)$$

Поставим целью дальнейшего анализа определение численных значений коэффициентов  $A$  и  $B$ . Для этого определим значения первой и второй производных от  $K(x)$  в точке  $x = 0$ . Формулы для этих производных имеют вид:

$$\frac{dK}{dx} = (-Ax - B)K_b \exp(-0,5Ax^2 - Bx), \quad (5)$$

$$\frac{d^2K}{dx^2} = [(-Ax - B)^2 - A]K_b \exp(-0,5Ax^2 - Bx).$$

Зная значения  $K'$  и  $K''$  в некоторой точке  $x$ , можно определить величины  $A$  и  $B$ .

Проф. И.И. Мигушов изучал изменение крутки на фрикционной поверхности воронки и представил результаты исследования в [5]. Для решения задачи, заключающейся в определении коэффициентов  $A$  и  $B$ , используем результаты исследования механики процесса кручения пряжи на пряжевыводной воронке, приведенные в [5].

Пусть  $\phi$  – текущий угол охвата пряжей фрикционной поверхности воронки. Тогда величина крутки пряжи определяется по формуле [5]:

$$K(\phi) = K_b + a_k K_{пр} [\exp(k\phi) - 1], \quad (6)$$

где  $K_b = K_{пр} \{1 - a_k [\exp(k\phi_{охв}) - 1]\}$  – крутка пряжи на выходе с поверхности воронки;

$$K(\phi) = K_{пр} [1 - a_k \exp(k\phi_{охв})] + K_{пр} a_k \exp(k\phi) = K_0 + K_1 \exp(k\phi), \quad (8)$$

где  $K_0 = K_{пр} [1 - a_k \exp(k\phi_{охв})]$ ;  $K_1 = K_{пр} a_k$ .

$$K(x) = K_b \exp\left[-\int_0^x \alpha(x) dx\right], \quad (3)$$

где  $K_b$  – крутка пряжи на входе на поверхность пряжевыводной воронки.

Таким образом, распределение крутки пряжи по баллону определяется из следующего соотношения:

$K_{пр} = n_k / (60v_{вып})$  – номинальное значение крутки;

$$a_k = \frac{\pi n_k^2 r_k^2 \mu_n e^{k\phi_n} (r_n k_{пр} + k_{кач}) [1 - (r_b / r_k)^2]}{3600 k K_{пр} C};$$

$\omega_k = \pi n_k / 30$  – угловая скорость вращения прядильного ротора;  $k_{пр} = \text{tg}\phi_n$ ;  $\mu_n = 10^{-6} T$ ;  $T$  – линейная плотность пряжи, текс;  $n_k$  – частота вращения прядильного ротора, мин<sup>-1</sup>;  $\phi_n$  – угол трения нормальных сил трения скольжения пряжи по воронке;  $\gamma_n$  – условная плотность пряжи (для хлопка и котонина  $\gamma_n \approx 1500$  кг/м<sup>3</sup>);  $r_n$  – условный радиус пряжи;  $k_{кач}$  – коэффициент трения качения стержня пряжи по поверхности воронки ( $k_{кач} = 0,1 r_n$ ) [5];  $\phi_{охв}$  – угол охвата пряжей фрикционной поверхности воронки;  $r_b$  – радиус пряжевыводной воронки;  $C$  – жесткость пряжи при кручении;  $k = 0,18$  – коэффициент тангенциального трения скольжения пряжи.

Подставляя выражения для  $K_b$  в формулу для крутки, находим, что

$$K(\phi) = K_{пр} \{1 - a_k [\exp(k\phi_{охв}) - \exp(k\phi)]\}, \quad (7)$$

или



Следовательно,

$$\frac{dK}{d\phi} = K_1 k \exp(k\phi); \quad \frac{d^2K}{d\phi^2} = K_1 k^2 \exp(k\phi). \quad (9)$$

Учитывая направления отсчета угла  $\phi$  и координаты  $x$ , следует отметить, что на фрикционной поверхности воронки выполняется соотношение:

$$dx = -r_\phi d\phi,$$

где  $r_\phi$  – радиус фрикционной поверхности воронки.

То есть

$$\frac{dK}{dx} = -\frac{1}{r_\phi} \frac{dK}{d\phi}; \quad \frac{d^2K}{dx^2} = \frac{1}{r_\phi^2} \frac{d^2K}{d\phi^2}. \quad (10)$$

В точке входа пряжи на фрикционную поверхность воронки выполняются следующие соотношения:

$$\left. \frac{dK}{dx} \right|_{x=0} = -\frac{1}{r_\phi} \left. \frac{dK}{d\phi} \right|_{\phi=0}, \quad (11)$$

$$\left. \frac{d^2K}{dx^2} \right|_{x=0} = \frac{1}{r_\phi^2} \left. \frac{d^2K}{d\phi^2} \right|_{\phi=0}.$$

$$K_c = K_B e^{-0,5A(D_1^2/K_B^2 - D_2/K_B)(r_k - r_B)^2 - (D_1/K_B)(r_k - r_B)}. \quad (14)$$

Разработанная математическая модель (14) представляет собой инструмент для определения уровня крутки в точке съема пряжи с желоба прядильной камеры и далее, исходя из этого уровня, предоставляет возможность выбирать оптимальные варианты режима пневмопрядения с целью снижения обрывности.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель зависимости распределения крутки по траектории баллона в прядильной камере.
2. Полученная модель позволяет определить как крутку в точке съема пряжи с желоба прядильной камеры в зависимости от физико-механических показателей пря-

То есть имеем, что

$$\left. \frac{dK}{dx} \right|_{x=0} = -\frac{K_1 k}{r_\phi}, \quad (12)$$

$$\left. \frac{d^2K}{dx^2} \right|_{x=0} = \frac{K_1 k^2}{r_\phi^2}.$$

Обозначим

$$D_1 = -\frac{K_1 k}{r_\phi}, \quad D_2 = \frac{K_1 k^2}{r_\phi^2}. \quad (13)$$

Так как

$$D_1 = -BK_B; \quad D_2 = (B^2 - A)K_B,$$

то

$$A = D_1^2 / K_B^2 - D_2 / K_B; \quad B = -D_1 / K_B.$$

Обозначая через  $K_c$  крутку пряжи в точке ее съема с желоба ротора, имеем из (4):

жи, геометрических и скоростных параметров камеры, так и провести оптимизацию процесса пневмопрядения с целью снижения обрывности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В. и др. Теоретические основы технологии прядения. – Иваново: ИВГПУ, 2014.
2. Патент №2348745 Российская Федерация, МКП<sup>7</sup>D 01 B5/00, D 01 G15/00. Способ обработки льняного волокна и устройство для его реализации / И.Ю. Ларин, В.В. Капитанов; заявитель и патенто-обладатель Ивановск. гос. текстильн. акад. – № 2007117289/12, заявл. 08.05.07; опубл. 10.03.2009. Бюл. №7.
3. Ларин И.Ю. Влияние жестких волокон котонина на качество пряжи и стабильность технологического процесса прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №4.

4. *Посылина Е.А., Красик Я.М., Ларин И.Ю., Бариев А.Р.* Изучение влияния механических свойств волокон на изменение крутки пряжи при пневмомеханическом способе прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 3. С. 40...43.

5. *Посылина Е.А., Ларин И.Ю., Красик Я.М., Хосровян Г.А.* Разработка методики расчета процесса распространения крутки по баллону при пневмопрядении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 3С. С. 46...48.

6. *Мигушов И.И.* Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.

#### REFERENCES

1. Razumeev K.Je., Pavlov Ju.V. i dr. Teoreticheskie osnovy tehnologii prjadenija. – Ivanovo: IVGPU, 2014.

2. Patent №2348745 Rossijskaja Federacija, МКР7D 01 В5/00, D 01 G15/00. Sposob obrabotki l'njanogo volokna i ustrojstvo dlja ego realizacii / I.Ju. Larin, V.V. Kapitanov; zajavitel' i patentoobladatel'

Ivanovsk. gos. tekstil'n. akad. – № 2007117289/12, zajavl. 08.05.07; opubl. 10.03.2009. Bjul. №7.

3. Larin I.Ju. Vlijanie zhestkih volokon kotonina na kachestvo prjazhi i stabil'nost' tehnologicheskogo processa prjadenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №4.

4. Posylina E.A., Krasik Ja.M., Larin I.Ju., Bariev A.R. Izuchenie vlijanija mehanicheskikh svojstv volokon na izmenenie krutki prjazhi pri pnevmomehanicheskom sposobe prjadenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2005, № 3. S.40...43.

5. Posylina E.A., Larin I.Ju., Krasik Ja.M., Hosrovjan G.A. Razrabotka metodiki rascheta processa rasprostraneniya krutki po ballonu pri pnevmoprjadenii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2007, № 3S. S. 46...48.

6. Migushov I.I. Mehanika tekstil'noj niti i tkani. – М.: Legkaja industrija, 1980.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 28.09.15.

УДК 677.074

**СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ОДНОСЛОЙНОЙ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ,  
ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ  
СТБ-180 И OMNIPLUS ФИРМЫ PİCANOL**

**A COMPARATIVE STUDY OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES  
OF A SINGLE-LAYER COTTON FABRIC  
PRODUCED BY WEAVING LOOMS  
STB AND OMNIPLUS COMPANY PİCANOL**

*Л.В. КОЖЕВНИКОВА, Т.Ю. КАРЕВА  
L.V. KOZHEVNIKOVA, T.YU. KAREVA*

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)  
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)  
E-mail: ttp@ivgpu.com

*В статье представлен материал по определению степени различия физико-механических свойств ткани одного артикула, вырабатываемой на ткацких станках различных марок. Проводился анализ хлопчатобумажной ткани арт.262, снятой с ткацких станков СТБ-180, OMNIplus 380 и OMNIplus 280 фирмы Picanol. Исследования тканого полотна проводили по его ширине: в фоне и околокромочных областях, в начале рулона и в его конце, по основным и уточным нитям.*

*В результате проведенных исследований был сделан вывод о том, что ни станок СТБ, ни станки OMNIplus не являются идеальными с точки зрения равномерности физико-механических свойств тканого полотна как по ширине, так и по длине.*

*In the article presents the material to determine the degree of difference in physico-mechanical properties of a fabric of one article produced on looms of different brands. We investigated cotton fabric calico art262, which is weaved by looms STB-180, OMNIplus 380 and OMNIplus 280 company Picanol. The study was conducted by the width of fabric: background and nearly the edge of the fabric areas in the beginning of the roll fabric and it its end, the warp and weft threads.*

*A result of the research was concluded that machine STB or machines OMNIplus are not ideal for uniformity of physico-mechanical properties of woven fabric width and genuine.*

**Ключевые слова:** ткань, основа, уток, ткацкий станок, физико-механические свойства тканей, определение степени различия физико-механических свойств ткани, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, плотность ткани.

**Keywords:** fabric, warp, weft threads, loom, physico-mechanical properties of a fabric, determination the degree of difference physico-mechanical properties a fabric, breaking load, breaking elongation, the density of the fabric.

Были проведены исследования хлопчатобумажной ткани бязь арт.262, вырабатываемой на ткацких станках СТБ-180, OMNIplus 380 и OMNIplus 280 фирмы Picanol. При этом на станке OMNIplus 380 производилось одновременное формирование двух полотен.

Целью исследования являлось определение степени различия физико-механических свойств ткани одного арти-

кула, вырабатываемой на ткацких станках различных марок. В табл. 1 представлены полученные экспериментальные значения разрывных нагрузок и разрывного удлинения образцов ткани. Исследование проводилось по ширине тканого полотна: в фоне и околосромочных областях, в начале рулона и в его конце, по основным и по уточным нитям.

Т а б л и ц а 1

Название ткацкого станка	Тип нитей	Область замера	Начало рулона ткани		Конец рулона ткани	
			удлинение, %	разрывная нагрузка, кгс	удлинение, %	разрывная нагрузка, кгс
СТБ-180	основа	кромка левая	17,500	41,800	16,700	40,320
		кромка правая	17,400	41,280	16,100	37,560
		фон	16,300	40,440	16,600	41,640
	уток	кромка левая	14,300	39,560	14,700	38,600
		кромка правая	15,500	40,120	15,200	39,960
		фон	14,900	42,840	14,500	42,960
OMNIplus 380	основа	кромка левая	17,083	41,067	15,333	42,533
		кромка правая	16,750	42,167	16,167	44,567
		фон	16,417	42,133	18,167	40,900
OMNIplus 380	уток	кромка левая	15,917	36,067	13,000	38,567
		кромка правая	15,833	36,633	13,417	38,667
		фон	15,417	42,800	13,333	38,200
OMNIplus 280	основа	кромка левая	15,071	42,143	13,786	44,000
		кромка правая	15,333	44,567	12,833	44,200
		фон	15,000	45,771	13,143	40,857
OMNIplus 280	уток	кромка левая	15,833	46,467	14,357	45,086
		кромка правая	15,071	44,257	16,286	43,971
		фон	14,500	46,000	14,071	45,829

Была проведена статистическая обработка экспериментальных данных с удалением резко выделяющихся значений (с использованием критерия Смирнова-Граббса) [1]. Далее данные были проанализированы на соответствие нормальному закону распределения случайных величин по критерию Пирсона.

После проведенной статистической обработки результатов эксперимента сделан вывод, что в основной своей массе

данные соответствуют нормальному закону распределения. Исключением являются значения по разрывной нагрузке по утку в левой околосромочной области в начале рулона ткани с ткацкого станка СТБ, а также значения по разрывной нагрузке по основе в левой околосромочной области в конце рулона с ткацкого станка OMNIplus 380. Это связано с тем, что все экспериментальные

данные исследуемых величин имели одинаковые или очень близкие значения.

Далее была проведена оценка статистической значимости различия средних значений разрывных нагрузок и разрывного удлинения с помощью критерия Стьюдента [2]. Определялась значимость произошедших изменений физико-механических свойств ткани в начале рулона и в его конце, по ширине полотна, вырабатываемого на одном ткацком станке, а также сравнительно между ткацкими станками; при этом предварительно была проведена статистическая обработка данных с позиции объединения выборок экспериментальных

данных по ширине тканого полотна. В табл. 2 представлены значения физико-механических свойств ткани с учетом объединения выборок, различия значений в которых статистически незначимы.

Параллельно проводилось исследование плотностей ткани по основе и по утку в указанных выше областях (табл. 3 – данные по плотностям и уработке нитей в бязи арт. 262) с целью подтверждения достоверности изменения физико-механических свойств ткани, представленных в табл. 2 (результаты физико-механических свойств ткани после объединения выборок).

Т а б л и ц а 2

Название ткацкого станка	Тип нитей	Начало рулона ткани		Конец рулона ткани	
		удлинение, %	разрывная нагрузка, кгс	удлинение, %	разрывная нагрузка, кгс
СТБ-180	основа	17,067	41,460	16,467	40,660
	уток	14,775	42,320	14,800	42,960
OMNIplus 380	основа	16,584	42,133	17,500	42,173
	уток	15,722	42,800	13,250	39,280
OMNIplus 280	основа	14,972	44,095	12,988	41,314
	уток	14,500	46,100	14,214	45,177

Т а б л и ц а 3

Название ткацкого станка	Тип нитей	Область замера	Начало рулона ткани		Конец рулона ткани	
			плотность, нит/дм	уработка, %	плотность, нит/дм	уработка, %
СТБ-180	основа	фон	240	8,3	223	7,4
		кромка левая	243	9,9	220	8,3
		кромка правая	236	8,3	220	7,4
	уток	фон	223	5,7	223	5,7
		кромка левая	230	6,5	223	6,5
		кромка правая	220	5,7	220	6,5
OMNIplus 380	основа	фон	223	6,5	220	7,7
		кромка левая	223	6,0	227	5,5
		кромка правая	223	6,7	223	7,1
	уток	фон	226	4,6	220	4,2
		кромка левая	223	5,7	217	4,4
		кромка правая	223	5,1	217	4,4
OMNIplus 280	основа	фон	220	6,9	227	6,9
		кромка левая	233	7,4	237	6,9
		кромка правая	227	6,9	233	7,2
	уток	фон	226	5,1	230	7,4
		кромка левая	226	6,5	227	7,1
		кромка правая	226	7,7	227	6,7

Таким образом, после всех проведенных исследований и статистической обработки полученных данных были сделаны выводы.

1. Физико-механические свойства ткани, вырабатываемой на станке СТБ, по ширине полотна изменяются по основе в среднем на 7%, а по утку – на 4%. Для станка OMNIplus 380 изменения физико-механических свойств ткани по ширине в среднем по основе составляют 3%, а по утку – 2%. Для станка OMNIplus 280 физико-механические свойства ткани по ширине изменяются в среднем по основе на 1%, а по утку – на 6%.

2. Физико-механические свойства ткани на станке СТБ по длине изменяются по основе в среднем на 2%, а по утку – на 1%. Для ткацкого станка OMNIplus 380 изменения физико-механических свойств ткани по длине в среднем по основе составляют 1%, а по утку – 9%. Для станка OMNIplus 280 физико-механические свойства ткани по длине изменяются в среднем по основе на 6%, а по утку – на 2%.

3. Рассматривая изменение плотностей на станке СТБ видим, что изменение плотности по основе по ширине ткани в среднем составляет 2%, а по утку – 3%. На ткацком станке OMNIplus 380 изменение плотности по основе по ширине ткани в среднем составляет 1%, а по утку – 1%. Изменение плотности на ткацком станке OMNIplus 280 по основе по ширине ткани в среднем составляет 3%, а утку – 1%.

4. Изменение плотностей по длине ткани, вырабатываемой на станке СТБ, по основе в среднем составляет 7%, а по утку – 3%. На ткацком станке OMNIplus 380 изменение плотности по основе по длине ткани в среднем составляет 1%, а по утку – 3%. Изменение плотности на ткацком станке OMNIplus 280 по основе по ширине ткани в среднем составляет 3%, а по утку – 1%.

## ВЫВОДЫ

Обобщая полученные данные, можно утверждать, что ни станок СТБ, ни станки OMNIplus не являются идеальными с точки зрения равномерности физико-механических свойств тканого полотна по ширине и по длине.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Севастьянов Б.А.* Курс теории вероятностей и математической статистики. – М.: Наука, 1981.
2. *Гайдышев И.* Анализ и обработка данных. – Спб: Питер, 2001.

## REFERENCES

1. *Sevast'janov B.A.* Kurs teorii verojatnostej i matematicheskoj statistiki. – M.: Nauka, 1981.
2. *Gajdyshev I.* Analiz i obrabotka dannyh. – Spb: Piter, 2001.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 06.02.15.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ НАМОТКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ БОБИНАХ ДЛЯ КРАШЕНИЯ

### RESEARCH OF WINDING DENSITY COTTON YARN IN CYLINDER BOBBINS FOR COLORATION

*А.Б. БРУТ-БРУЛЯКО, П.Н. РУДОВСКИЙ*  
*A.B. BRUT-BRULYAKO, P.N. RUDOVSKIY*

(Костромской государственный технологический университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: info@kstu.edu.ru

*Проведен анализ изменения плотности намотки хлопчатобумажной пряжи в цилиндрических бобинах.*

*The analysis of change of winding density of cotton yarn cylinder bobbin is carried out.*

**Ключевые слова:** плотность намотки, натяжение, пряжа, бобина, крашение.

**Keywords:** winding density, tension, yarn, bobbin, coloration.

Наиболее распространенным способом подготовки пряжи для крашения является формирование цилиндрических бобин на специальных мотальных машинах типа ММ и ММЛ. На этих машинах хлопчатобумажная пряжа перематывается с прядильных паковок или с конических бобин в цилиндрические бобины, которые должны иметь пониженную плотность намотки нитей для качественного окрашивания пряжи. Значительное колебание плотности намотки пряжи в цилиндрических бобинах может привести к разным оттенкам окрашенных нитей внутри бобин [1...4]. На мотальных машинах модели ММЛ имеются две возможности активно регулировать плотность намотки пряжи в цилиндрических бобинах [5...7].

Первым оперативным фактором, влияющим на плотность намотки пряжи в цилиндрических бобинах, является натяжение перематываемой нити, которое регулируется количеством грузовых шайб в натяжном приборе для каждой формируемой бобины [4], [6].

Вторым фактором, влияющим на плотность намотки нитей в бобине, является установка груза противовеса на приклоне относительно оси качания приклоне [7].

Данный фактор оказывает несколько меньшее влияние на плотность намотки, чем натяжение нити.

Для оценки уровня необходимой плотности намотки хлопчатобумажной пряжи в цилиндрических бобинах были проведены эксперименты на Костромском льнокомбинате БКЛМ. На мотальных машинах ММЛ-2 формировали цилиндрические бобины при перематывании хлопчатобумажных пряж 29, 50, 72 и 84 текс со скоростью 500 м/мин. Натяжение перематываемых нитей устанавливали грузовыми шайбами в натяжных приборах в зависимости от линейной плотности пряжи. Контроль натяжения пряжи в зоне перед формируемой бобиной осуществляли тензометром фирмы Смит (Германия). Цена деления шкалы прибора составляет один сН.

Перед наработкой бобин проводили взвешивание патронов, а после наработки бобин определяли массу пряжи. Одновременно проводили замеры каждой бобины и определяли объем пряжи по формулам [5...8]. Далее рассчитывали плотность намотки пряжи на бобине. Результаты исследований при формировании цилиндрических бобин приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер опыта (веретена)	Линейная плотность пряжи, текс							
	29		50		72		84	
	T, сН	$\gamma$ , г/см <sup>3</sup>	T, сН	$\gamma$ , г/см <sup>3</sup>	T, сН	$\gamma$ , г/см <sup>3</sup>	T, сН	$\gamma$ , г/см <sup>3</sup>
1	10	0,33	15	0,33	20	0,33	20	0,33
2	11	0,33	17	0,34	17	0,32	17	0,32
3	10	0,32	15	0,31	16	0,32	16	0,32
4	11	0,33	13	0,30	15	0,31	15	0,31
5	8	0,30	13	0,30	17	0,32	17	0,32
6	9	0,30	13	0,30	17	0,32	17	0,32
7	11	0,34	17	0,35	19	0,33	19	0,33
8	11	0,33	15	0,32	17	0,32	17	0,32
9	9	0,31	13	0,30	13	0,30	24	0,34
10	8	0,30	17	0,34	20	0,34	20	0,33
11	10	0,32	13	0,30	22	0,34	20	0,33
12	11	0,33	15	0,32	18	0,32	20	0,33
13	8	0,30	15	0,32	18	0,33	16	0,30
14	10	0,32	13	0,30	15	0,31	22	0,33
15	9	0,30	17	0,34	18	0,33	19	0,32
16	10	0,33	16	0,33	13	0,30	21	0,33
17	9	0,30	17	0,34	18	0,33	24	0,35
18	11	0,33	15	0,31	18	0,33	16	0,30
19	11	0,33	16	0,32	17	0,32	21	0,32
20	8	0,30	15	0,32	13	0,30	22	0,33

Проведенные исследования плотности намотки хлопчатобумажных пряж 29, 50, 72 и 84 текс показывают, что плотность в цилиндрических бобинах колеблется от 0,30 до 0,35 г/см<sup>3</sup>. Средняя величина плотности у всех рассмотренных пряж составила 0,32 г/см<sup>3</sup>.

Сводные характеристики выборок натяжения и плотностей намотки цилиндриче-

ских бобин мягкой намотки, рассчитанные по методике [9], приведены в табл. 2, где обозначено:  $\bar{T}$ ,  $\bar{\gamma}$  – средние значения натяжения нити и плотности намотки пряжи;  $S$ ,  $b$  – среднеквадратическое отклонение и относительная ошибка;  $P_p$  – разрывная нагрузка пряжи.

Таблица 2

Линейная плотность пряжи, текс	Характеристики натяжения пряжи					Характеристики плотности намотки		
	$\bar{T}$ , сН	$S\{T\}$ , сН	$b\{T\}$ , %	$P_p$ , сН	% от $P_p$	$\bar{\gamma}$ , г/см <sup>3</sup>	$S\{\gamma\}$ , г/см <sup>3</sup>	$b\{\gamma\}$ , %
29	9,75	1,13	5,6	298	3,27	0,317	0,014	4,40
50	15,10	1,59	5,0	518	2,9	0,319	0,008	2,46
72	17,00	2,33	6,6	782	2,17	0,321	0,021	1,80
84	20,20	1,64	4,6	823	2,45	0,321	0,012	1,70

Результаты расчета натяжения в процентах от разрывной нагрузки показывают, что для этих пряж при формировании бобин мягкой мотки натяжение находится в диапазоне от 2,17 до 3,27%.

Для оценки распределения плотности намотки внутри цилиндрических бобин проведена размотка сформированных бобин с определением массы смотанной пря-

жи и размеров бобины. Перед разматыванием цилиндрические бобины были размечены по диаметру намотки через один сантиметр, то есть радиус бобины был размечен на пять частей. Результаты разматывания хлопчатобумажной пряжи 50 и 72 текс приведены в табл. 3 (плотность намотки пряжи по слоям внутри бобин, г/см<sup>3</sup>).



Изменение диаметров бобины при разматывании, см	Линейная плотность пряжи, текс	
	50	72
18,9...16,8	0,29	0,31
16,8...14,8	0,31	0,33
14,8...12,9	0,32	0,34
12,9...10,9	0,33	0,35
10,9... 9,0	0,34	0,36

За счет давления наружных слоев пряжи на внутренние слои происходит некоторое уплотнение внутренних слоев намотанной пряжи. Разница в плотности намотки у наружных и внутренних слоев составляет до 17%.

По данным табл. 3 получена линейная зависимость плотности намотки  $\gamma$  от диаметра  $d_i$  (см) бобины. Для пряжи 50 и 72 текс она имеет вид:

$$\gamma = A - B d, \quad (1)$$

где  $A$ ,  $B$  – постоянные экспериментальные коэффициенты. Для пряжи 50 и 72 текс соответственно имеем  $A = 0,409$  и  $0,430$  г/см<sup>3</sup>, однако в обоих случаях  $B=0,0061$  г/см<sup>3</sup>. Ошибка аппроксимации при доверительной вероятности 0,95 не превышает 1%.

Аналогичные результаты были получены при исследовании цилиндрических бобин, сформированных из хлопчатобумажных пряж 29 и 84 текс.

Для оценки влияния плотности намотки хлопчатобумажной пряжи на качество крашения были сформированы цилиндрические бобины из пряжи 50 текс с плотностью намотки 0,310 и 0,355 г/см<sup>3</sup>. Данные бобины были помечены по вариантам и подвергнуты крашению активными красителями в зеленый травянистый и синий цвета. Крашение проводилось в аппарате АКДС-601-Л по технологическому режиму предприятия с использованием щелочной обработки пряжи. Количество бобин в партии составляло 462 [2], [10], [11]. Крашенные цилиндрические бобины первого и второго вариантов были перемотаны на машинах МЛМ-2 в конические бобины. В процессе перематывания производилось фотографирование конических бобин на отмеченных пяти участках цилиндрических бобин. Визуальная оценка окрашенной пряжи и ее фотографии (рис. 1 и 2), фиксирующие результаты крашения, показали, что непрокраса и разнооттеночности при разматывании цилиндрических бобин в обоих вариантах не установлено.



Рис. 1



Рис. 2

## ВЫВОДЫ

Цилиндрические бобины мягкой мотки целесообразно формировать с плотностью намотки хлопчатобумажной пряжи на

уровне 0,3...0,33 г/см<sup>3</sup> с разбросом по плотности намотки не более 10%. Средний уровень натяжения при формировании бобин мягкой мотки целесообразно устанавливать на уровне 3% от  $P_p$ .

1. *Панин И.Н.* Разработка и исследование структур текстильных паковок специального назначения: Дис.... докт. техн. наук. – М.: МГТА, 1996.
2. *Киселев Н.В.* Развитие теории процессов распределения рабочих сред и совершенствование аппаратов для жидкостей обработки и сушки текстильных паковок: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2008.
3. *Тимусяк С.Ю., Рудовский П.Н.* Влияние диаметра наматывания на гидравлическое сопротивление паковок крестовой намотки //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 71...73.
4. *Брут-Бруляко А.Б., Антипина Е.А., Таратин М.Ю.* Исследование влияния параметров перемешивания пряжи на плотность намотки // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2010, №23. С.22...24.
5. *Александров С.А., Кленов В.Б.* Формирование ткацких паковок. – М.: Легкая индустрия, 1976.
6. Хлопчаткачество: Справочник, 2-е изд., перераб. и доп./ Букаев П.Т., Оников Э.А., Мальков Л.А. и др. / Под ред. П.Т. Букаева. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
7. *Брут-Бруляко А.Б., Таратин М.Ю.* Моделирование влияния натяжения пряжи на плотность намотки цилиндрических бобин// Вестник Костромского гос. технолог. ун-та – 2010, №2. С.24...26.
8. *Брут-Бруляко А.Б., Антипина Е.А., Таратин М.Ю.* Влияние положения груза противовеса на плотность намотки цилиндрической бобины// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5. С. 49...52.
9. *Маховер В.Л.* Вероятностные методы исследования технологических процессов ткацкого производства. – Иваново: ИГТА, 2013.
10. *Рудовский П.Н.* Теоретические основы формирования технологической оценки паковок при фрикционном наматывании / Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 1996.
11. *Киприна Л.Ю., Рудовский П.Н.* Оценка качества структуры текстильных паковок с использованием современных информационных технологий. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технолог. ун-та, 2011.
1. *Panin I.N.* Razrabotka i issledovanie struktur tekstil'nyh pakovok special'nogo naznachenija: Dis.... dokt. tehn. nauk. – M.: MGTA, 1996.
2. *Kiselev N.V.* Razvitie teorii processov raspredelenija rabochih sred i sovershenstvovanie apparatov dlja zhidkostej obrabotki i sushki tekstil'nyh pakovok: Dis. ... dokt. tehn. nauk. – Kostroma: KGTU, 2008.
3. *Timusjak S.Ju., Rudovskij P.N.* Vlijanie diametra namatyvanija na gidravlichesкое soprotivlenie pakovok krestovoj namotki //Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5. S. 71...73.
4. *Brut-Bruljako A.B., Antipina E.A., Taratin M.Ju.* Issledovanie vlijanija parametrov peremeshivanija prjazhi na plotnost' namotki // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2010, №23. S.22...24.
5. *Aleksandrov S.A., Klenov V.B.* Formirovanie tkackih pakovok. – M.: Legkaja industrija, 1976.
6. Хлопчаткачество: Spravochnik, 2-e izd., pererab. i dop./ Bukaev P.T., Onikov Je.A., Mal'kov L.A. i dr. / Pod red. P.T. Bukaeva. – M.: Legprombytizdat, 1987.
7. *Brut-Bruljako A.B., Taratin M.Ju.* Modelirovanie vlijanija natjazhenija prjazhi na plotnost' namotki cilindricheskih bobin// Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta – 2010, №2. S.24...26.
8. *Brut-Bruljako A.B., Antipina E.A., Taratin M.Ju.* Vlijanie polozenija gruzа protivovesа na plotnost' namotki cilindricheskoj bobiны// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №5. S. 49...52.
9. *Mahover V.L.* Veroyatnostnyye metody issledovanija tehnologicheskikh processov tkackogo proizvodstva. – Ivanovo: IGTA, 2013.
10. *Rudovskij P.N.* Teoreticheskie osnovy formirovanija tehnologicheskoj ocenki pakovok pri frikcionnom namatyvanii / Dis. ... dokt. tehn. nauk. – Kostroma, KGTU, 1996.
11. *Kiprina L.Ju., Rudovskij P.N.* Ocenka kachestva struktury tekstil'nyh pakovok s ispol'zovaniem sovremennyh informacionnyh tehnologij. – Kostroma: Izd-vo Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta, 2011.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 25.09.15.

## МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫЕ ТКАНИ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ КОСТЮМОВ

## METALLIZED FABRIC FOR PROTECTIVE CLOTHING

Е.В. СИЛЬЧЕНКО, С.Д. НИКОЛАЕВ

E.V. SILCHENKO, S.D. NIKOLAEV

(Московский государственный университет дизайна и технологии)

(Moscow State University of Design and Technology)

E-mail: nsd0701@mail.ru

*В работе описаны способы изготовления металлизированных тканей, дана характеристика наиболее распространенных металлизированных тканей для защиты от электромагнитного излучения, представлено описание защитных костюмов.*

*The paper describes the methods of making metallic fabrics, the characteristics of the most common metallized fabrics for protection against electromagnetic radiation, presents a description of protective clothing.*

**Ключевые слова:** металлизированные ткани, электромагнитное излучение, костюмы для защиты.

**Keywords:** metallized fabric, electromagnetic radiation, protective suits.

В соответствии с санитарными правилами и нормами по электромагнитному излучению (ЭМИ) для уменьшения ЭМИ защитные устройства должны представлять собой электрически- и магнитно-замкнутый экран.

Для защиты от ЭМИ выпускаются металлизированные и неметаллизированные ткани.

Существуют несколько способов изготовления металлизированных тканей.

- ткани из синтетических нитей, в которые вплетены металлические медные или медные посеребренные нити;

- синтетические ткани из полиэфира или полиамида, на которые в вакууме производится напыление медного или никелевого покрытия;

- ткани, на которые химическим осаждением нанесены никелевые или медные покрытия (кобальта или серебра) в газовой среде или растворах.

Сегодня многие производители металлизированных тканей используют в качестве металлического покрытия никель.

Этот металл является ферромагнетиком, благодаря чему хорошо отражает магнитную составляющую электромагнитного излучения. Кроме того, он достаточно хороший проводник электрического тока и обладает высокой коррозионной стойкостью.

Металлизированная ткань "МЕТАКРОН" производится (производитель ООО НПП "Техностиль") с применением гальванической технологии – сплошное двухстороннее никелевое или никелево-медное покрытие материала толщиной до 12 мкм. Возможен выпуск ткани на различной основе – полиэфирной, полиамидной, параамидной, финилоновой, стеклянной, базальтовой, кремнеземной, хлопковой, комбинированной, капроновой. Масса металлического покрытия приведена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Тип ТЭ	Масса металлопокрытия, кг/м <sup>2</sup>
"МЕТАКРОН-НЭ" (М, МН)	0,03±0,01
"МЕТАКРОН-Н5"	0,06±0,01
"МЕТАКРОН-Н10"	0,10±0,01

Радиотехнические ТЭ "МЕТАКРОН" в зависимости от марок должны соответ-

ствовать значениям, приведенным в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Тип ТЭ (МЕТАКРОН-П или МЕТАКРОН-С)	Ослабление электрического поля, дБ, не менее					
	частота, МГц					
	0,1	0,5	1,0	5,0	10,0	30,0
"МЕТАКРОН-Н3 (М, МН)	65	80	80	70	65	60
"МЕТАКРОН-Н5"	65	80	80	70	70	60
"МЕТАКРОН-Н10"	65	80	80	70	70	60
Тип ТЭ (МЕТАКРОН-П или МЕТАКРОН-С)	Ослабление электромагнитного поля, дБ, не менее					
	частота, МГц					
	300	600	750	1200	4000	12000
"МЕТАКРОН-Н3 (М, МН)	55	55	50	45	40	30
"МЕТАКРОН-Н5"	60	60	55	50	50	40
"МЕТАКРОН-Н10"	60	60	60	60	60	50

В зависимости от назначения ткани "МЕТАКРОН" выпускаются в широком ассортименте: воздухо- и свето- мало- и многопропускаемые (почти прозрачные), толстые и тонкие, с различным количеством нанесенного металла, от 0,1 мкм до 12 мкм и более, с плотным и редким плетением, с нитями мягкими и жесткими на различной химической основе: полимерной горючей, полимерной негорючей, негорючей на основе стекла, кремнезема, базальта. Возможно нанесение металлического покрытия на углеграфитные ткани. На заказ ткани могут покрываться слоем резины, силикона или ламинироваться полимерными пленками для придания воздухо- непроницаемости.

Из-за разнообразия свойств данная ткань может быть пригодна во всех областях использования металлизированных тканей. В качестве лечебного изделия медицинского назначения используется аппликатор "Метакрон" – многослойное изделие с активным слоем из металлизированной ткани. На основе данной ткани предлагается специальная накладка на водительское кресло в автомобиле и других видах транспорта, на стулья и кресла для сотрудников, длительное время находящихся в сидячем положении. В виде ковровых покрытий металлизированная ткань устраняет неблагоприятное влияние геопатогенных зон.

Металлизированная ткань "Восход" производится ООО "Центр Сервис". На территории Республики Беларусь данную ткань продает фирма Белтим. Ткань пред-

назначена для защиты от электромагнитных и всех видов излучений, а также для снятия статического электричества и устранения излучений геопатогенного и техногенного характера в жилых, бытовых, служебных производственных помещениях. Ткань полимерная металлизированная, получают ее путем нанесения сплошного металлического покрытия гальваническим методом на полимерную основу ткани и обеспечивают экранирование электрического, магнитного, электромагнитного полей, инфракрасных излучений, а также биологическую защиту от вредного воздействия на человека.

Характеристики ткани. Ослабление электрического поля в диапазоне частот 0,1...30 МГц составляет 70...100 дБ, то есть ослабление осуществляется в 10 миллиардов раз. Ослабление магнитного поля в частотах 0,5...30 МГц от 5 до 50 дБ, то есть ослабление осуществляется до 100 тыс. раз. Ослабление электромагнитного поля (СВЧ) в диапазоне 300...12000 МГц составляет 60...80 дБ, то есть ослабление осуществляется в 100 миллионов раз. Коэффициент экранирования инфракрасного излучения (ИКА) составляет, в зависимости от наносимого металла, от 43 до 0,49 (свыше 50%). Электрическое сопротивление (по поверхности) ткани составляет по медному покрытию 0,002 Ом/см<sup>2</sup>, по никелевому – от 0,1 до 0,6 Ом/см<sup>2</sup>. Ткань нетоксична, пожаростойкая, воздухопроницаемая. Имеет хорошие адгезионные свойства с различными пропитывающими со-

ставами (полиэтилен, резина, пенополиуретан и др.).

Ткань применяется в авиации, космонавтике, судостроении, энергетической отрасли, нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей промышленности, медицине.

Ткани позволяют разрабатывать экранирующие комплекты. По своему назначению экранирующие комплекты разделяются на две группы:

- комплекты для работы на потенциале земли в открытом распределительном устройстве и высоковольтных линий напряжением 330...1150 кВ при напряженности электрического поля не более 60 кВ/м,


- комплекты для работы под напряжением на потенциале проводов (с непосредственным касанием находящихся под напряжением) высоковольтных линий напряжением 110...1150 кВ.




Промежуточное положение занимают комплекты для работы в зоне наведенного напряжения. Отдельное место занимают экранирующие комплекты для защиты от

электромагнитного излучения радиочастот, однако наибольшее применение они находят при эксплуатации в зоне действия мощных источников излучения, работающих в радиочастотном диапазоне (радиопередающих и телевизионных станций, сотовой и высокочастотной связи, радиолокационных установок, аэронавигации, установок высокочастотного нагрева).



Экранирующие комплекты всех типов создают замкнутое пространство вокруг тела человека, исключая проникновение поля даже очень высокой интенсивности внутрь экранированного пространства. Обладая высокой проводимостью, комплекты шунтируют тело человека, исключая протекание через него тока смещения и импульсных токов. Комплекты для работы под напряжением, кроме того, защищают органы дыхания пользователя от аэроионов, образующихся в результате ионизации воздуха под воздействием высокого напряжения.

Отметим наиболее часто используемые комплекты защитной одежды.

<p>Костюм "Экран-2Б"</p> 	<p>Состав комплекта: комбинезон; щиток с наголовным креплением, капюшон с пелериной, перчатки и носки. Изготавливаются из хлопкополиэфирной ткани с включением армированных токопроводящих нитей, обладающих также антистатическими свойствами. Ткань подкладки – 100% х/б. Комбинезон имеет двойную застежку на металлической молнии, воротник-стойку, застегивающийся на две кнопки, двойной рукав, имеется нагрудный карман с клапаном на кнопке, спинка по талии стянута эластичной тесьмой, ремень застегивается на замок-фастекс, на брюках – накладные карманы, капюшон крепится к маске оголовья кнопками, пелерина одевается под воротник.</p> <p><u>Области применения:</u> авиационная промышленность; машиностроение; радиолокационные станции специального назначения; радиолокационные станции аэропортов. Костюм выполнен в соответствии с ТУ 8572-157-00209600-02.</p>
<p>Костюмы серии ЭП</p>	<p>Компания "Энергоформ" представляет 6 видов комплектов для защиты от электрических полей частотой 50...60 Гц и сопутствующих факторов, а также электромагнитных полей в широком диапазоне радиочастот. Экранирующие комплекты обеспечивают 100%-ную защиту персонала, обслуживающего электроустановки сверх- и ультравысокого напряжения, включая работы, выполняемые в контакте с неотключенными воздушными линиями электропередачи напряжением до 1150 кВ включительно, а также персонала, обслуживающего большинство излучающих установок.</p> <p><u>Области применения:</u> основной заказчик – РАО "ЕЭС России" и дочерние предприятия. Предназначены для персонала, обслуживающего устройства сотовой и спутниковой связи, радиолокационные установки, теле- и радиопередающие системы в различных регионах страны. Комплекты удовлетворяют требованиям международного стандарта IEC 60895, а также ГОСТ 12.4.172-87.</p>

<p>Экранирующий комплект ЭП-1</p> 	<p>Предназначен для использования при всех видах ремонтных работ, выполняемых в распределительных устройствах и на воздушных линиях электропередачи напряжением 330, 400, 500, 750 и 1150 кВ на потенциале земли в теплое время года. Состав комплекта: гальванически соединенные элементы: экранирующая куртка с капюшоном; экранирующий полукомбинезон; экранирующий накасник; экранирующие трикотажные перчатки; кожаные экранирующие ботинки. Разработан комплект ЭП-1Д, защищающий от теплового воздействия электрической дуги. В качестве защитного материала верха использована ткань Номекс из арамидных волокон производства химического концерна Du Pont de Nemours International.</p>
<p>Экранирующий комплект ЭП-2</p> 	<p>Предназначен для дежурного персонала открытых распределительных установок. Состав комплекта: экранирующий комбинезон; экранирующий головной убор (шлем) с экраном для лица; экранирующие трикотажные перчатки; кожаные экранирующие ботинки; каски общего назначения.</p>
<p>Экранирующий комплект ЭП-3</p> 	<p>Состав комплекта: гальванически соединенные элементы, утепленная экранирующая куртка с капюшоном; утепленный экранирующий полукомбинезон; экранирующий накасник; экранирующие трикотажные перчатки; кожаные утепленные экранирующие ботинки или утепленные экранирующие сапоги, а также утепленные рукавицы общего назначения. Предназначен для использования при всех видах работ, выполняемых в распределительных устройствах и на воздушных линиях электропередачи напряжением 330, 400, 500, 750 и 1150 кВ на потенциале земли в холодное время года.</p>
<p>Экранирующий комплект ЭП-4(Л)</p> 	<p>Предназначен для использования во время ремонтных работ, выполняемых непосредственно на проводах неотключенных воздушных линий электропередачи напряжением 110...1150 кВ включительно, а также при работах под напряжением, выполняемых на потенциале земли (стойки и траверсы опор) в теплое время года. Состав комплекта: гальванически соединенные элементы: экранирующая куртка с капюшоном; экранирующий полукомбинезон; экранирующий накасник; экран для лица с креплением на каске; экранирующие трикотажные перчатки; кожаные экранирующие ботинки, каска общего назначения; пояс с монтерской сумкой для инструментов на потенциале земли (стойки и траверсы опор) в теплое время года.</p>
<p>Экранирующий комплект ЭП-4(З)</p> 	<p>Предназначен для использования при работах, выполняемых непосредственно на проводах неотключенных воздушных линий электропередачи напряжением 110...1150 кВ включительно, а также при работах под напряжением, выполняемых на потенциале земли (стойки и траверсы опор) в холодное время года. Состав комплекта: гальванически соединенные элементы: утепленная экранирующая куртка с капюшоном; утепленный экранирующий полукомбинезон; экранирующий накасник; экран для лица с креплением на каске; экранирующие трикотажные перчатки; кожаные утепленные экранирующие ботинки и утепленные рукавицы, пояс с монтерской сумкой для инструментов.</p>



<p>Экранирующий комплект ЭП-4(0)</p> 	<p>Предназначен для защиты персонала от наведенного напряжения, в частности, при работе на участках контактной сети железных дорог, подстанциях, включая тяговые, а также воздушных линиях электропередачи.</p> <p>Состав комплекта: гальванически соединенные элементы: экранирующая куртка с капюшоном; экранирующий полукombineзон; экранирующий накасник; экранирующие трикотажные перчатки; кожаные экранирующие ботинки, каска общего назначения; пояс с монтерской сумкой для инструментов.</p> <p>Разработан комплект ЭП-4(0)Д, защищающий от теплового воздействия электрической дуги. В качестве защитного материала верха использована ткань Номекс из арамидных волокон производства химического концерна Du Pont de Nemours International. Защитные свойства этих комплектов сохраняются при использовании данных комплектов с утепленной одеждой общего назначения. Сохраняют свои гигиенические, эксплуатационные и защитные свойства в течение всего срока носки (1год). Все костюмы должны иметь хлопчатобумажную подкладку для изоляции тела работающего от электропроводящей ткани и металлических кнопок.</p> <p>Коэффициенты экранирования, не менее: 30 – для комплектов типов ЭП-1, ЭП-2, ЭП-3, 100 – для комплектов ЭП-4.</p>
<p>Комплект ЛЛ01</p> 	<p>Предлагает компания ТехИнСнаб. Комплект предназначен для защиты от ЭМИ. Комплект состоит из: комбинезона двухслойного с застежками: с двумя плечевыми и центральной на "молнии", с защитными клапанами; накладными карманами с клапанами, шлевками для ремня; есть лицевой щиток для крепления к каске; рукавицы, двухслойные; бахилы, однослойные. Комплект шьется из ткани Грета или ТТМ арт.56041 "М". Соответствует ТУ 3663-001-17410584-02.</p>

## ВЫВОДЫ

1. Показано, что для уменьшения электромагнитного излучения защитные устройства должны представлять собой электрически- и магнитно-замкнутый экран.

2. Показана степень ослабления электрического и электромагнитного поля при использовании металлизированных тканей.

3. Дано описание комплектов защитной одежды, их состав и область применения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Савинова А.А., Тюменев Ю.Я., Чернышова Т.Р. Влияние волокнистого состава на показатели надежности огнезащитных тканей для спецодежды // Дизайн и технологии. – 2014, № 40 (82). С.59...63.
2. Шампаров Е.Ю., Родэ С.В. Измерения поглощения электромагнитных волн терагерцевого диапазона в тканях // Дизайн и технологии. – 2014, № 40 (82). С. 64...72.

3. Шампаров Е.Ю., Родэ С.В. Дифракция терагерцевого электромагнитного излучения в структуре ткани // Дизайн и технологии. – 2014, № 39 (81). С. 48...53.

4. Никифорова А.А., Давыдов А.Ф., Курденкова А.В. Оценка коэффициента пропускания электромагнитного излучения (коэффициента экранирования) тканей специального назначения // Дизайн и технологии. – 2013, № 37 (79). С. 83...87.

5. Никифорова А.А., Давыдов А.Ф., Курденкова А.В., Бызова Е.В. Разработка метода оценки коэффициента прохождения электромагнитного излучения тканей специального назначения // Дизайн и технологии. – 2013, № 36 (78). С. 55...61.

6. Тогатаев Т.У., Турганбаева А.А., Баширова С.А., Конысбеков С.М. Анализ эксплуатационных характеристик защитной одежды спасателей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С.45...49.

7. Бизюк А.Н., Жерносек С.В., Ольшанский В.И., Ясинская Н.Н. Исследование влияния СВЧ-излучения на показатели качества тканых полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №2. С.17...20.

8. Рылкова М.В., Бокова Е.С., Дедов А.В. Исследование изменения коэффициента отражения электромагнитных волн при получении радиопоглощающих нетканых материалов // Изв. вузов.

Технология текстильной промышленности. – 2013, №5. С.17...19.

9. Веселов В.В., Белова И.Ю., Королева С.В. Исследование материалов с металлонанпылением в одежде специального назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №4. С.14...18.

#### REFERENCES

1. Savinova A.A., Tjumenev Ju.Ja., Chernyshova T.R. Vlijanie voloknistogo sostava na pokazateli nadezhnosti ognезashhitnyh tkaney dlja spetsodezhdy // Dizajn i tehnologii. – 2014, № 40 (82). S.59...63.

2. Shamparov E.Ju., Rodje S.V. Izmerenija pogloshhenija jelectromagnitnyh voln teragerceвого diapazona v tkanjah // Dizajn i tehnologii. – 2014, №40 (82). S. 64...72.

3. Shamparov E.Ju., Rodje S.V. Difrakcija teragerceвого jelectromagnitного izluchenija v strukture tkani // Dizajn i tehnologii. – 2014, № 39 (81). S. 48...53.

4. Nikiforova A.A., Davydov A.F., Kurdenkova A.V. Ocenka kojefficienta propuskanija jelectromagnitного izluchenija (kojefficienta jekranirovaniya) tkaney special'nogo naznachenija // Dizajn i tehnologii. – 2013, № 37 (79). S. 83...87.

5. Nikiforova A.A., Davydov A.F., Kurdenkova A.V., Byzova E.V. Razrabotka metoda ocenki

kojefficienta prohozhdenija jelectromagnitного izluchenija tkaney special'nogo naznachenija // Dizajn i tehnologii. – 2013, № 36 (78). S. 55...61.

6. Togataev T.U., Turganbaeva A.A., Bashirova S.A., Konysbekov S.M. Analiz jekspluatacionnyh harakteristik zashhitnoj odezhdy spasatelej // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1. S.45...49.

7. Bizjuk A.N., Zhernosek S.V., Ol'shanskij V.I., Jasinskaja N.N. Issledovanie vlijanija SVCh-izluchenija na pokazateli kachestva tkanyh poloten // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №2. S.17...20.

8. Rylkova M.V., Bokova E.S., Dedov A.V. Issledovanie izmenenija kojefficienta otrazhenija jelectromagnitnyh voln pri poluchenii radiopogloshhajushhih netkanyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №5. S.17...19.

9. Veselov V.V., Belova I.Ju., Koroleva S.V. Issledovanie materialov s metallonapyleniem v odezhde special'nogo naznachenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №4. S.14...18.

Рекомендована кафедрой ПиХОТИ. Поступила 20.09.15.



УДК 677.027.524

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ ПОЛИУРЕТАНОВ  
В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩИХ В ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ**

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF USE  
OF POLYURETHANE WATER DISPERSIONS  
AS BINDING IN THE PIGMENTARY PRINT**

*Е.Э. КУЗНЕЦОВА, И.И. ТЯПКИН, В.В. САФОНОВ*  
*E.E. KUZNETSOVA, I.I. TYAPKIN, V.V. SAFONOV*

(Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: svv@staff.msta.ac.ru

*В работе проведена оценка физико-механических и органолептических свойств пленок водных дисперсий полиуретанов (ПУ) отечественного производства для комплексного изучения и прогнозирования эффективности применения выбранных дисперсий в качестве связующих веществ в пигментной печати.*

*In work the assessment of physicochemical and organoleptic properties of polyurethane (PU) water dispersions films of a domestic production for complex studying and forecasting of efficiency of application these dispersions as binding substances in the pigmentary print is carried out.*

**Ключевые слова:** полиуретановые дисперсии, пигментная печать, связующее вещество, физико-механические свойства.

**Keywords:** polyurethane dispersions, pigmentary print, binding substance, physicochemical properties.

В последние годы текстильная промышленность значительно увеличила выпуск набивных тканей за счет использования новых препаратов отечественного производства. Несмотря на широкое внедрение пигментной печати в практику отделочного производства, пока еще суще-

ствуют проблемы, связанные с получением желаемого качества отпечатков. Изучение свойств печатных композиций на основе перспективного класса ПУ стало актуальным. Важным критерием оценки пригодности пленкообразующих препаратов для использования в пигментной печати явля-

ются физико-механические свойства пленок, в данном случае отлитых из водных дисперсий ПУ (эластичные и прочностные свойства: разрывная прочность и относительное удлинение, адгезионная прочность к волокну).

Помимо этого, одним из направлений совершенствования технологии печатания готовых изделий является применение шелкотрафаретного способа печати на станках карусельного типа [1], технологические режимы которого требуют адапта-

ции к определенным видам печатных композиций и текстильных материалов. В табл. 1 (физико-механические свойства пленок ПУ-дисперсий марки Аквапол, где  $\sigma_p$  – разрывное напряжение;  $\sigma_{100}$  – предел прочности при разрыве;  $\epsilon_p$  – относительное удлинение) представлены основные характеристики выбранных для исследований водных дисперсий ПУ, предоставленные фирмой ООО "НПП "Макромер" (г. Владимир) [2], [5].

Таблица 1

Аквапол	Свойства пленок				
	$\sigma_p$ , МПа	$\sigma_{100}$ , МПа	$\epsilon_p$ , %	Твердость по Кенингу, усл. ед.	Минимальная температура пленкообразования, °С
11	20...40	3...6	400...650	0,13	6
12	20...40	5...11	350...400	0,30	-
15	30...40	2,5...3	900...1000	-	-
21	25...45	10...20	200...350	0,40	7,5...8,5
23	1,5...3	0,5...1,5	1000...2000	0,10	-

Данные показатели описывают свойства пленок, но важно представлять поведение таковых в виде диаграмм зависимостей для понимания процессов, происходящих при взаимодействии компонентов печатной краски. В связи с этим на данном этапе были исследованы деформационные свойства пленок. Физико-механические свойства полимеров выявляются с помощью диаграммы "нормальное напряжение – относительная деформация", описывающей поведение однородного образца с постоянным поперечным сечением в условиях одноосного растяжения [3].

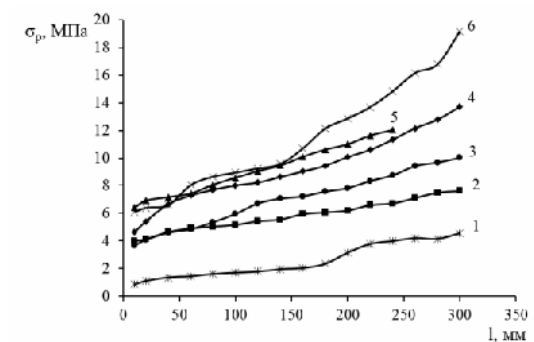


Рис. 1

На рис. 1 представлены деформационные кривые для пигментированных пленок на основе Акваполов 11, 12, 15, 21, а также для ПУ дисперсий импортного производства (Politex PU, фирма Serpoltex и Tubicoat Ru 80, фирма СНТ Bezema), которые показывают зависимость деформации растяжения (абсолютное удлинение, мм) от разрывного напряжения для ПУ дисперсий марки Аквапол в сравнении с импортными препаратами, где 1 – Politex PU/38; 2 – Аквапол 12; 3 – Аквапол 15; 4 – Аквапол 11; 5 – Аквапол 21; 6 – Tubicoat RU 80.

Анализируя характер полученных зависимостей (деформационных кривых), можно сделать вывод, что полимеры Аквапол 15 и 12 способны образовывать мягкую и пластичную пленку, так как в их случае при некоторой небольшой величине напряжения заметен рост абсолютного удлинения, а значит и развитие постоянной пластической деформации. Также можно отметить, что характер кривых этих полимеров идентичен поведению пленки дисперсии импортного препарата Politex PU/38. Пленка Аквапола 11 несколько более жесткая, но также пластична (от 4 до

13 МПа), так как кривая не является прямой и наблюдается участок развития пластической деформации. Пигментированная пленка дисперсии Аквапол 21 рвется при значении абсолютного удлинения около 250 мм, что характеризует ее как наиболее жесткую, также можно охарактеризовать пленку полимера Tubicoat RU 80.

Важно отметить, что в целом все исследуемые полимеры показали положительные результаты, что позволяет считать их перспективными для дальнейшего изучения в условиях пигментной печати.

Значительное влияние на свойства окрашенных пленок оказывает концентрация пигментного красителя. Исследование композиций с добавлением пигмента было проведено в связи с тем, что известны факты различного поведения наполненных и ненаполненных пленок полимеров и в отношении их деструкции. На примере Аквапола 15 были определены показатели как разрывной прочности, так и относительно удлинения пленок, отлитых из пигментных печатных композиций. Приготовлены составы печатных красок, включающие связующее вещество (ПУ дисперсия), загуститель, пигмент, концентрация которого варьировалась от 20...100 г/кг печатной краски. Построена комплексная зависимость параметров "абсолютного удлинения" и "разрывного напряжения" от концентрации пигмента (рис. 2 – влияние концентрации пигмента Minerprint blue на деформационные свойства наполненной пленки из Аквапола 15; 1 – разрывное напряжение, 2 – абсолютное удлинение при разрыве).

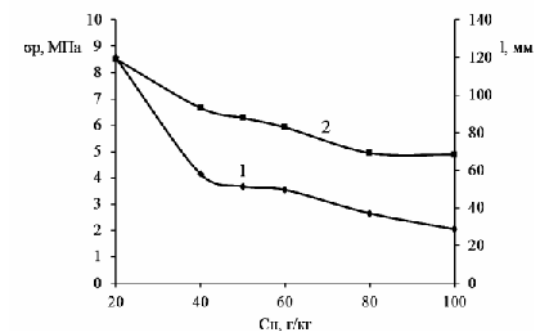


Рис. 2

Кривая 1 на рис. 2 характеризует изменение разрывного напряжения пленок в зависимости от содержания в них пигмента. На основании анализа данной кривой можно сделать вывод, что при введении пигмента в состав пленки происходит снижение разрывной нагрузки и, как следствие, – снижение разрывной прочности наполненной пленки по сравнению с ненаполненной; при этом уменьшается абсолютное удлинение при разрыве (кривая 2). При дальнейшем увеличении концентрации пигмента (от 40 г/кг и более) изменения в структуре пленки незначительны. Видимо, в структуре пленки происходит частичная кристаллизация с изменением подвижности цепей макромолекул.

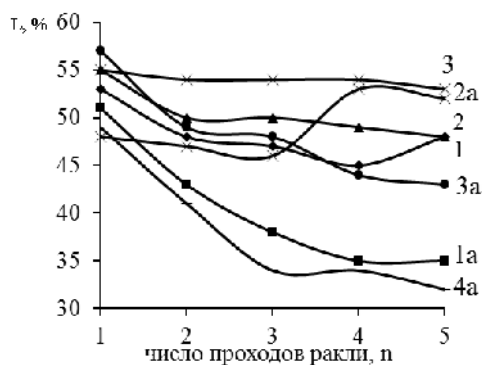
Анализ вышеизложенных экспериментов позволил выбрать из серии отечественных ПУ дисперсий объекты дальнейших исследований, а конкретно дисперсии Аквапол 11 и 15.

В ходе работы подобраны оптимальные соотношения веществ загустителей импортного производства: Lutexal HEF (акриловый загуститель фирмы BASF), Rheovis PU 1280 (полиуретановый загуститель фирмы BASF), Thickener N (акриловый загуститель фирмы CePalTex), модифицированный природный Манутекс RS (продукт модификации альгината натрия солями кальция) в смеси с выбранными связующими, а также изучены условия их применения на станках карусельного типа Chameleon.

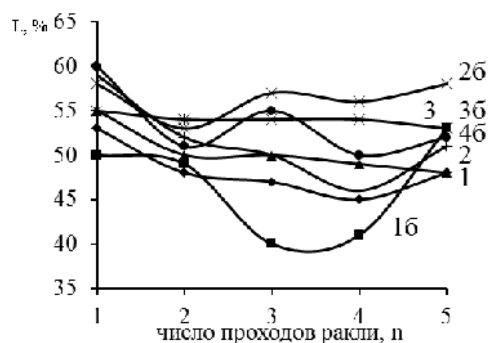
При разработке технологии печатания пигментами с использованием рекомендуемых связующих и совместимых с ними загустителей важно учитывать условия проведения процесса печати. Проведен специальный эксперимент, связывающий показатели качества узорчатой расцветки с условиями трафаретной печати. Связующие в этом случае должны обеспечивать технологические параметры краски, такие как температура пленкообразования, реология поведения при нанесении, определяемые особенностями работы печатного оборудования и технологическими параметрами нанесения рисунка при помощи сетчатых шаблонов.

Проведены исследования на забиваемость сетки шаблонов с разной линиатурой для всех исследуемых композиций. В лабораторных условиях многократно наносили печатную краску на сетку шаблона, учитывая при этом количество проходов ракли и измеряя интенсивность цвета использованной сетки [4]. Для эксперимента выбраны сетки с мелкой №90.40 и крупной №49.70 линиатурами. Результаты для сетки №90.40 представлены на рис. 3 (забивание сетки шаблона № 90.40 при 5

проходах ракли для композиций на основе а) – Аквапола 11 и б) – Аквапола 15, где 1 – Helizarin ET 95, Lutexal HEF; 1а – Аквапол 11, Lutexal HEF; 1б – Аквапол 15, Lutexal HEF; 2 – Tubicoat Ru 80, Rheovis PU; 2а – Аквапол 11, Rheovis PU; 2б – Аквапол 15, Rheovis PU; 3 – Politex Pu, Thickener N; 3а – Аквапол 11, Thickener N; 3б – Аквапол 15, Thickener N; 4а – Аквапол 11, Манутекс RS; 4б – Аквапол 15, Манутекс RS) в виде линейных зависимостей.



а)



б)

Рис. 3

Анализ графиков зависимостей показывает, что практически для всех композиций после двух-трех проходов ракли характерно снижение светлоты сетки (для опыта взят пигмент синего цвета). Это объясняется тем, что при первом продавлиании краска проникает в глубину ситового пространства, еще не проходя полностью к материалу. Каждый последующий проход ракли осуществляет продавливание очередным слоем краски предыдущего на поверхности материала, поэтому показатели светлоты ситовой поверхности в некоторой мере улучшаются, либо остаются на стабильном уровне. В случае же использования крупнодисперсных систем, а также быстровысыхающих печатных красок неминуемо систематическое снижение светлоты сетки линейно до светлоты пигмента синего в нескольких слоях.

В нашем случае сетки частично забиваются, но результаты для рекомендуемых композиций не уступают показателям импортных композиций. Важно учитывать,

что в ходе эксперимента не применялись эмульгаторы или какие-либо замедлители высыхания печатной краски.

Сравнивая между собой значения показателей для двух связующих в смеси с различными по природе и происхождению загустителями, можно сделать выводы, что как для крупной, так и для мелкой сетки композиции на основе Аквапола 15 показали более хорошие результаты, чем Аквапол 11; так минимальная светлота для Аквапола 15 составляет около 40%, тогда как для Аквапола 11 около 32...35%. При использовании импортных загустителей Lutexal HEF, Rheovis PU, Thickener N Аквапол 15 в некоторых случаях проявил себя лучше, чем традиционные связующие в композициях зарубежного производства. Установлено, что при использовании сеток с размером номера, как 90.40, так и 49.70, в большей степени засоряет шаблон композиция на основе загустителя Манутекс RS, в меньшей – Lutexal HEF. Наилучшие результаты показали композиции ПУ связующих с ПУ

загустителем Rheovis PU. Вероятно, полимеры одной природы не образуют друг с другом крупных агрегатов, а легко образуют гомогенную смесь, не взаимодействуя друг с другом. В общем виде использование Акваполов с различными видами загустителей по данному критерию эффективно и не уступает эталонам: с увеличением числа проходов ракля сетка шаблона не забивается. Поэтому дальнейшее исследование композиций проводилось с учетом данных характеристик.

В ходе проведения эксперимента показано что сита 49.70 и 54.64 – наименее рекомендуемые, так как в большей степени необходимы для запечатывания темного или цветного текстиля, где необходимо обеспечить максимальную укрывистость красок. При этом крупные сетки нужно использовать с осторожностью, так как возможно проникновение краски на изнаночную сторону. Мелкоситовые сетки используют в основном для пропечатки мелких узоров рисунков. При этом нити сетки должны быть тонкие, 34, 40, 55 (вторая цифра в номере), иначе использование таких линиатур приведет к непропечатке, низкой ровноте окрасок.

При выбранных технологических параметрах, при которых краски в наименьшей степени забивают сетки шаблонов различной линиатуры, проведена печать хлопчатобумажной ткани, трикотажа, смешовой ткани (ХБ/ПЭ 50:50) в условиях, приближенных к производственным – на печатном станке карусельного типа Chameleon. Для выбранного материала и предлагаемых композиций решено применить номер сетки 61.55, удовлетворяющий каждой из них.

## ВЫВОДЫ

1. Анализ физико-механических свойств пленок, отлитых из водных дисперсий полиуретанов, показал, что наиболее пригодными для печати являются дисперсии Аквапол 11 и 15, так как за счет специфических свойств они способ-

ны образовывать мягкие и пластичные пленки, что является необходимым условием для пигментной печати.

2. Показано, что препараты Аквапол 11 и 15 удобны в применении в смеси со многими загустителями, исключают проблему забивания сита шаблонов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Итоги работы легкой промышленности за 2010 год // Швейная промышленность. – 2010, №1.
2. Антипова Е.А., Короткова Н.П., Лебедев В.С. Современные полиуретановые, эпоксидные, ПУ-акрилатные и эпоксиакрилатные связующие для промышленных ЛКМ производства ООО "НПП Макромер" // Экономика и статистика. – 2012, №9. С. 14...21.
3. Одинцова О.И., Козлова О.В., Смирнов О.К., Мельников Б.Н. Оценка эффективности использования отечественных акриловых полимеров в пигментной печати // Текстильная химия. – 1998, № 1 (13). С. 24...28.
4. Аleshina А.А. Композиции на основе нового метакрилатстирольного сополимера для печати текстильных материалов пигментами: Дис...канд. техн. наук. – Иваново: ИГХТУ, 2010.
5. Потопочкина И.И. Полиуретановые дисперсии предприятия "Макромер" // Полиуретановые технологии. – 2007, №1(8).

## REFERENCES

1. Itogi raboty legkoj promyshlennosti za 2010 god // Shvejnaja promyshlennost'. – 2010, №1.
2. Antipova E.A., Korotkova N.P., Lebedev V.S. Sovremennye poliuretanovye, jepoksidnye, PU-akrilatnye i jepoksiakrilatnye svjazujushhie dlja industrial'nyh LKM proizvodstva ООО "NPP Makromer" // Jekonomika i statistika. – 2012, №9. S. 14...21.
3. Odincova O.I., Kozlova O.V., Smirnov O.K., Mel'nikov B.N. Ocenka jeffektivnosti ispol'zovanija otechestvennyh akrilovyh polimerov v pigmentnoj pechati // Tekstil'naja himija. – 1998, № 1 (13). S.24...28.
4. Aleshina A.A. Kompozicii na osnove novogo metakrilatstirol'nogo sopolimera dlja pechati tekstil'nyh materialov pigmentami: Dis...kand. tehn. nauk. – Ivanovo: IGHTU, 2010.
5. Potapochkina I.I. Poliuretanovye dispersii predpriyatija "Makromer" // Poliuretanovye tehnologii. – 2007, №1(8).

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.06.15.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ  
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
АРАМИДНОГО ВОЛОКНА\***

**APPLICATION OF PLASMA MODIFICATION  
FOR IMPROVEMENT OF STRENGTH CHARACTERISTICS  
OF ARAMIDE FIBER**

*Е.А. СЕРГЕЕВА, А.Р. ИБАТУЛЛИНА, К.Д. КОСТИНА*  
*E.A. SERGEEVA, A.R. IBATULLINA, K.D. KOSTINA*

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)  
(Kazan National Research Technological University)  
E-mail: katserg@rambler.ru, twopizzas@mail.ru, karikostina@mail.ru

*Работа направлена на решение актуальной проблемы модификации арамидных волокнистых материалов путем обработки в плазме ВЧЕ-разряда пониженного давления, позволяющей снижать гидрофильность, повышать показатели их механических свойств. Установлено, что увеличения показателя прочности для арамидных волокон Русар-НТ, Кевлар в 1,2 раза можно достичь при обработке волокон в смеси газов аргон – пропан-бутан; при этом уменьшение значения капиллярности составляет 1,8 раза для марки Русар-НТ и 1,7 раза – для марки Кевлар.*

*Work is directed on actual problem decision modification of aramid fiber materials by high frequency capacitive discharge plasma treatment in low pressure, which allows to reduce the hydrophilicity, improve indicators of their mechanical properties. It has been established that the increase of the strength of the aramid fibers Rusar-NT, Kevlar in 1.2 times can be obtained by treatment of the fibers in argon – propane-butane mix of gases; while decreasing the value of capillarity is established in 1.8 times of for the brand Rusar-NT and in 1.7 times – for the brand Kevlar.*

**Ключевые слова:** арамидное волокно, прочность, капиллярность, плазменная полимеризация.

**Keywords:** aramid fiber, strength, capillarity, plasma polymerization.

Арамидные волокна обладают уникальным сочетанием свойств. Они имеют одни из самых высоких значений прочности и модуля упругости среди других волокон, устойчивы к пламени и высокотемпературным воздействиям, к органическим растворителям, нефтепродуктам и различным минеральным маслам. Кроме того, комбинирование в защитных текстильных изделиях арамидных волокон

с другими видами волокон (например, углеродными) увеличивает износостойкость изделий и в случае использования в качестве обмотки защищает от повреждений волокна-компаньоны [1]. Все это обеспечило материалам из арамидных волокон широкое применение в качестве технического текстиля, а именно при производстве спецодежды, рукавных фильтров, пожарных рукавов, при арми-

\* Работа выполнена в Казанском национальном исследовательском технологическом университете при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (Соглашение №14.В37.21.0731).

ровании железобетонных конструкций, труб, автомобильных и велошин, а также для производства бронежилетов.

При использовании арамидных волокнистых материалов в текстильных изделиях бытового и технического назначения актуальной остается проблема регулирования показателей их механических и физических свойств, в частности, показателей прочности и гидрофильности (гидрофобности). Для улучшения показателей некоторых свойств арамидных волокон и материалов из них целесообразно применение плазменной модификации. Так, в частности, обработка в плазме высокочастотного емкостного ВЧЕ-разряда пониженного давления не вызывает объемной деструкции волокна и позволяет регулировать поверхностные и физико-механические свойства полимерных волокнистых материалов [2].

Работа направлена на решение актуальной проблемы модификации арамидных волокнистых материалов путем обработки в плазме ВЧЕ-разряда пониженного давления, позволяющей снижать гидрофильность, повышать показатели их механических свойств.

В качестве объектов исследования были выбраны арамидные волокна марок Русар-НТ, Кевлар, обладающие гидрофильностью в исходном состоянии. Входные параметры плазменной установки варьировались в следующих пределах: мощность  $W_p$  от 0,6 до 2,2 кВт; продолжительность обработки  $t$  от 60 до 600 с; давление в рабочей камере  $P=26,6$  Па; расход плазмообразующего газа  $G=0,04$  г/с; вид плазмообразующего газа аргон и смеси газов аргон-воздух, аргон-азот, аргон-пропан-бутан в процентном соотношении 70:30.

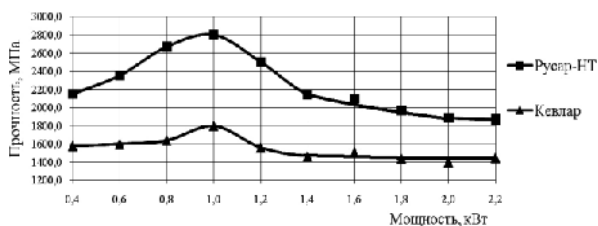


Рис. 1

Разрывную нагрузку и относительное удлинение при разрыве арамидных мультифиламентных волокон определяли с помощью разрывной машины с компьютерным управлением РМ-50 (ООО "МашПласт", Россия). Данная машина отвечает требованиям ГОСТа 28840–90 и имеет назначение измерения прочности при растяжении и разрывного удлинения плечных и волокнистых материалов.

Исследования показали, что при обработке арамидных волокон в плазме ВЧЕ-разряда пониженного давления в различных режимах в аргоне прочность практически не изменяется, при обработке в смеси аргона с воздухом и смеси аргона с азотом в соотношении 70:30 прочность волокон уменьшается на 15% и более, при обработке в смеси аргона с пропан-бутаном в соотношении 70:30 прочность волокна повышается на 10% и более.

Исходя из полученных экспериментальных данных для модификации арамидных волокон и материалов на их основе, предназначенных для использования в техническом текстиле в качестве плазмообразующего газа, целесообразно применение смеси аргона с пропан-бутаном в соотношении 70:30. Далее варьированием подаваемой мощности осуществляли поиск параметров плазменной модификации (рис. 1 – зависимость прочности арамидных волокон от мощности разряда плазменной модификации ( $P=26,6$  Па;  $t=180$  с;  $G=0,04$  г/с; плазмообразующий газ аргон – пропан-бутан)).

Далее в выбранных режимах варьировали время модификации (рис. 2 – зависимость прочности арамидных волокон от времени обработки ( $P=26,6$  Па;  $G=0,04$  г/с; плазмообразующий газ аргон – пропан-бутан)).

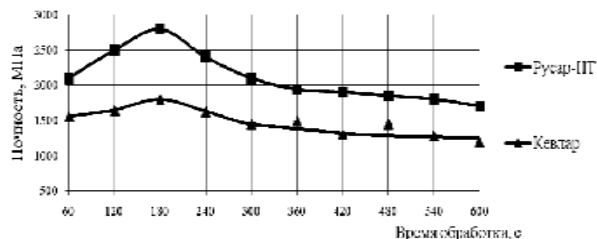


Рис. 2

Как видно из рис. 1 и 2, наибольшее значение прочности для арамидных волокон марки Русар-НТ и Кевлар достигается в режиме:  $W_p=1,0$  кВт;  $P=26,6$  Па;  $t=180$  с;  $G=0,04$  г/с; плазмообразующий газ аргон – пропан-бутан.

Кривые разрушения образцов арамидных волокон марок Русар-НТ и Кевлар до и после плазменной модификации в оптимальных режимах в смеси газов аргон–пропан-бутан представлены на рис. 3

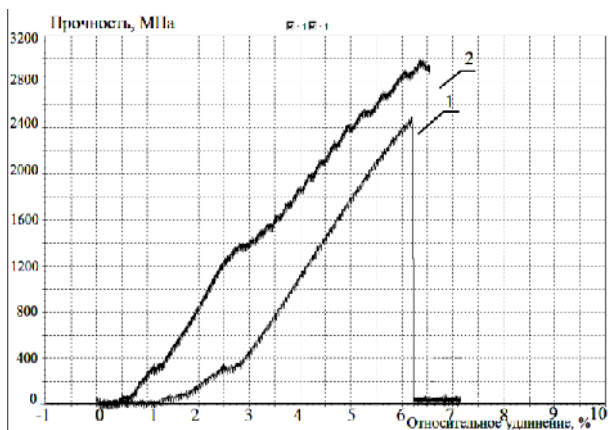


Рис. 3

При обработке волокон (Русар-НТ, Кевлар) в плазмообразующем газе аргон–пропан-бутан в соотношении 70:30 в режиме:  $W_p=1,0$  кВт;  $P=26,6$  Па;  $t=180$  с;  $G=0,04$  г/с достигается повышение прочности волокон в 1,2 раза. При этом уменьшение значения капиллярности составляет 1,8 раза для марки Русар-НТ и 1,7 раза – для марки Кевлар.

Полученный эффект увеличения прочности и уменьшения гидрофильных свойств волокон Русар-НТ и Кевлар при использовании полимеробразующей плазмы (плазмообразующий газ аргон-пропан-бутан) объясняется протеканием на поверхности волокна плазменной полимеризации. Процесс плазменной полимеризации происходит по свободно-радикальному механизму, согласно которому на поверхности полимера в результате бомбардировки ионами плазмы возникают свободные радикалы, способные присоединять осколки молекул пропан-бутана.

(прочность волокна Русар-НТ, модифицированного в смеси газов аргон–пропан-бутан (70:30): кривая 1 – без плазменного воздействия; 2 – модифицированный образец ( $W_p=1,0$  кВт;  $P=26,6$  Па;  $t=180$  с;  $G=0,04$  г/с)) и рис. 4 (прочность волокна Кевлар, модифицированного в смеси газов аргон–пропан-бутан (70:30): кривая 1 – без плазменного воздействия; 2 – модифицированный образец ( $W_p=1,0$  кВт;  $P=26,6$  Па;  $t=180$  с;  $G=0,04$  г/с)).

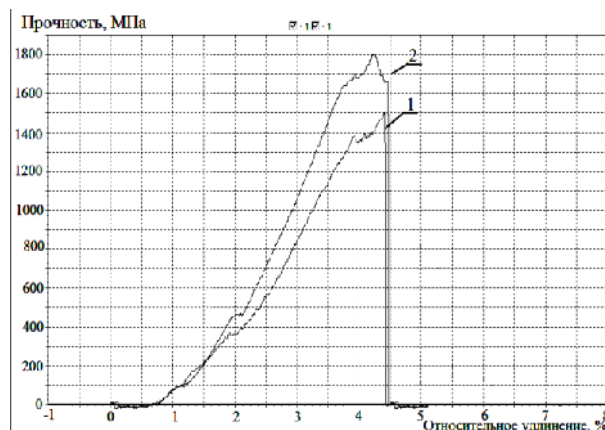


Рис. 4

Таким образом, создаются центры роста полимерной пленки, которая способствует уменьшению гидрофильных свойств и увеличению прочностных характеристик волокна. В то же время при плазменной модификации происходят конформационные изменения, приводящие к упорядочиванию макромолекул аморфной фазы волокнообразующего полимера и увеличению степени кристалличности волокна, что также способствует упрочнению арамидных волокон.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Курамшин А.Р., Родионов В.А., Додонкин Ю.В. Разработка технологии получения комбинированных нитей для защитных изделий // Химические волокна. – 2007, № 3. С. 30...32.
2. Сергеева Е.А., Ибатуллина А.Р., Кадыров Ф.Ф. Повышение адгезионной способности сверхвысокомолекулярного полиэтиленового волокна с помощью плазменной обработки // Вестник Казанского технологического университета. – 2012, №17. С. 123...126.



## REFERENCES

1. Kuramshin A.R., Rodionov V.A., Dodonkin Ju.V. Razrabotka tehnologii poluchenija kombinirovannyh nitej dlja zashhitnyh izdelij // Himicheskie volokna. – 2007, № 3. S. 30...32.

2. Sergeeva E.A., Ibatullina A.R., Kadyrov F.F. Povyshenie adgezionnoj sposobnosti sverhvysokomolekuljarnogo polijetilenovogo volokna

s pomoshh'ju plazmennoj obrabotki // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2012, №17. С. 123...126.

Рекомендована кафедрой плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов.  
Поступила 30.09.15.

---

УДК 667.01

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ  
НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО СЖАТИЯ**

**THE STUDY CHANGES OF THERMAL RESISTANCE  
OF FIBER MESH FABRIC AT CYCLIC COMPRESSION**

*А.И. ДЕРЯБИНА, Л.Н. ЛИСИЕНКОВА*  
A.I. DERYABINA, L.N. LISIENKOVA

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

*В работе исследовано изменение теплового сопротивления объемных нетканых материалов для одежды в условиях циклического сжатия. Экспериментально установлено, что изменение толщины материалов при циклическом сжатии приводит к изменению теплофизических свойств исследованных объектов. Динамика и величина изменения теплового сопротивления прежде всего зависят от волокнистого состава и способа получения материала, то есть микро- и макроструктуры, в меньшей степени – от первоначальной толщины материала. Показано, что метод циклического сжатия позволяет объективно прогнозировать теплозащитные свойства материалов и рационально проектировать пакеты материалов для одежды.*

*In article investigated the change in thermal resistance of bulk nonwovens for apparel under cyclic compression. It was established experimentally that the change in material thickness of the cyclical compression causes a change in thermophysical properties of the investigated object. The dynamics and magnitude of the change of thermal resistance primarily depends on fiber composition and method of obtaining the material, i.e. micro- and macrostructure less of the original material thickness. It is shown that the method of cyclic compression allows you to objectively predict the heat-shielding properties of materials and efficient design packages of materials in processes of manufacture and operation of products.*

**Ключевые слова:** циклическое сжатие, деформация, волокнисто-сетчатые материалы, тепловое сопротивление.

**Keywords:** fiber-mesh fabric properties, compressibility, thermal resistance, deformation components.

Теплозащитные свойства одежды, предназначенной для осенне-зимнего сезона эксплуатации, прежде всего обеспечиваются свойствами прокладочных утепляющих материалов.

Способность материалов обеспечивать теплозащитные свойства одежды в эксплуатации определяется тепловым сопротивлением и рядом других показателей. В известных теоретических и экспериментальных исследованиях установлено, что тепловое сопротивление текстильных материалов существенно зависит от их толщины [1].

Для обеспечения теплозащитных свойств одежды используются в основном объемные нетканые материалы различной структуры и способа получения. Изменение теплофизических свойств указанных материалов в производстве и эксплуатации одежды в основном обусловлено изменением их толщины при воздействии внешних циклических сжимающих усилий [2].

Цель работы заключалась в экспериментальном исследовании изменения теплового сопротивления нетканых материалов в условиях циклического сжатия, моделирующих условия производства и эксплуатации изделий.

В качестве объектов выбраны нетканые полотна, различающиеся по составу, структуре и способу получения, характеристика которых представлена в табл. 1. Подготовка проб материалов, их форма и размеры, а также условия испытания осуществлялись в соответствии с ГОСТом 13587–77. Полотна нетканые и изделия штучные нетканые. Правила приемки и метод отбора проб и ГОСТом 10681–75. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения. Относительная погрешность результатов испытаний при повторности 6...8 элементарных проб составила не более 3...12% при достоверности 0,95; коэффициент вариации – 10%.

Т а б л и ц а 1

№ образца	Название материала	Способ получения	Толщина, мм	Волокнистый состав, %	П <sub>s</sub> , г/м <sup>2</sup>	Ширина, см
1	Ватин (Россия, арт. 917618)	Холстопрошивной	4,8	ВХл – 50 В Вис – 50	250	150
2	Шерстон (Россия)	Комбинированный	14,9	Овечья шерсть – 100	300	110
3	Тинсулейт (Россия, модификация Р 150)	Термоскрепленный	15,8	ВПэф – 150	100	110
4	Синтепон (Россия, СК150/300)	Термоскрепленный	7,8	ВПэф – 100	140	130

Задачи исследования включали: испытания проб материалов в условиях циклического сжатия на разработанном приборе [3]; оценку теплового сопротивления тестируемых материалов после циклического сжатия на приборе ПТС-225 в соответствии с ГОСТом 20489–75. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления, а также расчетным способом [4] по формуле:

$$R = h / \lambda, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – эффективный коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·°С);  $h$  – толщина материала, м.

Помимо указанных задач в работе проведен корреляционный анализ кинетики изменения толщины исследуемых материалов в лабораторных условиях при циклическом сжатии и при эксплуатации опытной партии изделий.

В лабораторных условиях материалы подвергались циклическому сжатию при следующих параметрах и условиях: рабочие размеры индентора  $D=30$  мм, пробы

$d = 25$  мм, время нагружения и отдыха в цикле сжатия составляло соответственно 5 с, усилие сжатия пробы 15 даН, циклическое давление на пробу составило 0,30 кПа, период нагружения 100...400 циклов.

Результаты исследования изменения толщины проб материала №4 (табл.1) в эксплуатации получены после опытной носки партии женских курток полуприлегающего силуэта 44-46 размера. Эксплуатация изделий проводилась группой студентов филиала ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ" (НИУ) в г. Златоусте, в течение 8 месяцев, что составило 2 осенне-весенних сезона в соответствии с методикой [5]. Опытная партия подвергалась регулярному осмотру и уходу в соответствии с инструкцией по эксплуатации изделий из применяемых материалов: основной – ткань плащевая "саржа гладкокрашенная" с гидрофобной пропиткой, артикул 3179, утепляющей – клееный объемный утеплитель (синтепон) и

артикул СК 150/300, подкладка – артикул 32014. Для измерения толщины материала (проба №4, табл. 1) из партии изделий изымалось по одному изделию через каждые 2, 4, 6, 8 месяцев носки. Далее готовились пробы материала для испытания, полученные на различных топографических участках изделия (локоть, плечо, верхняя часть спинки и полочки). За окончательный результат измерения толщины материала после эксплуатации принимали среднее значение данного показателя по всем топографическим участкам.

Измерения толщины исследуемых объектов после циклического сжатия в лабораторных условиях и эксплуатационной носки определяли бесконтактным способом с помощью дифференциальных фотодатчиков измерительной системы прибора [3].

В табл. 2 представлены результаты оценки изменения толщины материалов после циклического сжатия на приборе [3].

Таблица 2

№ образца	Толщина, мм					Изменение толщины после 400 циклов сжатия, % $A = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \cdot 100$
	количество циклов сжатия, п					
	0	100	200	300	400	
1	4,80	3,97	3,66	3,41	3,33	30,6
2	14,9	12,60	11,46	10,83	10,80	27,5
3	15,80	13,60	13,18	12,50	12,48	21,0
4	7,80	6,40	6,22	6,0	5,7	26,9

По результатам оценки толщины объектов (табл. 2) определили тепловое сопротивление материалов на приборе ПТС-225 [1] и расчетным способом [4]. Результаты представлены на рис. 1: кривые 1...4 – пробы материалов (табл. 1), сплошной и пунктирной линией обозначены соответственно результаты оценки теплового сопротивления на приборе ПТС-225 [1] и по формуле (1) [4].

Из рис.1 видно, что после 100 циклов сжатия тепловое сопротивление у образцов материалов № 1...4 (табл. 2) изменилось соответственно на 17,2; 15,4; 13,9 и 17,9%. После 400 циклов сжатия тепловое сопротивление у образцов материалов № 1...4 (табл. 2) изменилось соответственно на 30,6; 27,5; 21,0 и 26,9 %. Наименьшее из-

менение теплового сопротивления после 400 циклов сжатия наблюдается у проб материалов № 3, 4 (табл. 2). Это объясняется волокнистым составом, плотностью и высокой пористостью данных объемных термоскрепленных материалов.

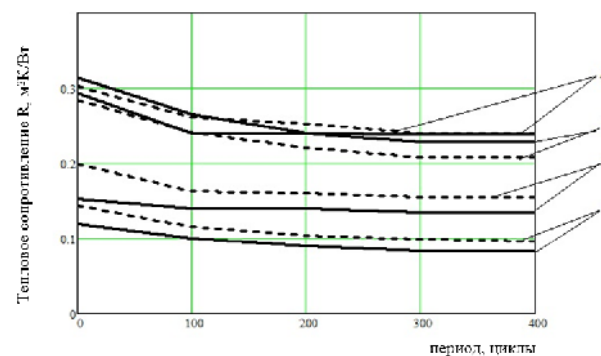


Рис. 1

Сравнительный анализ данных, представленных на рис. 1, показал согласованность результатов, полученных на приборе ПТС-225 и по уравнению (1), относительная погрешность – не более 10... 21%.

Корреляционный анализ результатов исследований изменения теплового сопротивления материалов при циклическом сжатии и после опытной носки изделий представлен в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Образец	Толщина, мм				
	Количество циклов сжатия, п				
	0	100	200	300	400
Полотно нетканое, термоскрепленное, СК 150/300 (табл.1)	7,80	6,40	6,22	6,0	5,7
Полотно нетканое, термоскрепленное, СК 150/300 (табл.1)	Количество дней носки, дни				
	0	60	120	180	240
	7,80	7,35	7,15	7,00	6,88

Корреляционный анализ между результатами оценки толщины исследуемого образца №4 (табл.1) в носке и в условиях циклического сжатия выявил достаточно тесную связь характера (кинетики) изменения толщины материала в эксплуатации и лабораторных условиях, коэффициент корреляции составил 0,72... 0,84. Полученные результаты корреляционного анализа подтверждают возможность моделирования воздействия факторов эксплуатации для прогнозирования теплозащитных свойств нетканых материалов для одежды.

## ВЫВОДЫ

1. Исследованы закономерности изменения теплового сопротивления объемных нетканых материалов при циклическом сжатии. Экспериментально установлено, что изменение толщины исследуемых материалов после 400 циклов сжатия приводит к снижению теплового сопротивления от 20 до 32%. Величина и динамика изменения теплового сопротивления зависят от условий и параметров испытания, состава, структуры и способа получения материалов.

2. Экспериментально подтверждена корреляционная связь между результатами изменения толщины исследуемых материалов в лабораторных условиях при циклическом сжатии и при эксплуатации изделий, коэффициент корреляции составил 0,72... 0,84.

3. Результаты исследований показали возможность применения методики циклического сжатия для прогнозирования теплового сопротивления объемных нетканых материалов в лабораторных условиях с целью рационального выбора материалов и обеспечения потребительских свойств одежды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство). – М.: ИЦ Академия, 2004.
2. Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н. Исследование деформации волокнисто-сетчатых материалов методом циклического сжатия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 32...36.
3. Пат. на полезную модель Российская Федерация № 144579 U1, МПК G01N 3/08. Устройство для определения деформации текстильных материалов при сжатии /Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н., Трофимов Е.А., Мязина Ю.С.; заявитель и патентообладатель Филиал Южно-Уральск. гос. ун-та, г. Златоуст. – № 2014115352/28; заявл. 16.04.2014; опубл. 27.08.2014.
4. Бессонова Н.Г., Жихарев А.П. Теплофизические свойства материалов для изделий легкой промышленности. – М.: Изд-во ИИЦ МГУДТ, 2007.
5. Методические указания по совершенствованию организации и проведения опытной носки швейных изделий. – М.: Изд-во ЦНИИТЭИлегпром, 1986.

## REFERENCES

1. Buzov B.A., Alymenkova N.D. Materialovedenie v proizvodstve izdelij legkoj promyshlennosti (shvejnoe proizvodstvo). – M.: IC Akademiya, 2004.

2. Derjabina A.I., Lisienkova L.N. Issledovanie deformacii voloknisto-setchatyh materialov metodom ciklicheskogo szhatija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №1. S. 32...36.

3. Pat. na poleznuju model' Rossijskaja Federacija № 144579 U1, MPK G01N 3/08. Ustrojstvo dlja opredelenija deformacii tekstil'nyh materialov pri szhatii /Derjabina A.I., Lisienkova L.N., Trofimov E.A., Mjazina Ju.S.; zajavitel' i patentoobladatel' Filial Ju-zhno-Ural'sk. gos. un-ta, g. Zlatoust. – № 2014115352/28; zajavl. 16.04.2014; opubl. 27.08.2014.

4. Bessonova N.G., Zhiharev A.P. Teplofizicheskie svojstva materialov dlja izdelij legkoj promyshlennosti. – M.: Izd-vo IIC MGUDT, 2007.

5. Metodicheskie ukazanija po sovershenstvovaniju organizacii i provedenija opytnoj noski shvejnyh izdelij. – M.: Izd-vo CNIITJeIlegprom, 1986.

Рекомендована кафедрой проектирования и технологии изделий сервиса. Поступила 01.02.16.

---

УДК 677.027

**КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБРАЗЦОВ  
ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
ПОСЛЕ ОТДЕЛОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ\***

**QUALITY INDICATORS  
OF SAMPLES OF HOSIERY  
AFTER FINISHING OPERATIONS**

*P.S. МКОЯН*  
*R.S. МКОЯН*

(Государственный инженерный университет Армении (Политехник))  
(State Engineering University of Armenia)  
E-mail: roza.mkoyantg@gmail.com

*На разработанной установке после каждой операции отделки проведена оценка качества образцов чулочно-носочных изделий. Для операции ВТО определяющим показателем качества выбрана плотность переплетения, для операции крашения – устойчивость окраски к воздействию мокрого трения и для операции формования – степень сминаемости. Полученные показатели качества сравнивались с соответствующими показателями продукции ООО "Лентекс", г. Гюмри, РА, а также с существующими стандартами. Выяснено, что образцы чулочно-носочных изделий, полученные на разработанной установке, имеют лучшие показатели качества, чем те же показатели образцов, выработанных в заводских условиях.*

*Designed for installation after each operation finishes assess the quality of samples of hosiery. For the operation of the WTO as the decisive qualitative indicator of the selected density of the weave, for the operation of dyeing, the fastness to wet friction and impact for the operation of the forming – degree of creasing. Obtained quality parameters were compared with those of products of LLC "Lentek", Gyumri, Armenia, as well as with existing standards. It was found that the samples of hosiery waste at the installation developed quality indicators better than the same indicators of factory samples.*

**Ключевые слова:** чулочно-носочные изделия, влажно-тепловая обработка, крашение, формование, качественный показатель, процесс, отделка.

\* Работа выполнена с финансовой поддержкой из госбюджета РА "Программа поддержки исследования аспирантов и молодых соискателей - 2013", тема работы - 14А-2к54.

**Keywords: hosiery, damp thermal treatment, dyeing, formation, quality indicator, process, finishing.**

На современном этапе развития чулочно-носочного производства важное значение имеет повышение эффективности производства и обеспечение качества производимой продукции. Так как спрос населения на качественные чулочно-носочные товары постепенно возрастает, возникает необходимость совершенствования технологических процессов производства чулочно-носочных изделий.

В настоящее время используется комплекс машин, на которых отделка чулочно-носочных изделий осуществляется многостадийно, то есть каждая операция отделки (влажно-тепловая обработка (ВТО), крашение и формование) проводится на разных машинах. В производстве чулочно-носочных изделий используются также отделочные машины, которые имеют отдельные рабочие участки, на которых последовательно осуществляются отделочные операции чулочно-носочных изделий. На указанных машинах чулочно-носочные изделия после окончания каждой операции перемещаются из одной машины в другую или из одного участка машины в другой, в результате увеличивается общая продолжительность отделки и ухудшаются качественные показатели выпускаемой продукции. Процесс отделки – энергоемкий, потребляется очень большое количество воды, а машины имеют значительную себестоимость. Исходя из вышеизложенного, можно констатировать, что снижение себестоимости технологических установок, сокращение количества перемещений чулочно-носочных изделий, экономия энергетических и материальных ресурсов представляют собой актуальную задачу, которая требует обоснованного решения.

Отделочные операции на названном выше оборудовании проводятся в отдельных камерах, что связано с перемещением изделий из одной камеры в другую. Это приводит к увеличению расхода времени, повышению энергетических расходов и снижению качества чулочно-носочных изделий. Для устранения перечисленных не-

достатков на кафедре текстильной инженерии Гюмрийского филиала Государственного инженерного университета Армении (Политехник) разработана установка, совмещающая операции ВТО, крашения и формования чулочно-носочных изделий в одной рабочей камере [1...3].

В качестве объекта исследований были выбраны образцы чулочно-носочных изделий из эластичных капроновых нитей (типа эластик).

Выбор этих нитей обусловлен широким использованием их в чулочно-носочном производстве и высокой растяжимостью 300...400%. К тому же чулочно-носочные изделия из эластичных нитей могут не проходить процесс формования, а во время носки легко принимать форму ноги, что нельзя сказать о чулочно-носочных изделиях из капроновых нитей. Чулочно-носочные изделия из эластичных нитей нашли большее применение и использование, чем изделия из капроновых нитей. По сравнению с капроновыми нитями эластичные капроновые нити не имеют нежелательный блеск стекловидного характера. Отделочные операции чулочно-носочных изделий из эластичных капроновых нитей более удобны и просты, чем изделий из капроновых нитей [4...9].

В качестве красителей для выбранных образцов применялись кислотные красители марки Black D-R (из групп красок Vemarplex швейцарской фирмы Bezema), которые наиболее подходят для крашения образцов из эластичных капроновых нитей. Кроме того, они, как и дисперсные красители, обладают удовлетворительной окраской, обеспечивают ее яркость, просты в применении и выпускаются в полной гамме цветов.

Соответственно выбранному красителю применяли ингредиенты швейцарской фирмы Bezema [10].

С целью сокращения водных ресурсов была исследована возможность вторичного использования красильного раствора [11...16]. В табл. 1 приведены результаты



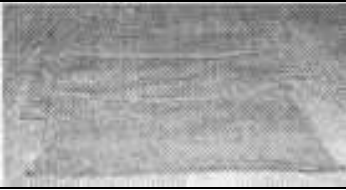
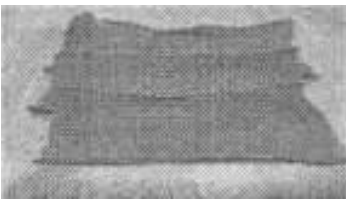


экспериментов по ВТО, крашению и формированию образцов чулочно-носочных изделий.

Как видно из табл. 1, образец чулочно-носочных изделий после однократного использования красильного раствора имеет вид, полностью совпадающий с заводским

образцом. Образец после повторного использования красильного раствора незначительно изменяет окраску по сравнению с заводским, следовательно, повторное использование красильного раствора вполне приемлемо и приводит к экономии водных ресурсов.

Т а б л и ц а 1

Использование красильного раствора	Окончательный вид образцов	Заводской вид образца
Однократно		
Повторно		
Трехкратно		

образец после трехкратного использования красильного раствора полностью изменяет цвет и равномерность окраски и, следовательно, непригоден к эксплуатации.

Качество образцов чулочно-носочных изделий после отделки определяли по следующим трем показателям. Для операции ВТО качество обработки чулочно-носочных изделий определяли исходя из получаемой плотности переплетения при помощи технической лупы типа ЛП [17].

Исходная плотность переплетения (до начала операции ВТО) образца чулочно-носочного изделия на площади  $10^{-4}$  м<sup>2</sup> составляет 146 петель, а после операции ВТО – 160 петель, то есть усадка образца составляет 8,75%. Исходная плотность переплетения (до начала операции ВТО) заводского образца чулочно-носочного изделия на площади  $10^{-4}$  м<sup>2</sup> составляет 146 петель, а после операции ВТО – 161 петлю на площади  $10^{-4}$  м<sup>2</sup>, то есть усадка образца составила 9,32%. Допустимая усадка чу-

лочно-носочных изделий из капроновых эластичных нитей находится в пределах 4,5...9,5% (табл. 2.), то есть получаемые нами данные по плотности находятся в этих пределах [4].

Для операции крашения качество обработки чулочно-носочных изделий определяли по устойчивости окраски к воздействию мокрого трения на приборе марки ТИ-1М [18]. Образец войлока опускали в воду с температурой 40°С и выдерживали в течение 3 часов. Во время трения войлока об образцы изделий, окрашенных на разработанной установке, на 520-м обороте рабочих головок прибора было заметно появление окраски. Для заводского образца чулочно-носочных изделий появление окраски было заметно на 510-м обороте рабочих головок прибора (табл. 2 – качественные показатели образцов чулочно-носочных изделий после операций отделки), то есть полученные на разработанной установке результаты по крашению вполне соответствуют заводским данным.

Для операции формования качество обработки чулочно-носочных изделий определяли исходя из степени сминаемости. Степень сминаемости определяли следующим образом: после каждой стирки проверяли отклонение петельных столбиков образца площадью  $10^{-4} \text{ м}^2$  от вертикальной оси на микроскопе марки Биолам Д.12 [19] (рис. 1).

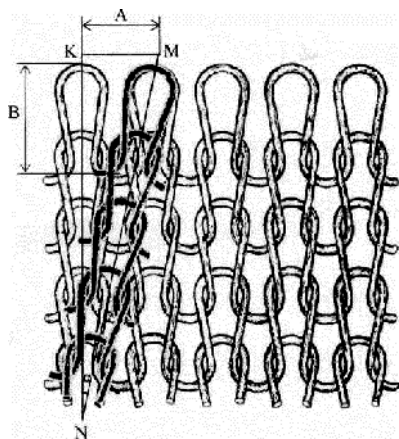


Рис. 1

Петельный шаг (А) составляет 0,625 мм, высота петли (В) – 1 мм, число петельных столбиков составляет 16, а число петельных рядов – 10. После операции формования определяли отклонение петельных столбиков от вертикали по тангенсу угла отклонения из треугольника НКМ (рис. 1).

После 15-кратной стирки петельные столбики были максимально отклонены от исходного положения на величину петельного шага. Таким образом,  $a = \arctg A/10B = 0,0625$ , откуда  $a \approx 3,57^\circ$ . Для заводского образца угол отклонения составляет  $\approx 4,1^\circ$ . Оценка степени сминаемости показала, что чулочно-носочные образцы хорошо сохраняют внешний вид после многократных стирок.

Ниже приведена сводная таблица качественных показателей образцов чулочно-носочных изделий (табл. 2).

Таблица 2

Операция	Показатель качества	Значение
ВТО	Плотность переплетения (допустимая усадка, %)	на разработанной установке: 8,75 в заводских условиях: 9,32 по ГОСТу: 4,9...9,5
Крашение	Устойчивость окраски к воздействию мокрого трения (число оборотов рабочих головок прибора)	на разработанной установке: 520 в заводских условиях: 510 по ГОСТу: -
Формование	Степень сминаемости (отклонение петельных столбиков от вертикальной оси, градус)	на разработанной установке: 3,57 в заводских условиях: 4,1 по ГОСТу: -

Как видно из табл. 2, качественные показатели образцов чулочно-носочных изделий, полученных на разработанной пилотной установке, превосходят аналогичные показатели заводского образца.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что повторное использование красильного раствора примерно на 30% сокращает расход воды, а использование красителя и ингредиентов – примерно на 1,2%, что значительно улучшает качественные показатели продукции, причем дальнейшая экономии водных ресурсов приводит к снижению ее качества.

2. Показано, что качественные показатели образцов чулочно-носочных изделий,

полученных на разработанной пилотной установке, превосходят аналогичные показатели заводского образца: для операций ВТО – на 6%, крашения – на 2% и формования – на 13%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каранетян А.С., Мкоян Р.С., Минасян З.А. Установка для отделки чулочно-носочных изделий // Вестник Инженерной академии Армении. – 2013. Том 10, №1. С. 126...129.

2. Мкоян Р.С., Минасян З.А., Мкоян С.Н. Исследование качественных показателей процесса отделки чулочно-носочных изделий // Мат. 6-й Междунар. научн.-практ. конф. и 12-й Междунар. научн.-техн. конф.: Наука – образованию, производству, экономике, 29-31 мая 2014 г. – В 2-х частях. Ч.2 / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2014. С. 186...192.

3. Пат. №2790. Установка для отделки чулочно-носочных изделий / Минасян З.А., Мкоян С.Н., Мкоян Р.С. – Заявка №АМ20130039; 26.12.2013.

4. Ровинская Л.П., Зыбина Н.Ф. Проектирование технологических параметров трикотажных полотен и чулочно-носочных изделий. – СПб.: Изд-во СПГУТД, 2002.

5. Ровинская Л. П., Друзгальская Н.М., Безкостова С.Ф. Чулочно-носочные изделия. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

6. Савостицкий Н.С., Амирова Э.К. Материаловедение швейного производства. – М.: Академия, 2001.

7. Вигелина О.А. Особенности процесса вязания чулочно-носочных изделий, содержащих эластичные нити // Тез. докл. Всерос. научн.-техн. конф. студентов и аспирантов: Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфической отраслях промышленности. – СПб., 2010. С. 20...21.

8. Кочергин А.Б., Разуваев А.В. Экономичная гамма бифункциональных активных красителей // Текстильная химия.– 2004, №3. С. 21...28.

9. Хассан С., Киселев А.М. Оценка эффективности применения бифункциональных активных красителей при крашении хлопчатобумажной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №1С. С. 95...99.

10. Минасян З.А., Мкоян Р.С., Карпетян А.С. Установка для отделки чулочно-носочных изделий и оптимизация технологических параметров крашения // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013, №4. С. 41...45.

11. Проникова Т.В. Разработка и внедрение технологии повторного использования отработанных растворов при отделке текстильных материалов: Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 2001.

12. ГОСТ 9733.0–83. Материалы текстильные. Методы оценки устойчивости окрасок к стирке. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 2002.

13. Кротова М.Н., Рукавишников Ю.А., Одинова О.И., Смирнова О.К. Проблемы выбора текстильных вспомогательных веществ для процессов колорирования и заключительной отделки текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1. С. 70...74.

14. ГОСТ 19204–73. Полотна текстильные. Метод определения несминаемости. – М.: Издание официальное, 1975.

15. Воронова Л.В., Смирнова Н.А., Флегонтов А.Н. Анализ методов для определения трения и цепкости текстильных полотен // Изв вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С. 45...48.

16. Ukponmwan J.O., Mukhopadhyay A., Chatterjee K.N. Pilling. – Manchester: The Textile Institute. – 1998. P. 61.

17. ГОСТ 25706–83. Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1989.

18. ГОСТ 9913–90. Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию. – М.: Издательство стандартов, 1990.

19. ГОСТ 28489–90. Микроскопы световые. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2006.

## REFERENCES

1. Karapetjan A.S., Mkojan R.S., Minasjan Z.A. Ustanovka dlja otdelki chulochno-nosochnyh izdelij // Vestnik Inzhenernoj akademii Armenii. – 2013. Tom 10, №1. S. 126...129.
2. Mkojan R.S., Minasjan Z.A., Mkojan S.N. Issledovanie kachestvennyh pokazatelej processa otdelki chulochno-nosochnyh izdelij // Mat. 6-j Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. i 12-j Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Nauka – obrazovaniju, proizvodstvu, jekonomike, 29-31 maja 2014 g. – V 2- h chastjah. Ch.2 / Belorusskij nacional'nyj tehničeskij universitet. – Minsk, 2014. S. 186...192.
3. Пат. №2790. Ustanovka dlja otdelki chulochno-nosochnyh izdelij / Minasjan Z.A., Mkojan S.N., Mkojan R.S. – Zjavka №АМ20130039; 26.12.2013.
4. Rovinskaja L.P., Zybina N.F. Proektirovanie tehnologičeskikh parametrov trikotazhnyh poloten i chulochno-nosochnyh izdelij. – SPb.: Izd-vo SPGUTD, 2002.
5. Rovinskaja L. P., Druzgal'skaja N.M., Bezkostova S.F. Chulochno-nosochnye izdelija. – М.: Legprombytizdat, 1989.
6. Savostickij N.S., Amirova Je.K. Materialovedenie shvejnogo proizvodstva. – М.: Akademija, 2001.
7. Vigelina O.A. Osobennosti processa vjazanija chulochno-nosochnyh izdelij, sodержashhij elastanovyje niti // Tez. dokl. Vseros. nauchn.-tehn. konf. studentov i aspirantov: Problemy jekonomiki i progressivnye tehnologii v tekstil'noj, legkoj i poligraficheskoj otrasljah promyshlennosti. – SPb., 2010. S. 20...21.
8. Kochergin A.B., Razuvaev A.V. Jekonomičnaja gamma bifunkcional'nyh aktivnyh krasitelej // Tekstil'naja himija.– 2004, №3. S. 21...28.
9. Hassan S., Kiselev A.M. Ocenka jeffektivnosti primeneniya bifunkcional'nyh aktivnyh krasitelej pri krashenii hlochatobumazhnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2007, №1S. S. 95...99.
10. Minasjan Z.A., Mkojan R.S., Karapetjan A.S. Ustanovka dlja otdelki chulochno-nosochnyh izdelij i optimizacija tehnologičeskikh parametrov krasheniya // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2013, №4. S. 41...45.
11. Pronikova T.V. Razrabotka i vnedrenie tehnologii povtornogo ispol'zovanija otrabotannyh rastvorov pri otdelke tekstil'nyh materialov: Dis. ... kand. tehn. nauk. – Ivanovo, 2001.
12. GOST 9733.0–83. Materialy tekstil'nye. Metody ocenki ustojchivosti okrasok k stirke. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 2002.

13. Krotova M.N., Rukavishnikova Ju.A., Odincova O.I., Smirnova O.K. Problemy vybora tekstil'nyh vspomogatel'nyh veshhestv dlja processov kolorirovaniya i zakljuchitel'noj otdelki tekstil'nyh materialov // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2011, №1. S. 70...74.

14. GOST 19204–73. Polotna tekstil'nye. Metod opredelenija nesminaemosti. – M.: Izdanie oficial'noe, 1975.

15. Voronova L.V., Smirnova N.A., Flegontov A.N. Analiz metodov dlja opredelenija trenija i cepkosti tekstil'nyh poloten // *Izv vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2012, № 4. S. 45...48.

16. Ukonmwan J.O., Mukhopadhyay A., Chat-

terjee K.N. Pilling. – Manchester: The Textile Institute. – 1998. P. 61.

17. GOST 25706–83. Lupy. Tipy, osnovnye parametry. Obshhie tehicheskie trebovaniya. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1989.

18. GOST 9913–90. Materialy tekstil'nye. Metody opredelenija stojkosti k istiraniju. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1990.

19. GOST 28489–90. Mikroskopy svetovye. Terminy i opredelenija. – M.: Standartinform, 2006.

Рекомендована кафедрой текстильной инженерии. Поступила 16.12.14.

УДК 677.025

## ТРИКОТАЖ КУЛИРНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ С РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПРОТЯЖЕК НА ЛИЦЕВОЙ СТОРОНЕ ОСТОВОВ ПЕТЕЛЬ

### FILLING-KNIT DERIVATIVES WEAVES WITH THE LOCATION OF BROACHES ON THE FRONT SIDE OF THE CORES LOOPS

*С.И. ПИВКИНА, О.П. ФОМИНА, В.В. БОРОВКОВ*  
*S.I. PIVKINA, O.P. FOMINA, V.V. BOROVKOV*

(Московский государственный университет дизайна и технологии)

(Moscow State University of Design and Technology)

E-mail: yusmk@mail.ru

*В работе рассмотрены структуры и способы получения кулирного трикотажа на базе производных переплетений, обеспечивающие уменьшение закручиваемости трикотажного полотна при однолинейном расположении петель по его толщине.*

*In work structures and ways of receiving fillihg-knit on the basis of derivativ interlacings providng decrease of a selvage curling of a fabric at an unilinear arrangement of loops on its thickness are considered.*

**Ключевые слова:** трикотаж кулирных производных переплетений, односторонний, двухсторонний, производная гладь, трубчатая гладь, элемент петельной структуры, закручиваемость.

**Keywords:** filling-knit of derivativ interlacings, unilateral, bilateral, derivativ smooth surface, tubular smooth surface, element of loopy structure, selvage curling.

Одним из перспективных направлений в создании нового ассортимента трикотажных полотен с заданными свойствами является комбинирование элементов петельной структуры различными способами. Основным недостатком известных структур одинарного кулирного трикотажа

(остовы петель которого имеют одностороннее расположение) является закручиваемость его краев, что ограничивает область его применения и усложняет последующую технологическую обработку.

Такая закручиваемость возникает в одинарном трикотаже вследствие того, что

при одностороннем расположении петель изгиб остовов петель и протяжек направлен в одну сторону, а под действием упругости текстильных нитей изогнутые элементы петельной структуры стремятся распрямиться. В структуре двойных кулирных переплетений происходит чередование направления лицевых и изнаночных сторон остовов петель, что выравнивает направление сил упругости нитей в изогнутых элементах петельной структуры и ликвидирует таким образом закручиваемость трикотажного полотна. Однако в этом случае силы упругости изогнутых нитей приводят к заходу лицевых и изнаночных остовов петель друг за друга, в результате чего лицевые и изнаночные остовы располагаются по толщине трикотажа двумя параллельными рядами (двухлинейное расположение остовов петель), что увеличивает толщину и материалоемкость трикотажа.

Предложены структуры кулирного трикотажа, обеспечивающие уменьшение закручиваемости трикотажного полотна при сохранении однолинейного расположения петель по его толщине.

Первая структура разработана на базе переплетения односторонняя производная гладь (в структуре которой петельные столбики одной глади располагаются между петельными столбиками другой глади, и все остовы петель имеют одностороннее расположение). Изменение взаимного расположения остовов петель и протяжек осуществляется путем перевода протяжек с изнаночной стороны петельной структуры на лицевую. В данной структуре нечетные петельные столбики образованы из одной нити (Н1), а четные – из другой (Н2), при этом протяжки (Пр) петель нечетных петельных столбиков проходят перед лицевой стороной петель (Оп) четных петельных столбиков и наоборот. Способ получения такого трикотажа заключается в поочередном вязании петель на четных и нечетных иглах одной игольницы двухфонтурной кулирной машины, причем перед образованием петель на работающих иглах одной игольницы петли с неработающих игл этой игольницы переносят на иглы соседней игольницы.

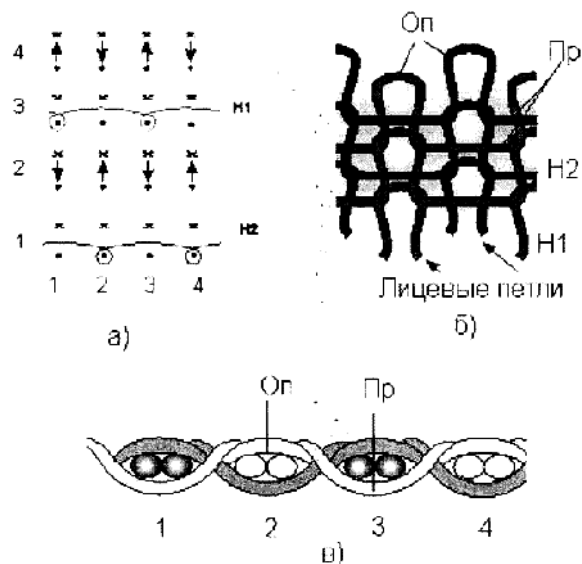


Рис. 1

На рис. 1-а, б, в представлены графическая запись, структура и поперечный срез петельной структуры односторонней производной глади с лицевым расположением протяжек соответственно. Расположение протяжек перед лицевой стороной остовов соседних петель вызывает дополнительный изгиб по толщине трикотажа, причем данный изгиб в противоположную сторону изгибу дуги остова петли. Таким образом, стремление к закручиваемости протяжек в обратном направлении уравнивает стремление к закручиванию остовов петель в другом направлении, в результате чего образуется уравновешенная петельная структура, которая практически не закручивается.

Вторая структура разработана на базе переплетения трубчатая гладь (в структуре которой лицевые петельные столбики одной глади располагаются между изнаночными петельными столбиками другой глади). Изменение взаимного расположения остовов петель и протяжек осуществляется путем перевода протяжек с изнаночной стороны одной глади на лицевую сторону петель второй глади. Полученная структура представляет собой двухстороннюю производную гладь с чередованием лицевых и изнаночных столбиков. В данной структуре лицевые петельные столбики образованы из нити Н1, а изнаночные – из нити Н2, при этом протяжки (Пр) петель

лицевых петельных столбиков проходят перед лицевой стороной петель (Оп) изнаночных петельных столбиков. Способ получения такого трикотажа заключается в вязании петель через иглу поочередно на двух соседних игольницах двухфонтурной кулирной машины. При этом на передней игольнице образуются лицевые петельные столбики, а на задней игольнице – изнаночные. Перед провязыванием петель в лицевых петельных столбиках на иглах передней игольницы петли изнаночных петельных столбиков с игл задней игольницы переносятся на свободные иглы передней игольницы, а после провязывания лицевых петельных столбиков на передней игольнице изнаночные петельные столбики переносятся обратно на иглы задней игольницы и на них провязываются изнаночные петли.

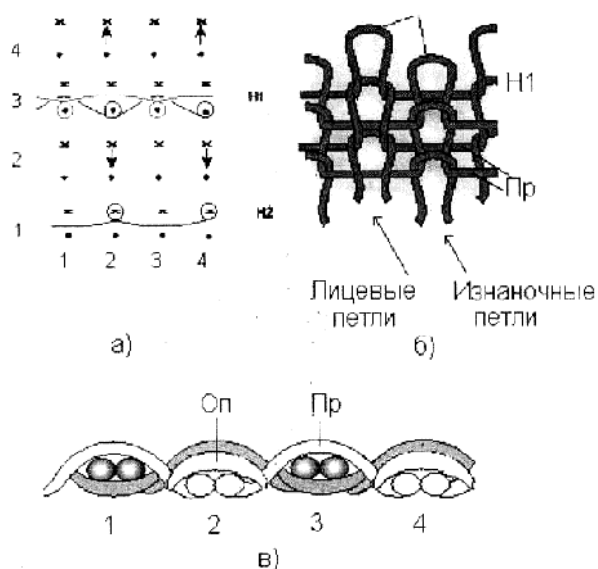


Рис. 2

На рис. 2-а, б, в представлены графическая запись, структура и поперечный срез петельной структуры такого трикотажа соответственно. Расположение протяжек перед лицевой стороной остонов изнаночных петельных столбиков ликвидирует заход лицевых и изнаночных петель друг за друга, что приводит к однолинейному расположению лицевых и изнаночных петель по толщине трикотажа. При этом сохраняется противоположный изгиб нити в лицевых и изнаночных остовах петель, что

обеспечивает отсутствие закручиваемости краев трикотажа.

По данному технологическому принципу можно получать трикотажные полотна переплетениями одинарной и двойной производной глади с лицевым расположением протяжек различных раппортов. Отличие таких структур заключается в количестве группы петель глади, образованных из одной нити, перед которыми проходит протяжка из другой нити.

Образцы трикотажа спроектированных переплетений одинарной и двойной производной глади с лицевым расположением протяжек различных раппортов были выработаны на вязальной машине фирмы Steiger Vesta 130-Е. Экспериментальные исследования показали полное отсутствие закручиваемости трикотажа данных структур.

## ВЫВОДЫ

1. Рассмотрена структура и способ получения одинарного кулирного трикотажа с расположением протяжек на лицевой стороне остонов петель.

2. Анализ поперечного среза петельной структуры одинарного кулирного трикотажа с лицевым расположением протяжек наглядно показал, что лицевое расположение протяжек приводит к противоположному направлению изгиба протяжек и остонов петель, вследствие чего силы упругости изогнутых нитей направлены в противоположные стороны и компенсируют друг друга.

3. Рассмотрены структура и способ получения двойного кулирного трикотажа, в котором лицевые петельные столбики одной глади располагаются между изнаночными петельными столбиками другой глади, при этом протяжки лицевых петельных столбиков проходят перед лицевой стороной остонов изнаночных петельных столбиков.

4. Анализ поперечного среза петельной структуры двойного кулирного трикотажа с лицевым расположением протяжек наглядно показал, что расположение протяжек перед лицевой стороной остонов из-

наночных петельных столбиков ликвидирует заход лицевых и изнаночных петель друг за друга, что приводит к однолинейному расположению лицевых и изнаночных петель по толщине трикотажа. При этом сохраняется противоположный изгиб нити в лицевых и изнаночных остовах петель, что обеспечивает отсутствие закручиваемости краев трикотажа.

5. Данные структуры были реализованы на плосковязальной машине фирмы Steiger Vesta 130-E. Экспериментальные исследования подтвердили отсутствие закручиваемости одинарного трикотажа с лицевым расположением протяжек.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявин Л.А. Автоматизированное проектирование основных параметров трикотажа. – М., 2002.

2. Кудрявин Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. – М., 1991.

3. Колесникова Е.Н., Кудрявин Л.А., Галактионова А.Ю., Муракаева Т.В. Разработка программ для плосковязальных машин фирмы "Steiger". – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2008.

#### REFERENCES

1. Kudrjavin L.A. Avtomatizirovannoe proektirovanie osnovnyh parametrov trikotazha. – M., 2002.

2. Kudrjavin L.A., Shalov I.I. Osnovy tehnologii trikotazhnogo proizvodstva. – M., 1991.

3. Kolesnikova E.N., Kudrjavin L.A., Galaktionova A.Ju., Murakaeva T.V. Razrabotka programm dlja ploskovjazal'nyh mashin firmy "Steiger". – M.: MGTU im. A.N.Kosygina, 2008.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 06.02.15.

УДК 677.025

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ МАШИНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРИКОТАЖА АЖУРНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

## DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF MACHINE VISUALIZATION OF THE KNITTED FABRIC OF THE DELICATE INTERLACING

*Е.В. НИКОЛАЕВА, И.И. РЯБОВА, Т.В. МУРАКАЕВА*  
*E.V. NIKOLAEVA, I.I. RYABOVA, T.V. MURAKAEVA*

(Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: kafedra ttp@mail.ru

*В работе рассмотрены особенности структуры трикотажа ажурных переплетений и получены формулы для расчета параметров петель с учетом их переноса и перетяжки нитей с целью дальнейшей автоматизированной визуализации трикотажа данного вида.*

*The features of structure of the knitted fabric of the delicate interlacing are in-process considered and formulas are got for the calculation of parameters of loops taking into account their transfer and constriction of filaments with the purpose of the further automated visualization of the knitted fabric of this kind.*

**Ключевые слова:** трикотаж ажурных переплетений, элемент петельной структуры, проектирование, визуализация, геометрическая модель.

**Keywords:** the knitted fabric of the delicate interlacing, element of loop structure, planning, visualization, geometrical model.

В настоящее время предъявляются высокие требования к оригинальности и качеству трикотажных полотен, поэтому наиболее важной и актуальной задачей является повышение качества, улучшение и обновление ассортимента изделий. Решение этой задачи заключается в создании новых видов трикотажа с наиболее выраженными цветными, ажурными и рельефными эффектами, что обеспечивает новое художественное оформление поверхности трикотажных полотен, и в разработке высокоэффективных процессов производства трикотажа с улучшенными потребительскими свойствами.

Среди многообразия рисунчатых переплетений особое место занимает трикотаж ажурных переплетений. Анализ структур и процессов получения трикотажа ажурных переплетений позволил определить основные факторы, от которых зависят получаемые фактурные эффекты: базовое переплетение; вид переносимых элементов петельной структуры; ритм переноса элементов петельной структуры в раппорте узора;

направление переноса; число игольных шагов, на которое осуществляется перенос; характер работы игл после переноса.

Проектирование трикотажных полотен является достаточно трудоемким процессом и требует значительных затрат времени. Цель проектирования трикотажа – получить полотно высокого качества при рациональном использовании сырья и высокой производительности оборудования. Как известно, при проектировании основных характеристик трикотажа рисунчатых переплетений используется поэлементный расчет структуры трикотажа [1], [2]. Особенностью трикотажа ажурных переплетений является наличие перенесенных петель, отличающихся по размеру от петель базового переплетения в связи с перетяжкой нити из соседних элементов петельной структуры. Исходя из анализа геометрической модели петель, выведены формулы для определения параметров перенесенных и соседних с ними петель.

1. Параметры перенесенной петли на  $n$ -игольных шагов по одной фонтуре:

$$A_n = \frac{3,14nA + 2B - \sqrt{B^2 + (n4d)^2} - \sqrt{B^2 + [(n4 - 1)d]^2}}{3,14}, \quad (1)$$

$$B_1 = \sqrt{B^2 + (n4d)^2}, \quad (2)$$

$$B_2 = \sqrt{B^2 + [(n4 - 1)d]^2}, \quad (3)$$

где  $A_n$  – изменившийся петельный шаг петли, мм;  $B_1, B_2$  – длины палочек перенесенной петли, мм;  $A, B$  – параметры петли

базового переплетения, мм;  $d$  – средний диаметр нити, мм.

2. Параметры петли, перенесенной на  $n$ -игольных шагов на другую фонтуру:

$$A_n = \frac{3,14n \cdot 0,5A + 2B - \sqrt{B^2 + 4d^2 + [(n4 - 3)d]^2} - \sqrt{B^2 + 4d^2 + [(n4 - 1)d]^2}}{3,14}, \quad (4)$$

$$B_1 = \sqrt{B^2 + 4d^2 + [(n4 - 3)d]^2}, \quad (5)$$

$$B_2 = \sqrt{B^2 + 4d^2 + [(n4 - 1)d]^2}. \quad (6)$$



3. Параметры петли соседней с перенесенной на  $n$ -игольных шагов по одной

фонтуре:

$$B_{\text{сп}} = 2B - 0,5 \left( \sqrt{B^2 + (n4d)^2} + \sqrt{B^2 + [(n4-1)d]^2} \right), \quad (7)$$

$$A_{\text{сп}} = A.$$

4. Параметры петли соседней с перенесенной на  $n$ -игольных шагов на другую

фонтуру:

$$B_{\text{сп}} = 2B - 0,5 \left( \sqrt{B^2 + 4d^2 + [(n4-3)d]^2} + \sqrt{B^2 + 4d^2 + [(n4-1)d]^2} \right), \quad (8)$$

$$A_{\text{сп}} = A.$$

5. Параметры петли соседней с наброском:

ком:

$$B_{\text{сп}} = \frac{2kB - \pi / 2 \left[ 1,5B(m_i - 1) - \sqrt{A-d} \sqrt{m_i B + d} + \sqrt{B+d} \right]}{2k}, \quad (9)$$

где  $k$  – количество петель, из которых перетягивалась нить в набросок;  $m_i$  – индекс текущего наброска, равный количеству рядов, на которые тянется набросок.

$$A_{\text{сп}} = A.$$

Методика определения количественных и качественных характеристик трикотажа ажурных переплетений включает в себя разработку компьютерной модели элементов структуры трикотажа. Технологическая визуализация включает в себя изображение структуры переплетения с учетом переноса петель на один и более игольных шагов. Для осуществления визуализации необходимо следующее.

1. По формулам для определения параметров перенесенных петель рассчитать координаты контурных точек графического изображения рассматриваемого элемента.

2. В соответствии с положением элемента в структуре переплетения определяются координаты расположения его графического изображения.

Рассмотрим перенос петли на один игольный шаг по одной фонтуре (рис. 1 – геометрическая модель перенесенной петли) и рассчитаем координаты петли на плоскости (вар. 1).

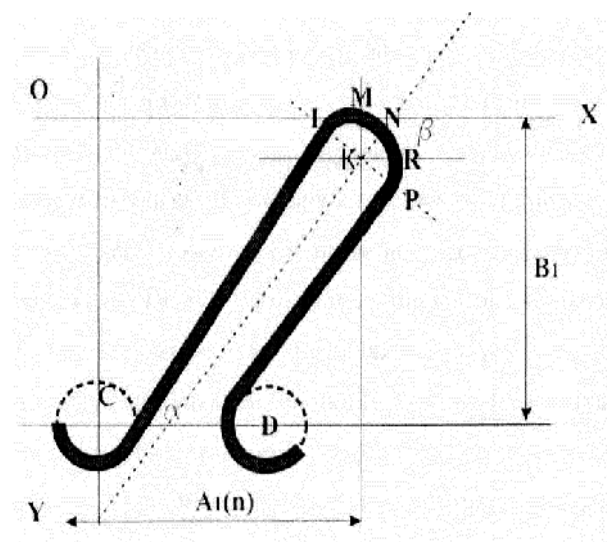


Рис. 1

Контур петли ограничивается точками:  $C, L, M, N, R, P, D$ . Петельные палочки наклонены к уровню горизонтали под углами  $< \alpha, \beta$ . Петли располагаются в системе координат  $(x, y)$ , точка  $O$  определяет положение петли в структурном изображении и имеет начало координат  $(x_0, y_0)$ . Координаты остальных точек определяем из геометрии петли, принимая игольную дугу за дугу окружности с радиусом  $r$ :

$$r = 0,25 A + 0,5d. \quad (10)$$

Контурные точки будут иметь следующие координаты:

$$C(r; B_1), M(A_1; y_0),$$

где  $A_1$  – петельный шаг перенесенной петли;  $B_1$  – высота перенесенной петли.

$$\begin{aligned} &K(A_1; r), L(A_1 - r \cos y; r - r \sin y), \\ &P(A_1 + r \cos y; r + r \sin y), \\ &N(A_1 + r \cos \beta; r - r \sin \beta), \\ &R(A_1 + r; r); D(3r; B_1). \end{aligned}$$

Величина углов определяется по следующим формулам:

$$\alpha = \arctg \frac{(B_1 + r)}{A_1}, \quad (11)$$

$$\beta = \arctg \frac{B_1}{A_1}, \quad (12)$$

$$\gamma = 90^\circ - \beta. \quad (13)$$

Рассмотрим изменения параметров перенесенной петли на  $n$ -игольных шагов, где  $n$  – число шагов, на которые переносится петля (вар. 2).

В этом случае контурные точки будут иметь следующие координаты:

$$\begin{aligned} &C(r; B_1), M(A_n; y_0), \\ &K(A_n; r); L(A_n - r \cos \gamma; r - r \sin \gamma), \\ &P(A_n + r \cos \gamma; r + r \sin \gamma), \\ &N(A_n + r \cos \beta; r - r \sin \beta), \\ &R(A_n + r; r); D(3r; B_1). \end{aligned}$$

Определяем величины углов:

$$\alpha = \arctg \frac{(B_1 + r)}{A_n}, \quad (14)$$

$$\beta = \arctg \frac{B_1}{A_n}, \quad (15)$$

$$\gamma = 90^\circ - \beta. \quad (16)$$

Расчет координат перенесенной петли на  $n$ -игольных шагов на другую фонтуру осуществляется аналогично вариантам 1, 2. В результате расчета изменяется угол наклона петельных палочек и соответственно изменяется расположение петли в системе координат.

Расчет геометрической модели сводится к определению точек касательных к окружности, учитывая петельный шаг перенесенной петли на  $n$ -игольных шагов.

Данные формулы позволяют перейти к визуализации трикотажа ажурных переплетений с учетом особенностей изменения их структуры при петлепереносе.

## ВЫВОДЫ

1. Проанализирована структура трикотажа ажурных переплетений с точки зрения разработки элементов машинной визуализации.

2. Предложены формулы для определения параметров ажурного трикотажа с учетом базового переплетения и изменения размеров петель при переносе элементов петельной структуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
2. Кудрявин Л.А. Автоматизированное проектирование основных параметров трикотажа (с использованием ЭВМ). – М.: Легпромбытиздат, 1992.

## REFERENCES

1. Shalov I.I., Kudrjavin L.A. Osnovy proektirovaniya trikotazhnogo proizvodstva s jelementami SAPR. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Legprombytizdat, 1989.
2. Kudrjavin L.A. Avtomatizirovannoe proektirovanie osnovnyh parametrov trikotazha (s ispol'zovaniem JeVM). – M.: Legprombytizdat, 1992.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий.  
Поступила 06.02.15.

**АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ДВУХСЛОЙНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН  
С СОЕДИНИТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ  
ИЗ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ НИТЕЙ**

**ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES  
OF TWO-LAYER KNITTED FABRICS  
WITH THE CONNECTING ELEMENT  
OF THE INDIVIDUAL FILAMENTS**

А.П. БАШКОВ, Г.В. БАШКОВА, Д.А. АЛЕШИНА, О.С. РУМЯНЦЕВА  
A.P. BASHKOV, G.V. BASHKOVA, D.A. ALESHINA, O.S. RUMIANTSEVA

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: apb303@yandex.ru, milena55@yandex.ru

*В статье на основе теории сжатых гибких стержней анализируется способность двухслойных трикотажных полотен с соединительными элементами из индивидуальных нитей сопротивляться поперечному сжатию. Это дает возможность прогнозировать механические свойства подобных структур.*

*On the basis of the compressed flexible rods theory the ability to resist lateral contraction of two-layer knitted fabrics with connecting elements of the individual filaments (yarns) is analyzed. It becomes possible to predict the mechanical properties of such a kind structures.*

**Ключевые слова:** двухслойные трикотажные полотна, соединительные элементы из индивидуальных нитей, "распорки", сопротивление сжатию, расчет устойчивости, стержневые элементы, угол перегиба.

**Keywords:** two-layer knitted fabrics, connecting elements of the individual filaments (yarns), spacer structures, resistance to lateral contraction, method of calculation of stability, flexible rods, angle of inflection.

В настоящее время на рынке технического текстиля появились новые перспективные структуры двухслойных трикотажных полотен с соединительными элементами из индивидуальных нитей, известными в иностранной литературе как "*knitted spacer fabrics*" (рис. 1).

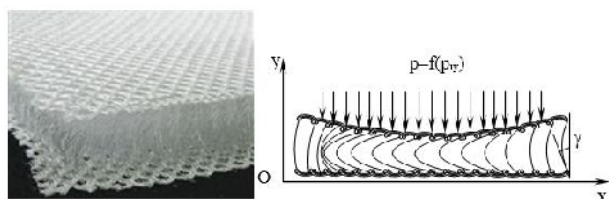


Рис. 1

Особенность их заключается в том, что между слоями имеются протяжки, играющие роль распорок [1]. Механические свойства таких структур обуславливаются способностью "распорок" сопротивляться продольному сжатию и изгибу, аналогично гибким стержням, что обеспечивает устойчивость полотна по отношению к деформациям, нормальным его поверхности. Такие механические свойства "распорчатых" структур позволяют применять их в качестве амортизирующего материала в сиденьях транспортных средств, в спортивной экипировке, в медицинских фиксирующих изделиях или ортопедических матрацах,

для частичной или полной замены вспененного полиуретана. Имеются перспективы использования таких структур и в качестве армирующей составляющей волокнистых полимерных композитов.

Вспененный полиуретан, имея однородную пористую структуру, воздухопроницаем и гигроскопичен. Однако упругость стенок пор невелика. Под действием сжатия пора складывается, резко уменьшаясь в объеме, а воздухопроницаемость слоя заметно ухудшается. Кроме этого, полиуретан обладает высокой хемо- и биостойкостью, при попадании на полигоны твердых отходов практически не разлагается, что вызывает определенные трудности при утилизации отслуживших свой срок изделий. Замена слоя вспененного полиуретана трикотажными "распорчатыми" структурами из натуральных волокон, в частности, льняными, позволит избежать указанных недостатков. Для проектирования подобных структур с оптимальными параметрами: по линейной плотности и прочности нити, плотности и взаимному расположению соединительных элементов, их начальному изгибу и размерам необходимо аналитически определить способность материала противостоять деформации при поперечном сжатии.

При сосредоточенной или распределенной по ограниченной площади материала нагрузке усилия внутри такой структуры перераспределяются на весь прилегающий массив "распорок", делая внутренние напряжения более равномерными. Сами "распорки" изгибаются в виде пространственной кривой, испытывая деформации сжатия, изгиба и кручения, а их сопротивление по мере нарастания деформации нелинейно и резко падает при больших углах изгиба. Однако соседние "распорки", изгибаясь, воздействуют друг на друга, создавая подобие вязкоупругой среды, ограничивая изгиб.

В теории упругих стержней есть понятие потери устойчивости стержня при превышении осевой нагрузки  $P$  некоего критического значения  $P_a$ . В этом случае деформация изгиба настолько велика, что стержень резко теряет несущую способ-

ность и разрушается. В нашем случае стержень (нить) обладает высокой гибкостью, способностью восстанавливать первоначальную форму при снятии нагрузки и не разрушается. Кроме того, при небольших размерах стержня (нити), равному толщине полотна 3...5 мм, он достаточно хорошо сопротивляется осевому сжатию. Тогда критической силой можно считать такое сжатие, при котором произойдет полный изгиб "распорки", то есть в этом случае оба слоя полотна максимально приближены друг к другу. При снятии нагрузки "распорка" распрямится за счет собственной упругости и упругости менее деформированных соседних "распорок".

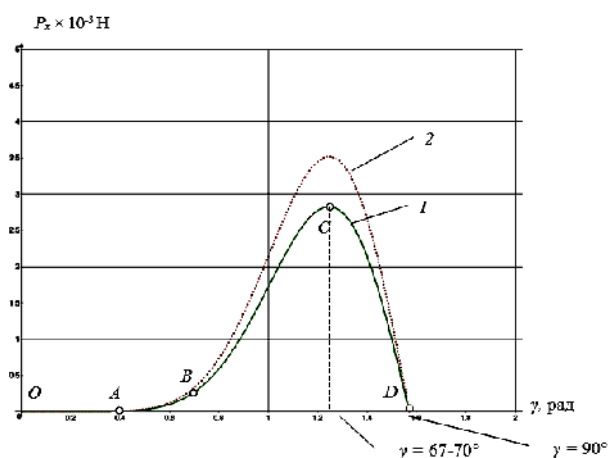


Рис. 2

Значение критической силы  $P_y$  для единичной "распорки" в проекции на ось  $Oy$  (рис. 2 – зависимость значения критической силы для одиночной "распорки" от угла перегиба: 1 – без взаимодействия с соседней нитью, 2 – при взаимодействии с соседней нитью) можно найти из известного уравнения Эйлера [2]:

$$P_y = \frac{\pi^2 EI}{\ell_y^2}, \quad (1)$$

где  $E$  – продольный модуль упругости стержня (для льняного волокна  $E = 50...70$  ГПа);  $I$  – минимальный момент инерции сечения стержня, для круглого сечения  $I = \pi r^4/4$ ;  $\ell_y$  – длина проекции стержня на ось  $y$  (определяется визуально при нагружении материала или принима-

ется с учетом диаметра  $d$  стержня. При полном сложении  $\ell_y \approx 2d$ .

В этом выражении произведение  $EI$  представляет собой изгибную жесткость нити. При сильном изгибе она будет функцией угла изгиба  $\gamma$  [3], то есть

$$EI = ER_0^4 \frac{\pi \cos \gamma (1 - 3 \cos^2 \gamma + 2 \cos^3 \gamma)}{3 \sin^4 \gamma}. \quad (2)$$

Граничные условия для угла  $\gamma$  находятся в пределах от  $0$  до  $90^\circ$ . При углах изгиба, близких к  $90^\circ$ , изгибная жесткость максимальна, затем она резко падает.

Нить состоит из взаимно скрученных волокон, поэтому целесообразней оценивать ее упругоэластические свойства, введя вместо геометрического радиуса  $r$  эффективный радиус нити  $R_0$ , зависящий от числа волокон в сечении  $N$ , коэффициента плотности укладки волокон  $\phi$  (для льняной пряжи 0,83):

$$R_0 = r_0 \sqrt{\frac{N}{\phi}}, \quad (3)$$

где  $r_0$  – радиус единичного волокна.

При минимальном изгибе в свободном участке ветви, то есть когда угол изгиба  $\gamma \rightarrow 0$ , можно считать, что

$$I = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi R_0^4}{4}. \quad (4)$$

С учетом всех подстановок можно записать:

$$P_y = E \frac{\pi^3}{\ell_y^2} r_0^4 \left( \frac{N}{\phi} \right)^2 \frac{\cos \gamma (1 - 3 \cos^2 \gamma + 2 \cos^3 \gamma)}{3 \sin^4 \gamma}. \quad (5)$$

Из формулы следует, что при полном сложении "распорок", когда  $\gamma = 90^\circ$ ,  $P_y = 0$ , то есть происходит потеря несущей способности "распорчатой" структуры. График формулы (5) показан на рис. 2. Зона О-А кривой 1 соответствует начальному изгибу, создаваемому в процессе вязания

полотна, зона А-В соответствует первой стадии нагружения при малых углах изгиба и небольших внутренних напряжениях, зона В-С максимального сопротивления при изгибе, зона С-Д – сложение ветвей "распорки" и потеря несущей способности.

При действии распределенных нагрузок  $p=f(p_{iy})$  центральная,  $(i)$ -я "распорка", на которую действует максимальная сила сжатия, изгибаясь, давит на соседнюю  $(i+1)$ -ю распорку, которая менее нагружена и изогнута, и, следовательно, может создать поддерживающий эффект (рис. 3 – схема взаимодействия двух изгибаемых стержней). Рассмотреть статику такой системы можно, представив единичную "распорку" в виде продольно-поперечно сжатого стержня. Поперечная нагрузка возникает в результате действия сил реакции от соседней "распорки" и распределена вдоль стержня в соответствии с функцией  $q=f(k\ell_x)$ , в которой  $k$  – жесткость соседней "распорки",  $\ell_x$  – ее деформация вдоль координатной оси  $Ox$ .

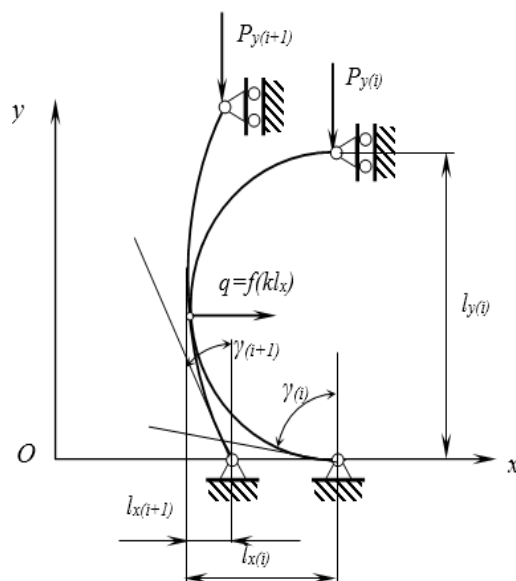


Рис. 3

Решая задачу с использованием теоремы Лагранжа – Дирихле о полной потенциальной энергии [2], можно получить следующее выражение для изгиба стержня в пределах одной полуволны синусоиды:

$$P_{y(i)} = \frac{\pi^3 EI_{(i)}}{\ell_{y(i)}^2} + \frac{k \ell_{x(i+1)}^2}{\pi^2} = \frac{\pi^3 EI_{(i)}}{\ell_{y(i)}^2} + \frac{k(0,5 \ell_{y(i+1)} \operatorname{tgy})^4}{\pi^2} = \frac{\pi^3 EI_{(i)}}{\ell_{y(i)}^2} + \frac{EI_{(i+1)}(0,5 \ell_{y(i+1)} \operatorname{tgy})^4}{\pi^2}. \quad (6)$$

В свою очередь,  $k = EI_{(i+1)}$  можно рассчитать по формуле (2), подставив значения углов изгиба  $\gamma$  для  $(i+1)$ -й "распорки". Эти действия можно повторять для следующей пары  $(i+1)$ -й и  $(i+2)$ -й "распорок" и т.д. до тех пор, пока распорки перестанут касаться друг друга. Затем расчет пошагово проводится для одиночных "распорок" по формуле (5). Число шагов по формулам (5) и (6) определяется длиной "распорок" и расстоянием между ними. Реализовать подобные расчеты пошагово можно в математической системе MatLab.

## ВЫВОДЫ

1. На основе теории сжатых гибких стержней проведен анализ несущей способности двухслойного трикотажа с соединительными элементами из индивидуальных нитей, используемого для опорного слоя сидений транспортных средств.

2. Показано, что несущая способность такой трикотажной структуры возрастает при уменьшении длины распорок и шага между ними, а также при увеличении модуля упругости нити за счет количества и плотности укладки волокон, сырьевого состава и крутки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шатникова Н.В., Строганов Б.Б. Методы проектирования основных параметров квазимногослойного трикотажа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №2. С.75...77.
2. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей. – М.: Машиностроение, 1978.
3. Черноус Д.А., Шилько С.В., Чарковский А.В. Прогнозирование эффективных механических характеристик трикотажа // Физическая мезомеханика, т. 11. – 2008, №4. С. 107...114.

## REFERENCES

1. Shatnikova N.V., Stroganov B.B. Metody proektirovaniya osnovnyh parametrov kvazimnogoslojnogo trikotazha // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2007, №2. S.75...77.
2. Svetlickij V.A. Mehanika gibkih sterzhnej i nitej. – M.: Mashinostroenie, 1978.
3. Chernous D.A., Shil'ko S.V., Charkovskij A.V. Prognozirovanie jeffektivnyh mehanicheskikh harakteristik trikotazha // Fizicheskaja mezomehanika, t. 11. – 2008, №4. S. 107...114.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 18.05.15.

УДК 746.411

## СТУДЕНЧЕСКАЯ ФОРМЕННАЯ ОДЕЖДА XIX ВЕКА

### STUDENT'S UNIFORM OF THE XIX CENTURY

*А.А. МИХАЙЛОВ, К.Е. РОМАНОВА*  
A.A. MIKHAILOV, K.E. ROMANOVA

(Ивановский государственный политехнический университет,  
Шуйский филиал Ивановского государственного университета)  
(Ivanovo State Polytechnical University,  
Shuya branch of Ivanovo State University)  
E-mail: rom.ke@mail.ru

*В статье рассматривается актуальная в настоящее время проблема – студенческая форменная одежда. Авторы представляют ретроспективный обзор студенческого мужского мундира и девичьей форменной одежды XIX века. Несомненно, что студенческое форменное платье формировалось под влиянием народных традиций, современной моды и военизированного духа времени.*

*In article the problem actual now – student's uniform is considered. The authors submits the retrospective review of a student's man's uniform and maiden uniform of the XIX century. It is undoubted that the student's uniform dress was formed under the influence of national traditions, modern fashion and the militarized spirit of the age.*

**Ключевые слова:** студенческая форменная одежда, университет, мундир, сюртук.

**Keywords:** student's uniform, university, uniform, frock coat.

Первая юношеская форменная одежда [1...7] появилась в России в петровское время, в 1720-е годы, как только возникли профессиональные школы нового образца: их учащиеся носили зеленые с красными обшлагами кафтаны, практически – форму солдат гвардии. За время, истекшее со времени издания первых петровских указов,

западно-европейский костюм прочно вошел в быт россиян. Воспитанники кадетских корпусов, которые возникли в 30-е годы, разумеется, имели форму военного образца. По военному образцу были одеты и учащиеся открытых позже университетов.

Первыми униформу получили воспитанники основанного в 1725 г. Петербург-

ского академического университета. Сохранились документы, свидетельствующие о том, что находившиеся там на казенном коште "левы" (от фр. élève – ученик), по крайней мере с 1748 г., получали мундирную одежду. В приказе Канцелярии 1750 г. содержится подробное описание студенческого мундира: он состоял из одного кафтана, одного камзола и двух пар штанов (зеленого сукна, коротких с застежками под коленями). Полагалась подкладка из шерстяной ткани (стамеда), под кафтан – зеленая, под камзол – белая. Форменный костюм также включал 4 полотняных галстука и 6 рубашек из холста, причем к трем из них полагались полотняные манжеты. Дополняли мундир шляпа, кошелек на волосы, сапоги, башмаки и гарусные чулки. Учащимся выдавали деньги на эти покупки – с последующим пристрастным осмотром и проверкой приобретенного имущества [2].

Форменный костюм – его можно назвать и мундиром – был введен в Московском университете в 1800 году (речь идет только о французском покрое с "вырезанною юбкой", который хорошо знаком публике по иллюстрациям к произведениям Н. В. Гоголя и который можно назвать французским фраком). Так как студентами были лишь выходцы из аристократических семейств, простой покрой не получил особого распространения в студенческой среде. Форму носили лишь те, кто не мог себе позволить элегантного штатского платья. Особая трудность была связана с покроем брюк, так как "вырезанная спереди юбка" требовала от портного определенного мастерства.

Обязательной студенческой формой стала после 1826 года, что было затем подтверждено *"Положением о гражданском мундире"* (1834 г.), где о студенческой форме было сказано так: "Студентам и воспитанникам всех учебных заведений, под ведомством Министерства народного просвещения состоящих, иметь мундир темно-зеленого сукна с темно-синим воротником, с золотыми или серебряными петлицами из галуна, по округам. Покрой мундиров, как и положенных студентам и

воспитанникам, сюртуков, иметь ныне существующий. Носить фуражки суконные темно-зеленые с околышем по цвету воротника" [1]. Хотя шпаги, полагающиеся студентам, не имели темляка, их наличие, да еще в сочетании с треугольной шляпой, позволяло юношам чувствовать себя совершенно взрослыми людьми, вступившими на стезю гражданского служения. До 1834 года воротник и обшлага университетского мундира изготавливались из малинового сукна [6].

Щегольство студента не могло выйти за некоторые установленные рамки. С самого начала правления Николая I в университетскую форму постоянно вносились какие-либо изменения. Казеннокоштные студенты должны были носить форму с деталью, отличающую их от своекоштных. Чтобы угодить государю, в 1826 году попечитель Московского университета генерал-майор А.А. Писарев приказал носить суконные погончики "вроде почтальонских" [1].

Так как большая часть студентов должна была приобретать форму за свой счет, у них всегда оставалась возможность отступить от образца, хотя бы в оттенке цвета. Другие такой возможности не имели, и тогда прибегли к единственно разумному решению – сделали свою бедность нарочитой, приглашая тем самым к подражанию.

Всякий студент, оказывающийся в столичном университете, сталкивался с множеством мелочных предписаний, которые требовали не только самодисциплины, но более всего – денег. Пристрастие Николая I к классификации подданных, казалось, не знало предела. Кроме постоянных дополнений к уже существующей форме вводились бесконечные новации по всем военным и гражданским структурам. В 1845 году отдельным изданием было выпущено *Расписание, в какие дни в какой быть форме* объемом 13 страниц.

Личные пристрастия государя к созданию новых и новых мундиров, конечно, имеют значение, но следует обратить внимание и на то, что именно в николаевскую эпоху окончательно сложились правила придворного поведения, структура и состав всех



ведомств, то есть целиком и полностью сложились процедуры официального этикета. Все, что не укладывалось в жесткие рамки многочисленных распоряжений, подвергалось жестокому гонению. Растительность на лице мужчин регламентировалась так же, как и мундиры, – по ведомствам.

Царь не любил никакого отступления от форменной одежды, поэтому подозревал бородатых; носящих пиджаки вместо фраков или сюртуков; широкополые мягкие шляпы – "разбойничьи" – вместо обязательных форменных фуражек или дипломатических цилиндров.

Эти самые бороды, шляпы, "американские жакетки" и стали средством выразить свое несогласие со стремлением власти всех стричь под одну гребенку, что и вылилось в их повсеместное ношение после отмены в высших учебных заведениях обязательной формы. Власти, вынужденные уступить давлению снизу, издали в 1861 году указ *"О мерах, необходимых для надзора за университетскими студентами по случаю непрерывно возникающих беспорядков"*: "Отменить форменную одежду и не позволять ношение каких-либо знаков отличия народности или каких-либо товариществ или обществ. Частная одежда студентов должна быть приличная" [7].

Отмена формы имела одно несомненное преимущество – избавление от внешнего уличного офицерского и полицейского наблюдения. Посещение театра или ресторанов тоже переставало быть не только финансовой проблемой.

Ничем более не связанное между собой сообщество, знаком принадлежности к которому была лишь перечисленная выше запрещенная одежда, появилось буквально через несколько дней, необходимых для того, чтобы портные справились с переделкой студенческих шинелей, брюк и тужурок. Эта ситуация напоминает события начала XIX века, когда после внезапной кончины императора Павла I те российские подданные, которые страдали от жестоких его предписаний относительно одежды, тут же переоделись в запрещен-

ные прежде французские круглые шляпы и "революционные" фраки.

В конце 40-х – начале 50-х годов XIX века образцом для подражания в манере одеваться стали служить не картинки из журналов *Мода*, *Библиотека для чтения* или соответствующий раздел *Современника*, а внешний облик либеральных профессоров, передовых критиков и журналистов. Общим для облика кумиров молодежи были длинные волосы и очки, что стало признаком несомненной учености. Свидетельство А. М. Скабичевского – одно из многих в ряду описаний передовых людей того времени: "Желание ни в чем не походить на презренных филистеров простиралось на самую внешность новых людей и, таким образом, появились те пресловутые нигилистические костюмы, в которых щеголяла молодежь в течение 60-х и 70-х годов. Пледы и сучковатые дубинки, стриженные волосы женщин и космы сзади до плеч, синие очки, фральявольские шляпы и конфедератки, – боже, в каком поэтическом ореоле рисовалось все это в те времена и как заставляло биться молодые сердца" [1].

В целом определения "длинноволосый" и "вечный студент" имели негативную окраску, выражая отрицательное отношение благонамеренных граждан ко всем, кто подходил под такое определение. Во всем облике новых людей чувствовалось несомненное влияние литературы, нечто воспринятое поначалу через тексты (газетные и журнальные публикации), подробности литературных произведений, как балахон Базарова, например.

Из официальной моды студенты заимствовали только "шотландские ромбоиды", столь дорогие сердцу романтиков 1820-1830-х годов, а также отдельные предметы, например, плед. Манеру носить плед и использовать его вне дома придумали именно студенты, уподобляя себя гордым героям Вальтера Скотта.

Широкополая шляпа, вне всякого сомнения, связана с внимательным чтением работ А.И. Герцена, в которых неоднократно упоминается шляпа под названием "калабреза", ставшая символом борьбы за

свободу и независимость Италии. Однако к концу века итальянское происхождение "революционной" шляпы было забыто, и она получила название "пушкинской". Иконографически это связано с портретом А. С. Пушкина 1839 года и к привычкам и вкусам самого поэта отношения не имеет. Однако интересно все-таки отметить, как в обществе воспринимали девушек, отважившихся в те годы внешними средствами выразить свои идейные симпатии.

Образ барышни, погруженной в научные изыскания, был известен в русской культуре первой половины XIX века и получил обозначение "синий чулок", о чем нам уже приходилось писать, упоминая произведения П. А. Вяземского или А.Ф. Писемского. Для женщины свобода в выборе одежды была равнозначна борьбе за право на образование, свободу от принудительных браков и т. д.

Первые высшие женские учебные заведения в России появились в конце 60-х годов XIX века. В 1869 году начались занятия на Аларчинских курсах в Петербурге и на Лубяньских в Москве. Позднее открылись Высшие медицинские курсы и, наконец, в 1878 году – первый женский университет – Бестужевские курсы. Стремящиеся к образованию девушки были людьми особого склада, и это не могло не отразиться на их внешнем облике: "...рядом с косматыми студентами появились – это уже было совершенною новостью – стриженные девицы в синих очках и коротких платьях темного цвета. Внешняя перемена зависела, в сущности, от внутренней, более значительной и радикальной, наложившей свою печать на Москву. Дух "николаевской эпохи" отжил" [6].

Теперь кажется, что в основу новых нарядов легла форма гимназисток или институток, но это не так. Форменные платья благословленных девушек были синие, зеленые, коричневые или серые, в зависимости от устава учебного заведения, с обязательными фартучком и пелеринкой – белой такая пелеринка была только по праздникам. На женских портретах второй половины XIX века мы часто видим изображенных их в скромных темных платьях, и единственным их украшением являются бе-

лоснежные воротники и манжеты. Строго говоря, этой моде следовали только образованные женщины, знакомые с произведениями фламандского художника XVII века Ван Дейка, увлечение которым приходится на период историзма в культуре. В истории костюма даже появился особый термин – воротник "вандик" [3].

В России студенческое форменное платье формировалось под влиянием нескольких традиций: оно несло и печать средневековья, и чутко реагировало на современную моду, и, что главное, впитало тот военнизированный дух, который сохранится в студенческой форме вплоть до 1917 г. [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Документы и материалы по истории Московского университета второй половины XVIII века. – В 3-х т. Т.1. – М., 1962.
2. Иванов А. Как одевались русские студенты. Форменное платье студентов высшей школы Российской империи 80-х годов XIX – начала XX века // Теория моды. – 2007, № 5 (осень). С. 39...61.
3. Романова К.Е., Покровская Е.П. Традиционный народный костюм в культурно-историческом пространстве России // В мире научных открытий. – 2011, №11. С. 463...472.
4. Романова К.Е., Рябова О.Н. Художественный образ в дизайн-проектировании костюма // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №2. С. 110...112.
5. Романова К.Е., Рябова О.Н. Традиции народного костюма в одежде архангельских поморов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №3. С. 75...79.
6. Скульская М. Костюм в университетском пространстве. Санкт-Петербург, век XVIII // Санкт-Петербургский университет. – 2001, № 31 (3585), декабрь, 14.
7. Страхов П. Краткая история академической гимназии, бывшей при Императорском Московском университете. – М., 1855 (Репринт М., 2000).

#### REFERENCES

1. Dokumenty i materialy po istorii Moskovskogo universiteta vtoroj poloviny XVIII veka. – V 3-h t. T.1. – M., 1962.
2. Ivanov A. Kak odevalis' russkie studenty. Formennoe plat'e studentov vysshej shkoly Rossijskoj imperii 80-h godov XIX – nachala XX veka // Teorija mody. – 2007, № 5 (osen'). S. 39...61.
3. Romanova K.E., Pokrovskaja E.P. Tradicionnyj narodnyj kostjum v kul'turno-istoricheskom

prostranstve Rossii // V mire nauchnyh otkrytij. – 2011, №11. S. 463...472.

4. Romanova K.E., Rjabova O.N. Hudozhestvennyj obraz v dizajn-proektirovanii kostjuma // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №2. S. 110...112.

5. Romanova K.E., Rjabova O.N. Tradicii narodnogo kostjuma v odezhde arhangel'skih pomorov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №3. S. 75...79.

6. Skul'skaja M. Kostjum v universitetskom prostranstve. Sankt-Peterburg, vek XVIII // Sankt-

Peterburgskij universitet. – 2001, № 31 (3585), dekabr', 14.

7. Strahov P. Kratkaja istorija akademicheskoj gimnazii, byvshej pri Imperatorskom Moskovskom universitete. – M., 1855 (Reprint M., 2000).

Рекомендована кафедрой технологии и предпринимательства Шуйского филиала ИвГУ. Поступила 18.11.14.

УДК 746

## ОСОБЕННОСТИ НАРОДНОГО ТЕКСТИЛЯ И КОСТЮМА НА ТЕРРИТОРИИ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

## FEATURES OF NATIONAL TEXTILES AND COSTUMESUIT IN IVANOV REGION TERRITORY

Н.Г. МИЗОНОВА

N.G. MIZONOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: mizonov46@mail.ru

*Выявлены особенности исторического и промышленного развития Ивановской области, которые способствовали формированию специфики художественного оформления текстиля и местного народного костюма. Понятие "ивановский текстиль" стало общепринятым понятием в отличие от "ивановского костюма", так как деление на виды костюмов исторически связано с принадлежностью к губерниям. В период развития текстильной промышленности сложился локальный костюм на территории Ивановской области. Его отличает особая связь с местными традициями оформления текстиля, лаконизм и художественная завершенность образа. Можно утверждать, что ивановский костюм рубежа XX века является одним из самых элегантных видов народного костюма России.*

*The peculiarity of historical and industrial development of Ivanovo region, which influenced on the special feature of formation of decorative design of textile and local costume are found. The term "Ivanovo Textile" has become a common term in difference to "Ivanovo Costume" because the division of costume types is connected with their belonging to historically fixed province. In the period of textile industry development the local costume was formed on the territory of nowadays Ivanovo region. Its main differences are connection with local traditions of textile decoration, laconism and completeness of artistic image. It can be said that this costume at the boundary of the 20-th century is one of the most elegant type of the folk costume in Russia.*

**Ключевые слова: народный костюм, традиции оформления текстиля, понятие "ивановский текстиль".**

**Keywords: folk costume, traditions of textile decoration, concept "Ivanovo Textile".**

Понятие "ивановский текстиль" широко известно в отличие от понятия "ивановский костюм". Отчасти это связано с тем, что текстильная промышленность, возникшая на территориях нынешней Ивановской области, входивших в состав Владимирской, Костромской и Ярославской губерний, сохранилась и развивалась на территории Ивановской области. Народный костюм интересовал различных специалистов только в чисто этнографическом, "дореволюционном" виде. Такое положение привело к тому, что в литературе, посвященной изучению костюма, одежда, найденная на территории сегодняшней Ивановской области, чаще всего отнесена к этим трем губерниям. В то же время Ивановская земля, безусловно, всегда была населена людьми, отличающимися конкретным мировоззрением и культурой. Столицей этой местности в узком историческом смысле, очевидно, надо считать не Иваново, а Шую – город гораздо более древний и славный [1]. И хотя он никогда не обладал административной самостоятельностью, будучи всегда подчинен Владимиру, вокруг него не просто жила безликая крестьянская масса. Ткацкое, красильное и набойное ремесло существовали здесь с IX - X веков. Городок этот в средние века оказался местом испоселения множества ремесленников и богомазов, очевидно, даже привезенных Софьей Палеолог из Византии, после ее падения в 1452 году. Возможно, это обстоятельство вызвало расцвет иконописи в Шую, Палехе и Холуе. Из этих людей образовалась общность офеней и коробейников, благодаря деятельности которых в том числе сложился и текстильный промысел. Как только во второй половине XIX века была построена железная дорога, на базе мануфактур началось бурное развитие промышленности. Кроме того, отмена в 1861 г. крепостного права также способствовала развитию промышленности и ак-

тивизации общественного интереса к своей истории и народному костюму [2]. В это время сложились многие принципы систематизации народного костюма и определились признаки его локальных особенностей.

Сопоставление количественных характеристик ивановских предприятий дает основание утверждать, что славу и богатство Иванову принесли не ткачи, а отделочники [3]. Однако политические соображения и локальные литературные тексты сформировали образ Иванова как города красных ткачей.

Бурное развитие промышленности способствовало тому, что на территории Ивановской области быстрее, чем во многих других регионах России, пошел процесс замены традиционного льна для пошива одежды на фабричный ситец, и, следовательно, изменились формы традиционного костюма. К концу 40-х годов ручная набойка практически перестала существовать. Однако нельзя не учитывать и тот факт, что еще до перехода к новым материалам одежда этой территории, будучи во многом тождественной формам и видам одежды близлежащих областей, все-таки всегда отличалась от них.

Основные черты сходства ивановского мужского и женского костюма с одеждой Архангельской, Вологодской, Ярославской и Костромской областей связаны с использованием одинаковых природных красителей, одних и тех же волокон, приемов ткачества и традиционного плоского, безотходного кроя. В начале века почти вся одежда кроилась по традиционным схемам, основанным на модулях, – ширине холста и длине рукава и изделия. Традиционные методы изготовления ткани и ее орнаментации не позволяли значительно отступить от сложившейся схемы. Лен, в свою очередь, диктовал плоский крой. Информации о возможностях кроя, кроме образцов уже выполненных изделий, у ма-

стериц не было. Именно поэтому традиционный крой мужских и женских рубах и мужских портов во всех губерниях России является наиболее общепринятым.

Одной из самых распространенных тканей, из которой шились повсюду в Верхневолжье и на Севере сарафаны, мужские и женские рубахи и юбки, была пестрядь. Она ткалась в такой разнообразии, что в зависимости от размеров клеток и цвета нитей в основе и утке у каждой были свои названия. Ткачи Ивановского региона обеспечивали почти всю Россию александрийкой – пестрядью в мелкую клетку с использованием синей и красной нити.

Однако еще на стадии использования в качестве основного материала льна ивановская крестьянская одежда отличалась от одежды других регионов чрезвычайным лаконизмом. Прежде всего, в отделках. В ивановских юбках, рубахах и сарафанах вышитый или тканый орнамент практически не встречается. Орнаментальные вставки использовались почти исключительно на полотенцах. В найденных экспедициями Ивановского текстильного института 1980 – 1991 годов женских рубахах отделкой служили только узкие полосы вышивки крестом по краю рукава, воротника и вдоль кокетки.

Другим знаковым отличием ивановского домашнего текстиля является его цветое решение. В вышитых полотенцах использовались многие традиционные народные швы с преобладанием техники "по выдергу". В этой технике, провоцирующей геометричность и графичность, обычно использовался только белый цвет.

Белая "строчка" до середины прошлого века выполнялась на фабриках, сменивших строчевые артели, работавшие практически в каждом районе Ивановской области. Эта техника создает элегантную простоту и чистоту за счет безупречного выполнения и точного расчета рисунка.

Строгость силуэта и декора ивановского костюма изначально повлияла на решение рисунков набойки и ее цветового решения. Большинство набоек XVII -XVIII веков напечатаны с помощью одной манеры – черным, коричневым или темно-

синим цветом. Позднее стали добавлять от руки дописанные детали более ярких красок – красной, розовой, золотистой и зеленой. В любом случае на приемы кроя и характер текстильного рисунка большое влияние оказывала технология их изготовления, предполагавшая определенную скупость при выборе выразительных средств и создание при этом единого стиля в художественном решении костюма.

С приближением к XX веку увеличился поток информации и к мастерам текстиля, и к мастерицам, шьющим одежду. Женщины стали внимательно рассматривать одежду горожанок, пробовали изобрести новые приемы кроя и пошива, в том числе используя комбинации старых приемов. Примером такого решения является платье-рубаха, найденное сотрудниками Музея народного быта в начале XXI века в Савинском районе. Перед рубахи скроен по типичной старинной схеме рубашечного кроя, а спинка – по схеме кроя сарафана. Она имеет низкую отрезную кокетку, и подол ее заложен в мелкую складку так, как это делалось на ситцевых сарафанах. Примечательно, что рубаха сшита из очень плотной хлопчатобумажной ткани, по толщине, близкой ко льну, что, возможно, и побудило мастерицу объединить приемы формообразования костюма рубахи и сарафана. Это подтверждается и "отделкой" рубахи – двумя застроченными поперечными складочками, которыми обычно украшали ситцевые рубашки от "парочки". Этот пример подтверждает, что переход с одной формы к другой продолжал традиции ивановского костюма, отличающегося лаконизмом и вкусом.

К переходу к ситцевым сарафанам во второй половине XIX века ивановский костюм был более подготовлен, чем одежда многих других регионов, поскольку здешним мастерицам не пришлось соединять разные по стилю рисунки набойки и вышивки. Вкус, воспитанный иконописью и текстильным ремеслом, способствовал тому, что на Ивановской земле на рубеже XX века сложился и бытовал один из самых элегантных видов крестьянского костюма. Легкий, с ювелирной тщательно-

стью собранный в сборку на талии, сарафан обеспечивал идеальную посадку. Головной убор к этому времени почти повсюду сменился платком, который стал важным элементом художественного решения всего комплекта костюма. Манера ношения его концами вниз спереди делала его важным масштабным элементом, организуя внимание на лице. Платки, выпускаемые ивановскими фабриками, точно соответствовали стилю рисунка ткани, а кайма, украшавшая платок, создавала деликатный композиционный акцент всего комплекта. Для посещения церкви и на праздники надевали дорогие ковровые или шелковые платки, в центр которых для сохранности нашивали кусочек ткани, выполнявшей ту же роль, что и подоплека в рубашках. В обиходе использовались ситцевые платки с традиционной каймой из восточных огурцов или розочек в ивановской трактовке. Середина украшалась стилизованными изображениями мелких розочек или небольших полевых цветов и фигурок, похожих одновременно и на ягоду, и на простой почти геометрический мотив. Наличие платка, закрывающего грудь спереди, продолжало традицию – скрывать особенности женской фигуры и практически исключало ношение украшений типа бус. Такое решение усиливало строгость и лаконичность одежды. Возник образ, близкий к образам богомолка и странника, который использовался в работах М. Нестерова и других художников уходящей Руси.

Самым популярным фоном для ситцевых деревенских сарафанов был "немаркий" темно-синий цвет. В оформлении ситцев, сделанных в Иванове, было много сходства со старинными образцами. Ивановские фабриканты ориентировались на крестьянского потребителя, что делало их продукцию ближе к изделиям народных мастеров. Товар московских, ярославских, тверских фабрик был качественнее и ориентировался на европейские образцы и, главное, был более дорогим. Костюм активно влиял на оформление тканей, которые называют традиционными ивановскими ситцами. Название определенной части

ассортимента, как "сарафанные", говорит об их глубокой эстетической и практической связи.

У сарафанов было множество незаметных, на первый взгляд, дизайнерских находок. Поясок, вшитый в боковой шов, мог завязываться как спереди, так и сзади. Это остроумное решение позволяло обычно завязывать поясок спереди, подчеркивая талию, а при наступлении беременности завязывать его сзади. Сарафан плавно "вырастал" вперед вместе с будущим ребенком. В боковом шве устраивали карман, со стороны изнанки по краю подола нашивали кайму, предохраняющую низ сарафана от износа. Костюм был немарким, стройным, очень удобным. Один и тот же крой прекрасно подходил женщинам всех возрастов. Возможность варьировать цвет фона ситца сарафана и платка позволяла при общем единстве получать живописное разнообразие и индивидуальность.

Переходной формой от деревенского к городскому костюму была "парочка" – комплект из ситцевой кофты и юбки, украшенной снизу оборкой. Парочка в Ивановском регионе была очень распространена и отсюда "двигалась" по всей России.

Нужно отметить, что деревенские и фабричные мастерицы переходного периода создавали в большинстве своем не только красивые, но и добротные, хорошо выполненные изделия. К этому периоду они еще не утратили вкуса и умения, которым отличались все народные костюмы, выполненные в традиционной манере.

Парочка называлась в разных районах по-разному. Часто ее называли "казак" – видимо, за аналогию с традиционным костюмом казачек. В Тейковском районе верх от парочки называли "тираска". Кофта обычно шилась приталенной, по линии талии к ней пришивалась баска. Был и другой, не приталенный вариант, в котором кофта расширялась книзу. В обоих случаях она шилась на подкладке (корсетке), в которую вставлялись плотные корсетные пластинки. Застежка обычно размещалась в плечевом шве, откуда по

пройме уводилась в боковой шов. В обоих вариантах на полочке или спинке кофты присутствовала кокетка, украшенная кружевами, тесьмой или пуговицами, часто обтянутыми той же тканью. Поскольку в таких костюмах девушки часто ходили на маевки и танцы, где самым популярным танцем начала века была кадриль, этот комплект принято было называть кадрильным, а ботиночки к нему – кадрильками.

Именно в этих костюмах ивановские женщины вошли в историю, поскольку самые многочисленные их изображения относятся к первой русской революции. Работницы текстильных фабрик, многие из которых стали пламенными революционерками, изображались ивановскими художниками советского периода, знатоками фабричного костюма, именно в кадрильных комплектах. Переход к ним был знаковым: вместе с появлением подчеркнутой талии ушел в историю скромный и стройный народный ивановский костюм, завершивший к тому времени свое развитие.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Народная одежда Ивановской области: иллюстрированный альбом / Музей - Заповедник народного быта. – Иваново: Издательское Товарищество "Роща Академии", 2013.
2. Козлова Т.В., Мизонова Н.Г. Использование русских национальных мотивов в мировой моде // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2. С.108...115.
3. Соловьев В.Л., Болдырева М.Д. Ивановские ситцы. – М.: Легпромбытиздат, 1987.

## REFERENCES

1. Narodnaja odezhda Ivanovskoj oblasti: illjustrirovannyj al'bom / Muzej - Zapovednik narodnogo byta. – Ivanovo: Izdatel'skoe Tovarishhestvo "Roshha Akademii", 2013.
2. Kozlova T.V., Mizonova N.G. Ispol'zovanie russkih nacional'nyh motivov v mirovoj mode // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 2. S.108...115.
3. Solov'ev V.L., Boldyreva M.D. Ivanovskie sitcy. – M.: Legprombytizdat, 1987.

Рекомендована кафедрой искусства костюма и текстиля ИВГПУ. Поступила 25.02.15.

УДК 687.016.5: 687.12

### АДАПТАЦИЯ АМЕРИКАНСКОЙ СИСТЕМЫ КРОЯ ДЛЯ РОССИЙСКИХ ЖЕНСКИХ ТИПОВЫХ ФИГУР

### ADAPTATION OF THE USA PATTERN BLOCK MAKING MANUAL TO THE RUSSIAN FEMALE BODIES

*О.В. СУРИКОВА, Г.И. СУРИКОВА, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ*  
*O.V. SURIKOVA, G.I. SURIKOVA, V.E. KUZMICHEV*

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)  
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)  
E-mail: kshi@ivgpu.com

*В работе проведен анализ американской методики построения чертежей конструкций, выполнена ее адаптация для российских типовых фигур в диапазоне от 84 до 108 размера с достижением хорошей посадки и сбалансированности.*

*The USA pattern making manual has been adapted for the Russian typical female bodies in the range from 84 to 108 sizes with good fit and balance.*

**Ключевые слова:** американская система кроя, российские типовые фигуры, посадка, баланс.

**Keywords:** pattern block making manual, Russian typical bodies, fit, balance.

Дизайн одежды стал глобальным явлением, объединяющим разработчиков, изготовителей и потребителей одежды в разных странах. В связи с этим представляет большой интерес методика конструирования и моделирования женской одежды Хелен Джозеф-Армстронг [1]. Книга продолжает серию публикаций, благодаря которым российским конструкторам стали доступны немецкий (Мюллер и сын) и английский (Уинифред Алдрич) методы кроя одежды.

Американская методика конструирования привлекательна простотой расчетов и минимальной трудоемкостью построения чертежей конструкций. Прямое использование этой методики в российских условиях пока невозможно, в частности, из-за различий между американскими и российскими антропометрическими стандартами. Поэтому на кафедре конструирования швейных изделий ИВГПУ была предпринята попытка адаптации этой методики к российской типологии женских фигур по ранее использованной схеме [2].

Методика проверки и адаптации включает следующие этапы.

1. Анализ методики построения чертежей конструкций.

2. Адаптация американской методики конструирования для российских типовых фигур.

*1. Анализ методики построения чертежей конструкций*

Методика рассчитана на построение чертежей платья строго определенного структурного решения: небольшого объема, отрезного по талии, с длинным втачным рукавом, с определенными значениями конструктивных прибавок. Прибавки к ширине спины и груди одинаковы и равны 0,6 см, полуобхватам талии и бедер – соответственно 1,2 и 2,6 см.

Чертежи полочки и спинки строят раздельно: сначала – полочку, а потом – спинку, не связывая их в базисной сетке (рис. 1-а). На рис. 1 представлены схемы чертежей стана платья размера 10, построенные по американской методике: а – исходный, б – преобразованный варианты. Растворы вытачек по линии талии заданы конкретными постоянными величинами и одинаковы для всех размерных вариантов одежды. Чертежи деталей юбки платья строят отдельно от стана. Рукав строят, исходя из длины проймы, измеренной по чертежу стана, и задаваемых априори параметров: высоты оката и длины рукава.

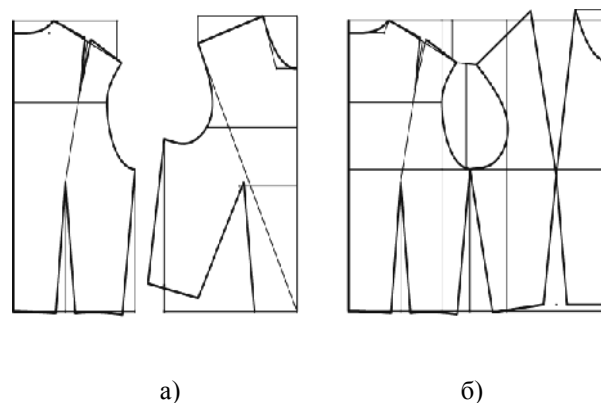


Рис. 1

Конфигурация и взаимное расположение деталей стана в чертеже отличаются от традиционных для российской конструкторской практики. Нижняя линия полочки расположена выше нижней линии спинки. Вытачка на выпуклость грудных желез совмещена с талиевой. Величину совмещенной вытачки не рассчитывают, а получают при построении графическим методом. Методикой не определено, какая из частей совмещенной вытачки предназначена для создания выпуклости в области груди, а какая – для прилегания по талии.



Для преобразования американских чертежей в привычный вид необходимо: рассчитать раствор нагрудной вытачки (по рекомендациям российских систем кроя [3]), спроектировать обе вытачки по привычной схеме, детали стана разместить в базисной сетке (пример такого преобразования показан на рис. 1-б).

Макеты платьев, спроектированные на российские индивидуальные фигуры, имели своеобразный вид на промышленных манекенах (рис. 2 – макеты платьев 10 размера, изготовленные по американским чертежам, на манекене 92 размера). Линия плечевого контура была излишне покатой, конец плечевого шва смещен в сторону спинки, а наибольшая приталенность ниже естественного уровня талии.



Рис. 2

## 2. Адаптация американской методики конструирования для российских типовых фигур

Основную трудность адаптации американской методики для российских типовых фигур представляет нахождение значений тех размерных признаков, которые отсутствуют в российских стандартах. Средствами САПР "Грация" исследованы цифровые женские типовые фигуры [4], соответствующие ОСТу 17-326–81. Изделия

швейные, трикотажные, меховые. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования одежды. Каждая цифровая модель была представлена набором горизонтальных сечений, фронтальным и профильным абрисами.

Для нахождения передних и задних участков фигуры, как этого требует американская методика, цифровые модели условно разделяли вертикальными плоскостями: средней сагиттальной и проходящей через середину отрезка, соединяющего передний и задний угол подмышечных впадин (как боковой шов). На горизонтальных сечениях следы секущих плоскостей представлены лучами 1 и 2 (рис. 3 – выделенные зоны горизонтальных сечений фигур, соответствующие положению бокового шва и средних линий груди и спины). Определили долевое распределение периметров талии и бедер на передние и задние участки; установили закономерности изменения этих зон для шкалы типовых фигур.

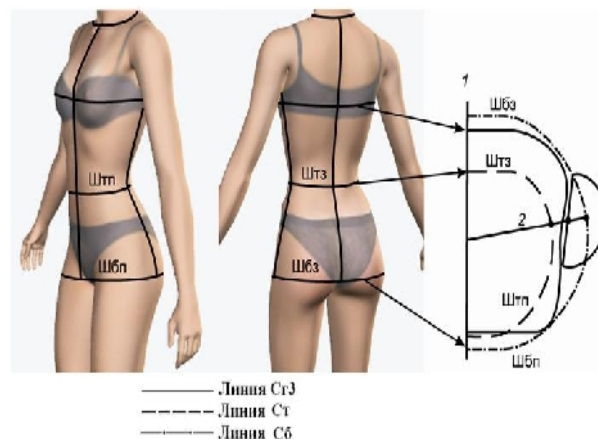


Рис. 3

По найденным соотношениям определены передние (от середины переда до бокового шва) и задние (от середины спинки до бокового шва) ширины фигуры на уровнях талии и бедер для типовых размерных вариантов (табл. 1 – составляющие полуобхватов талии и бедер для типовых российских фигур роста 164 первой полнотной группы (ОСТ 17-236–81)).

Таблица 1

Размерный признак	Величина размерного признака для фигур различных размеров, см						
	84	88	92	96	100	104	108
Ст	30,7	32,8	34,9	37	39,1	41,2	43,9
Штп	18,6	20,0	21,5	22,9	24,4	25,9	27,9
Штз	12,1	12,8	13,4	14,1	14,7	15,3	16,0
Сб	44	46	48	50	52	54	56
Шбп	23,2	24,4	25,7	27,0	28,3	29,6	31,0
Щбз	20,8	21,6	22,3	23,0	23,7	24,4	25,0

Остальные недостающие размерные признаки определяли с использованием цифровых моделей фигур и с учетом пропорциональных соотношений, свойственных американским фигурам. Примеры но-

вых размерных признаков приведены в табл. 2 (оригинальные размерные признаки, используемые для разработки конструкции по американской системе кроя).

Таблица 2

Наименование размерного признака	Расчетное уравнение	Величина размерного признака для фигуры 164-96-100, см	Межразмерная разность, см
Ширина плеча спереди	$(Дпз - дпл)/4 - 0,4$	20	0,5
Ширина плеча сзади	$(Дпз - дпл)/4 + 0,3$	20,5	0,5
Ширина спины до бокового шва на уровне глубины проймы	$Ст3 - ((Ст2 - Шс - дпзр) - дпзр/2 + 1,3)$	22,5	0,5
Ширина переда до бокового шва на уровне выпуклости грудных желез	$(Ст2 - Шс - дпзр) + дпзр/2$	26,6	1,25
Ширина шеи сзади	$Дшош - 0,9$	7,9	0,3
Длина боковой линии от уровня глубины проймы до талии	$Взу - Влт - 0,5$	19,9	-0,5
Высота плеча косая спереди	$Впк + 1$	44,7	0,4
Длина от точки основания шеи до точки пересечения бокового шва с линией талии	$Дтп1 + 0,4$	45	0,7

Примечание. Дпз – дуга плечевого пояса сзади; дпл – плечевой диаметр; Ст3 – полуобхват груди третий; Ст2 – полуобхват груди второй; Шс – ширина спины; дпзр – передне-задний диаметр руки; Дшош – расстояние от шейной точки до точки основания шеи сбоку; Взу – высота заднего угла подмышечной впадины; Влт – высота линии талии; Впк – высота плеча косая; Дтп1 – расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи.

Расчет оригинальных размерных признаков по предложенным закономерностям обеспечил правильное взаимное позиционирование концов плечевых линий спинки и полочки и согласованность наклонов

плечевых линий с наклоном плеч фигуры, о чем свидетельствуют показатели продольных балансов конструкций, рассчитанные по рекомендациям [5] и приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Разность периметров конструкции и фигуры	Величина показателя для размерного варианта конструкции, см						
	84	88	92	96	100	104	108
По середине спинки от шейной точки до талии (баланс исходный)	0	0	0	0	0	0	0
По дуге верхней части туловища через точку основания шеи сбоку (баланс передне-задний)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
По дуге верхней части туловища через плечевую точку (баланс боковой)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4

Для достижения равенства растворов боковых вытачек, которые по американской методике получают путем графического построения, принято дифференцированное смещение в сторону полочки воображаемой точки бокового шва на линии талии. Величина смещения равна 3,5 см для 96 размера, увеличивается на 0,2 см при переходе к смежному большему размеру.

Из алгоритма было исключено априорное задание длины рукава и высоты оката рукава. Длину рукава определяли с ис-

пользованием размерного признака *Длина руки до запястья*, а высоту оката рукава (ВОР) – методом [5] по соотношению:

$$\text{ВОР} = \text{ГПО} - \text{К},$$

где ГПО – глубина открытой проймы, измеренная по чертежу стана; К – уменьшение высоты оката рукава по сравнению с глубиной открытой проймы.

Значения параметра К для фигур разных размеров приведены в табл.4.

Таблица 4

Размер, см	84	88	92	96	100	104	108
К, см	1,78	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6

С использованием созданной информационной базы выполнено построение конструкций платьев по американской системе кроя для российских типовых фигур. Вид чертежей соответствовал традициям русского конструирования (рис. 4 – чертеж конструкции платья, построенный по адаптированной американской системе кроя, для российской типовой фигуры 170-100-104). Новый подход к определению параметров рукава позволил избавиться от необходимости проверки и корректировки получаемых чертежей рукава, что было отмечено, как обязательное в американской методике конструирования. Во всем диапазоне размерных вариантов конструкций прибавка к обхвату плеча находится в пределах  $\text{Поп} = 5,6 \dots 6,2$  см, норма посадки по окату рукава составляет  $\text{Н} = 0,07 \dots 0,08$  см/см.

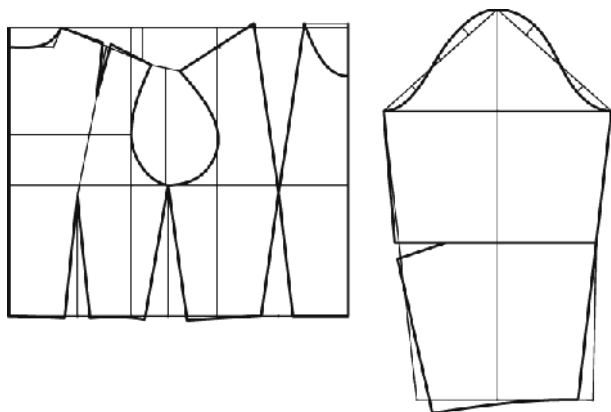


Рис. 4

Проверка конструкций в макетах показала удовлетворительную посадку на фигурах и манекенах. Изделия имели равновесный вид, плечевые швы и уровень линии талии располагались на естественных местах, рукав имел классическую форму, гладкую поверхность, правильно размещался в пройме.

Разработанная информационная база позволила использовать американскую систему кроя для российских типовых фигур и разрабатывать чертежи конструкций не только на две фигуры – аналоги американским (размеры 92 и 108), но и на другие варианты типовых фигур в диапазоне от 84 до 108 размера.

## ВЫВОДЫ

1. Выполнен комплексный анализ пригодности американской методики конструирования женской одежды Джозеф Армстронг [1] для российских женских фигур.
2. Установлена невозможность непосредственного прямого использования методики для конструирования одежды на российские типовые фигуры ввиду отсутствия необходимой информационной базы.
3. Проведена разработка новой информационной базы и методологического аппарата, использование которых позволяет осуществлять конструирование одежды

на российские типовые фигуры по рекомендациям автора книги [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Джозеф-Армстронг Х. Энциклопедия конструирования и моделирования одежды. – М.: ЗАО "ЭДИПРЕСС-КОНЛИГА", 2013.
2. Алдрич У. Английский метод конструирования и моделирования. Женская одежда. – М.: "ЭДИПРЕСС-КОНЛИГА", 2007.
3. Мартынова А.И., Андреева Е.Г. Конструктивное моделирование одежды. – М.: МГАЛП, 2006.
4. Сурикова Г.И., Ахмедулова Н.И., Жерлупина А.Е. Обеспечение хорошего качества посадки женского плечевого изделия на фигуре. – Деп. в ВИНТИ 29.10.2004 № 1702. – 2004.
5. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Системный анализ чертежей конструкций одежды. – Иваново: ИГТА, 2010.

#### REFERENCES

1. Dzhozef-Armstrong H. Jenciklopedija konstruirvanija i modelirovanija odezhdy. – M.:ZAO "JeDIPRESS-KONLIGA", 2013.
2. Aldrich U. Anglijskij metod konstruirvanija i modelirovanija. Zhenskaja odezhda. – M.: "JeDIPRESS-KONLIGA", 2007.
3. Martynova A.I., Andreeva E.G. Konstruktivnoe modelirovanie odezhdy. – M.: MGALP, 2006.
4. Surikova G.I., Ahmedulova N.I., Zherlupina A.E. Obespechenie horoshego kachestva posadki zhenskogo plechevogo izdelija na figure. – Dep. v VINITI 29.10.2004 № 1702. – 2004.
5. Kuz'michev V.E., Ahmedulova N.I., Judina L.P. Sistemnyj analiz chertezhej konstrukcij odezhdy. – Ivanovo: IGTA, 2010.

Рекомендована кафедрой конструирования швейной одежды. Поступила 10.03.15.

УДК 677.017

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ИЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННЫМИ ГИГИЕНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ\*

#### DESIGN AND FABRICATION OF EXPERIMENTAL SAMPLES OF SPECIAL CLOTHES OF NANOSTRUCTURED TEXTILE MATERIALS WITH HIGH HYGIENIC PROPERTIES

Э.А. ХАММАТОВА  
E.A. KHAMMATOVA

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)  
(Kazan National Research Technological University)  
E-mail: venerabb@mail.ru

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с проектированием и изготовлением экспериментальных образцов одежды специального назначения из наноструктурированных текстильных материалов, которые получены за счет воздействия потока неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления. Исследованы гигиенические свойства натуральных текстильных материалов после плазменного воздействия, которые необходимы при эксплуатации изделий специального назначения.*

\* Проект выполняется в организации исполнителя (Получателе субсидии) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в соответствии с требованием соглашения № 14.577.21.0019 о предоставлении субсидии на проведение прикладных научных исследований. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57714X0019.

*Установлено, что предлагаемый метод наноструктурирования текстильных материалов потоком неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления за счет управления их микроструктурой позволяет не только повысить гигиенические показатели тканей, но и обеспечивать комфортное состояние человека в спецодежде и сохранять их внешнюю форму.*

*The article discusses issues related to the design and manufacture of experimental samples of special-purpose clothing of textile nanostructured materials, which are obtained due to the impact of flow non-equilibrium low-temperature plasma of reduced pressure. Studied the natural hygienic properties of textile materials after plasma exposure, which is required for operation of the products for special purposes. It is established that the proposed method is nanostructuring of textile materials by a stream of nonequilibrium low-temperature plasma of reduced pressure through control of their microstructure allows not only to improve the hygienic performance of fabrics, but also to provide a comfortable condition of the person in overalls and retain their external form.*

**Ключевые слова:** спецодежда, проектирование, текстильный материал, гигиенические свойства, низкотемпературная плазма, наноструктурирование.

**Keywords:** clothing, design, textile material, hygienic properties, low-temperature plasma, nanostructuring.

При проектировании экспериментальных образцов спецодежды из наноструктурированных тканей необходимо опираться на глубокие знания свойств полученных материалов, с одной стороны, и на ведущие требования, предъявляемые к изделиям специального назначения – с другой, которые предполагают комплекс потребительских и функциональных характеристик. Кроме этого они защищают от механических и химических повреждений кожного покрова, предохраняют поверхность тела человека от пыли, грязи, микроорганизмов, защищают от укусов насекомых и животных. А в условиях повышенной температуры и интенсивной солнечной радиации они должны соответствовать гигиеническим свойствам, влияющим на тепловое состояние человека и процесс терморегуляции [1].

Гигиенические свойства в спецодежде реализуются через систему как физических свойств (гигроскопичность, тепловые свойства, проницаемость, электризуемость), геометрических свойств (толщина, масса), жесткость тканей, так и ее кон-

струкцию [2]. Конструкция спецодежды должна обеспечивать свободу движений, с учетом типовых движений и поз, принимаемых пользователем в процессе работы, легкость одевания и снятия, не затруднять физиологических функций человека (дыхания, кровообращения и т.п.). В процессе дизайн-проектирования спецодежды необходимо учитывать, чтобы бретели полукombineзона и брюк имели регуляторы длины и не оказывали давления на тело.

Спецодежда по эргономике должна соответствовать требованиям ГОСТа Р 12.4.218 [3]. Но при этом во всех разработках должны учитываться нормы и требования, предъявляемые к спецодежде, согласно действующим требованиям технического регламента Таможенного союза "О безопасности продукции легкой промышленности" (ТР ТС 017/2011) [4], так чтобы использование данной спецодежды не представляло угрозы жизни и здоровью работника.

При проектировании и изготовлении специальной одежды для рабочих строительного и энергетического комплекса

учитывалась жесткость применяемых материалов, поскольку при малой жесткости текстильных материалов в отдельных случаях форма спецодежды оказывается недостаточно устойчивой, а повышенная жесткость затрудняет движения, уменьшает износостойчивость деталей спецодежды, не позволяет придавать им требуемую форму. Кроме того, при движениях человека спецодежда повышенной жесткости сминается в жесткие складки, объемы под ней непрерывно меняются, что приводит к активной циркуляции воздуха. Более того, поскольку под одеждой возникают местные зоны повышенного давления, под действием последнего воздух "продавливается" наружу, а на смену ему снизу поступает свежий воздух.

На основе проведенных предварительных экспериментальных исследований установлено, что в утепленной спецодежде повышенная жесткость нежелательна, так как повышается вентиляруемость и резко снижаются ее теплозащитные свойства. Однако теплозащитные свойства спецодежды в значительной степени зависят также и от ее конструкции (покроя, степени прилегания и др.). Более теплозащитными являются закрытые конструкции спецодежды: комбинезоны, куртка с брюками, рукава на манжетах, так как они обеспечивают наибольшую герметичность. Спецодежда закрытой конструкции исключает вентиляцию пододежного воздуха, изменение ее теплозащитных свойств при переходе от состояния покоя к движению. Такая одежда более уместна для людей, вынужденных находиться в условиях сильного ветра. Чтобы оградить пододежное пространство от проникновения холодного наружного воздуха, следует в рукавах применять напульсники, ворот закрывать до верха, широко применять пояса или другие конструктивные средства, обеспечивающие прилегание одежды к фигуре по талии и бедрам. Установлено, что конструкцией одежды можно повысить ее теплозащитные свойства до 20%.

Обеспечение указанных требований достигается использованием в модели спецодежды для рабочих строительного и

энергетического комплекса, помимо соответствующих материалов, применением различных конструктивных элементов (рис. 1). Согласование конструктивного строя форм проводится в плане более тонкой проработки стиливого единства форм, но прежде всего с целью обеспечения эргономических свойств изделий. Принципы конструктивного членения формы (вертикальные или горизонтальные, проходящие по наиболее выпуклым и вогнутым частям поверхности, или членения диагональные, плавно переходящие через выпуклые и вогнутые части поверхности) едины в решении комплекса форм спецодежды.



а)

б)

Рис. 1

Как видно из рис. 1-а (модель 1), в спроектированных и изготовленных моделях утепленной спецодежды для рабочих строительного и энергетического комплекса наблюдается необычность форм и размещение отдельных деталей и узлов одежды. Эта необычность обусловлена функциональными и эргономическими требованиями, предъявляемыми к спецодежде. Детальные исследования изготовленной летней спецодежды – модель 2 (рис. 1-б) – привели к выводу о необходимости доста-



точной жесткости, которая достигается в определенных режимах плазменного наноструктурирования тканей с содержанием натуральных волокон [5], обеспечивающих внешнюю форму спецодежды, а также вентиляцию пододежного пространства.

В качестве текстильных материалов с целью изготовления утепленной спецодежды для рабочих строительного и энергетического комплекса применялись в модели 1 – "Парусина полульняная" (59% лен+41% хлопок) с пропиткой, арт.11293, а на отдельных ее узлах – ткань "Сукно шинельное" с огнезащитной пропиткой, артикул 6425, где содержится 87% шерсти и 13% полиэфирной нити. При изготовлении летней спецодежды для рабочих строительного и энергетического комплекса (модель 2) в качестве основной и отделочной ткани применялась ткань "Премьер FR-350" (100% хлопок) с антистатической нитью, арт. 10202АМ.

Обеспечение комфортного состояния человека в спецодежде в основном проверяли по гигиеническим показателям. Основным показателем гигиенических свойств применяемых наноструктурированных текстильных материалов для спецодежды является гигроскопичность – способность ткани поглощать водяные пары из окружающей атмосферы и удерживать их при определенных условиях. Данный показатель определяется в соответствии с ГОСТом 3816–81 [6]. Ткани с определенной гигроскопичностью являются регулятором тепла между телом человека и окружающей средой.

Для оценки изменения гигроскопических свойств наноструктурированных текстильных материалов изучено влияние потока неравновесной низкотемпературной плазмы на капиллярность тканей с содержанием природных волокон. В качестве объекта исследования выбраны текстильные материалы "Премьер FR-350" (100% хлопок) с антистатической нитью, арт. 10202АМ и "Парусина полульняная" (59% лен+41% хлопок) с пропиткой, арт.11293. Наноструктурирование текстильных материалов проводили на полупромышленной

плазменной установке ВАТТ 1500 Р/Р ПЛАЗМА 3, которая предназначена для обработки рулонных тканей из натуральных и смесовых волокон в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления в условиях вакуума, с частотой генератора 13,56 МГц в течение 1...2 м/мин, в зависимости от вида материалов. Режим плазменного наноструктурирования текстильных материалов регулировали путем изменения расхода газа  $G$ , давления в вакуумной камере  $P_k$ , мощности разряда  $W_p$  и продолжительности обработки  $t$ .

Результаты определения капиллярности (мм) текстильных материалов "Премьер FR-350" и "Парусина полульняная", обработанных с использованием разных плазмообразующих газов при различной продолжительности обработки  $t$ , представлены на рис. 2.

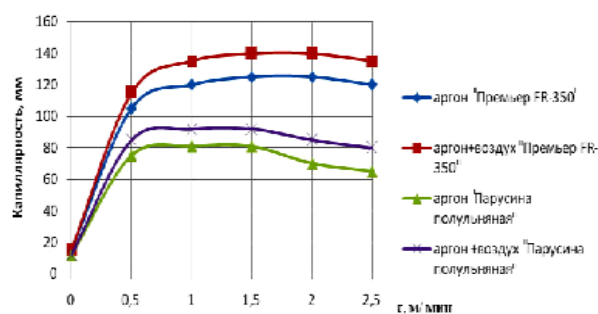


Рис. 2

Из рис. 2 видно, что во всех исследуемых наноструктурированных образцах текстильных материалов наблюдается увеличение капиллярности, причем при сравнении воздействия выбранных плазмообразующих газов их можно выстроить в следующем порядке: аргон – воздух, а затем аргон. При рассмотрении влияния продолжительности плазменного воздействия на капиллярность текстильных материалов отчетливо видно, что с его увеличением до 1 м/мин капиллярность возрастает. Дальнейшее увеличение продолжительности плазменного воздействия приводит к стабилизации значения капиллярности, а после воздействия 2,5 м/мин значительно снижается.

Проводили отработку режимов на плазменной установке для регулирования гигроскопичности экспериментальной партии образцов текстильных материалов, используемых в качестве объектов исследования. Параметры наноструктурирования экспериментальной партии образцов текстильных материалов "Премьер FR-350" (100% хлопок) с антистатической нитью и "Парусина полульняная" (59% лен+41% хлопок) с пропиткой, арт.11293, представлены на рис. 3.

Говоря о влиянии на гигроскопичность текстильных материалов входных параметров ННТП обработки ( $P_k$ ,  $W_p$ ), характеризующих мощность разряда и давление в вакуумной камере, можно отметить, что зависимости носят неярко выраженный экстремальный характер, то есть при достижении максимального значения гигроскопичности при определенной мощности разряда и давления в вакуумной камере начинается плавное снижение значений

данного показателя. Характер полученных зависимостей на рис. 3 (изменение гигроскопичности (%) наноструктурированных текстильных материалов от мощности разряда ( $W_p$ , кВт) и давления в вакуумной камере ( $P_k$ , Па): а) – ткань "Премьер FR-350" (100% хлопок + антистатическая нить), режимы ННТП: ( $G = 0,04$  г/с;  $\tau = 2$  м/мин;  $W_p=3,5$  кВт;  $P_k=18-20$ Па); б) – ткань "Парусина полульняная" (59% лен+41% хлопок), режимы ННТП: ( $G = 0,04$  г/с;  $\tau=1$ м/мин;  $W_p=3,5$  кВт;  $P_k=20-21$ Па)), объясняется тем, что при возрастании значений  $P_k$  и  $W_p$  увеличивается активность плазмы (степень ионизации, кинетическая энергия и т.д.). Дальнейшее понижение гигроскопичности объясняется преобладанием термического воздействия плазмы при повышении данных параметров и, как следствие, термической деструкции, увеличением кристалличности и уплотнением структуры материала.

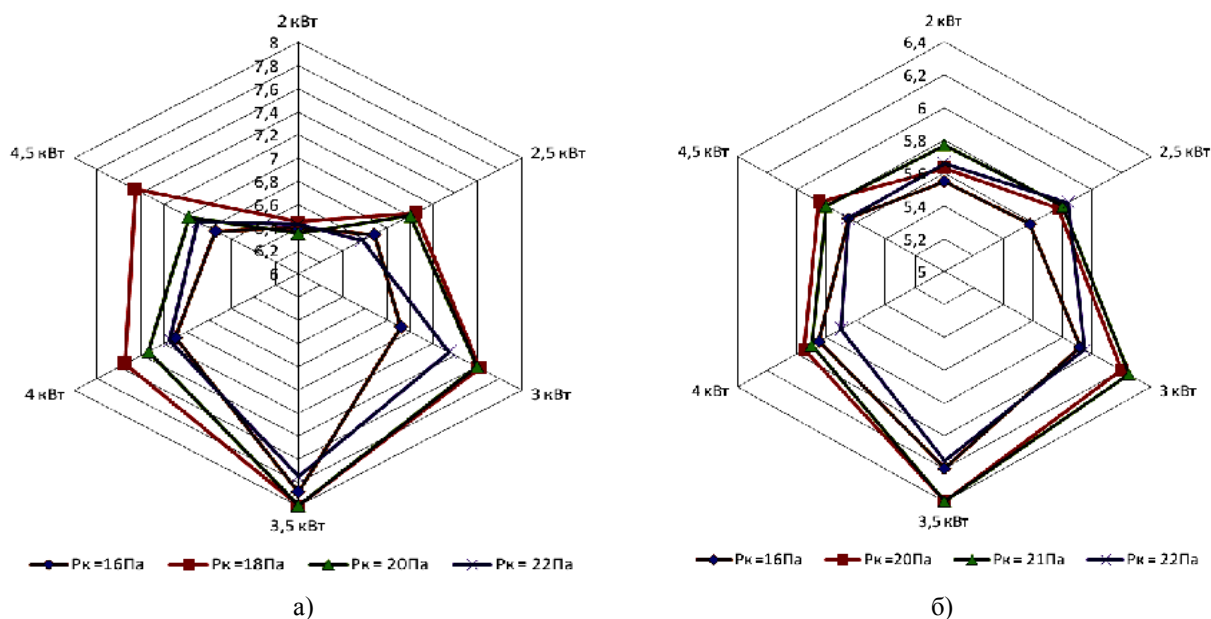


Рис. 3

Таким образом, данный плазменный метод наноструктурирования текстильных материалов потоком ННТП пониженного давления за счет управления их микроструктурой позволяет не только повышать гигиенические показатели тканей для спецодежды, но и обеспечивать комфорт-

ное состояние человека в спецодежде и сохранять их внешнюю форму. Улучшенный дизайн и конструкция моделей спецодежды обеспечивают комфорт и безопасность в различных погодных условиях труда на весь срок их эксплуатации.



1. В процессе проектирования экспериментальных образцов спецодежды из наноструктурированных текстильных материалов "Парусина полульняная" (59% лен+41% хлопок) с пропиткой, арт.11293 и отделанных наноструктурированной тканью "Сукно шинельное" (87% шерсть и 13% полиэфирная нить), арт. 6425 (модель 1), а также из наноструктурированной ткани "Премьер FR-350" (100% хлопок) с антистатической нитью, арт. 10202AM (модель 2) опирались на ведущие требования, предъявляемые к изделиям специального назначения и на гигиенические свойства полученных текстильных материалов.

2. Представленные кинетические кривые свидетельствуют о том, что значения капиллярности при обработке в обоих плазмообразующих газах аргон и аргон+воздух близки. При плазменном наноструктурировании в аргоне максимальная капиллярность достигается за 1м/мин, и в дальнейшем происходит стабилизация этого значения до обработки 2 м/мин. Принимаем во внимание, что при обработке в среде аргона ткани приобретают заметно меньшую капиллярность, чем при обработке в кислородосодержащем газе аргон + воздух. Кроме того, когда наноструктурированию подвергаются более плотные по структуре объекты, плазма аргона обладает меньшей проникающей способностью, по сравнению с кислородосодержащей плазмой. Одной из причин этого является то, что масса атома аргона (40), то есть больше, чем кислорода (16). В результате обработки плазмообразующим газом аргон+воздух максимальные показатели капиллярности в ткани "Премьер FR-350" увеличиваются на 16,6 % и в ткани "Парусина полульняная" – на 15,2%, а гигроскопичность повышается в ткани "Премьер FR-350" на 29 % и в ткани "Парусина полульняная" – на 14% относительно контрольных образцов.

1. Гафурова Н.Т., Сайлиева Д.И., Исмоилов Ж.И. Принципы и методы художественного проектирования спецодежды // Молодой ученый. – 2015, №8. С. 217...220.

2. Хамматова Э.А., Хамматова В.В. Получение полимерно-текстильного материала с повышенными гигроскопическими свойствами для моделей специальной одежды // Вестник Казанского технологического ун-та. – 2011, № 6. С.158...161.

3. ГОСТ Р 12.4.218–99 ССБТ. Одежда специальная. Общие технические требования. – Введ. 01.01.2001. – М.: ИПК: Изд-во стандартов, 2001.

4. ТР ТС 017/2011. Требования технического регламента Таможенного союза "О безопасности продукции легкой промышленности". – Введ. 09.12.2011. – М.: АО "Кодекс", 2011.

5. Хамматова Э.А. Применение метода планирования эксперимента при определении качественных показателей модифицированных тканей для специальной одежды // Вестник Казанского технологического ун-та. – 2014. Т.17. № 5. С.70...71.

6. ГОСТ 3816–81.Ткани текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. – Введ.01.05.1981. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1981.

## REFERENCES

1. Gafurova N.T., Sajlieva D.I., Ismoilov Zh.I. Principy i metody hudozhestvennogo proektirovanija specodezhdy // Molodoj uchenyj. – 2015, №8. S.217...220.

2. Hammatova Je.A., Hammatova V.V. Poluchenie polimerno-tekstil'nogo materiala s povyshennymi gigroskopicheskimi svojstvami dlja modelej special'noj odezhdy // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo unta. – 2011, № 6. S.158...161.

3. GOST R 12.4.218–99 SSBT. Odezhda special'naja. Obshhie tehnicheckie trebovanija. – Vved. 01.01.2001. – М.: ИПК: Изд-во стандартов, 2001.

4. TR TS 017/2011. Trebovanija tehnicheckogo reglamenta Tamozhennogo sojuza "O bezopasnosti produkcii legkoj promyshlennosti". – Vved. 09.12.2011. – М.: АО "Кодекси", 2011.

5. Hammatova Je.A. Primenenie metoda planirovanija jeksperimenta pri opredelenii kachestvennyh pokazatelej modifitsirovannyh tkanej dlja special'noj odezhdy // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo unta. – 2014. T.17. № 5. S.70...71.

6. GOST 3816–81.Ткани текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. – Введ.01.05.1981. – М.: Gosstandart Rossii: Изд-во стандартов, 1981.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 20.01.16.

## ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОТДЕЛКА – РОСПИСЬ "ТКАНЬЮ ПО ТКАНИ"

### ARTISTIC FINISHING – THE PAINTING "FABRIC ON FABRIC"

О.А. СМОЛИНА  
O.A. SMOLINA

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

*В статье исследовались традиционные и нетрадиционные способы художественной обработки швейных изделий из синтетических материалов. Показаны преимущества нетрадиционного способа художественной отделки "тканью по ткани". Даны рекомендации по выполнению отделки – роспись "тканью по ткани".*

*This article tells about the study of traditional and non-traditional methods of artistic painting of garments made of synthetic materials. The advantages of non-traditional method of artistic painting "fabric on fabric" are presented in the article. It gives recommendations on the execution of finish – painting "fabric on fabric".*

**Ключевые слова:** художественная обработка, синтетические материалы, способы художественной отделки, нетрадиционные методы, методы крепления.

**Keywords:** artistic finishing, synthetic materials, methods of artistic finishing, non-traditional methods, fastening method.

Художественная обработка текстильных и нетекстильных материалов играет большую роль, особенно по силе эмоционального воздействия на потребителя при оказании сервисной услуги. В настоящее время вновь возникает интерес к дополнительной художественной отделке деталей одежды и интерьера. Отделка позволяет подчеркнуть художественную выразительность и индивидуальность. Художественной отделке подвергается не только нарядная и сценическая одежда, но и изделия повседневного назначения, а также предметы интерьера.

Наряду с известными способами отделки возникают новые, комбинированные нетрадиционные виды: вышивка мохером и фасонной пряжей по шифону и искусственному меху, обвивка краев деталей и изделий готовыми прикладными материалами – тесьмой, шнуром, пряжей,

полосками меха и кожи [1]. В настоящее время развиваются новые виды отделок. Это связано прежде всего с производством новых текстильных материалов.

В данной работе рассмотрены особенности и технология выполнения нетрадиционных видов отделок: вышивка мохеровой пряжи по шифону, отделка текстильных материалов полосками меха и кожи, выжигание, отделка искусственного меха "перфорацией" [2].

Наиболее перспективной отделкой текстильных материалов из синтетических волокон – термическая "перфорация". С ее помощью создаются ажурные рисунки, аппликации.

В работе на основе перфорации разработана художественная роспись "тканью по ткани". Этот способ относительно новый, малоизученный. Проведен

анализ ассортимента материалов и даны рекомендации по их выбору.

Установлено, что качество росписи во многом зависит от свойств материалов и, прежде всего от вида переплетения, химического состава, плотности нитей по основе и по утку. Содержание синтетического волокна в материале должно быть максимальным, так как это обеспечивает оплавление в процессе отделки, а также сварку слоев материалов. Качество оплава контура зависит от толщины материала, крутки нитей и состава. Для работы рекомендуются материалы с содержанием полиамидных, полиуретановых, полипропиленовых и поливинилхлоридных волокон. Все перечисленные синтетические материалы плавятся под действием температуры в пределах 200...350°C.

При выполнении отделки росписью "тканью по ткани" используют следующую последовательность. Выбранный эскиз рисунка переводят на бумагу. Далее согласно эскизу рисунка выполняют лекала. Осуществляют цветовое решение каждого элемента эскиза. Согласно лекалу и цвету выполняют подбор ткани и раскрой. За основу выбирается также материал с содержанием синтетических волокон. Затем проводится сборка, то есть термическое крепление отдельных деталей на основу. Для закрепления используют различные способы, что позволяет оттенять или выделять контур каждой отдельной детали (рис. 1 – методы крепления элементов росписи "тканью по ткани").

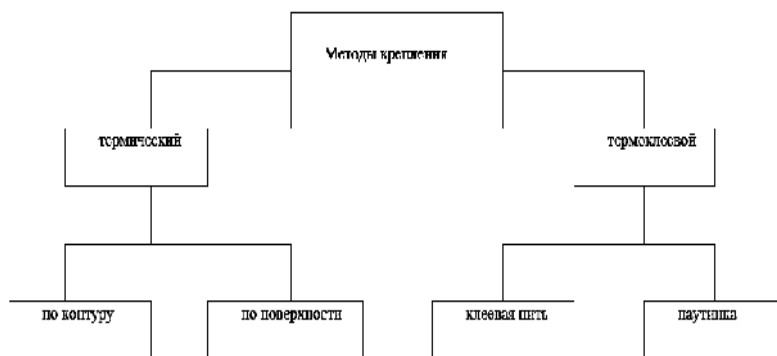


Рис. 1

Термический метод крепления заключается в оплавлении материала по контуру и по поверхности, если элемент рисунка наложен на основной материал. Данным методом можно выполнить оплавление контура готового изделия или детали без дальнейшей технологической обработки.

Термоклеевой способ основан на использовании для крепления элементов дополнительных клеевых материалов: клеевой нити и клеевой паутинки. Это позволяет неподвижно закреплять элементы рисунков при выполнении салфеток, скатертей, когда рисунок сложный и используется большое количество различных элементов.

Если сравнить роспись "тканью по ткани" с аппликацией, то у этого способа

есть ряд преимуществ. Работы росписью "тканью по ткани" более легкие, динамичные, воздушные.

Даны следующие рекомендации по уходу и эксплуатации изделий с отделкой росписью "тканью по ткани": рекомендуется ручная стирка, влажно-тепловая обработка производится с использованием проутюжильника при температурных режимах, рекомендованных для данных тканей.

Отделка перфорацией и росписью "тканью по ткани" исключает использование швейных ниток. Достоинством данной отделки является безотходность производства, не требуется дорогое сырье, индивидуальность изготовления предметов быта и одежды.

При рассмотрении данной темы наиболее перспективными являются синтетиче-

ские материалы, которые хорошо подвергаются оплавлению специальным приспособлением. Приспособление должно иметь регулятор температуры и специальный наконечник для оплавления или закрепления ткани.

Полученные результаты экспериментальных исследований позволили использовать роспись "тканью по ткани" для художественного оформления швейных изделий, разнообразить спектр услуг предприятий индустрии моды и красоты.

## ВЫВОДЫ

1. Исследованы способы художественной обработки швейных изделий с использованием синтетических материалов.

2. На основе исследований разработан способ художественной отделки швейных изделий, предметов интерьера росписью "тканью по ткани".

3. Разработаны рекомендации по подбору материалов для основы изделия, эле-

ментов художественного оформления росписи "тканью по ткани", методам крепления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Смолина О.А. Технология художественной отделки швейных изделий. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004.

2. Смолина О.А. Способы художественной обработки изделий из натуральной кожи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 6.

## REFERENCES

1. Smolina O.A. Tehnologija hudozhestvennoj otdelki shvejnyh izdelij. – Cheljabinsk: Izd-vo JuUrGU, 2004.

2. Smolina O.A. Sposoby hudozhestvennoj obrabotki izdelij iz natural'noj kozhi // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 6.

Рекомендована кафедрой проектирования и технологии изделий сервиса. Поступила 18.12.15.

УДК 687.053

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМАТЫВАНИЯ НИТИ СО ШПУЛИ  
В ЧЕЛНОКЕ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ  
С УЧЕТОМ РЕГУЛЯТОРА НАТЯЖЕНИЯ НИТИ**

**ANALYSIS OF THE PROCESS OF UNWINDING THE BOBBIN THREAD  
IN THE SHUTTLE OF A SEWING MACHINE TAKING  
INTO ACCOUNT THE THREAD TENSION REGULATOR**

*В.В. ЕГОРОВ, А.В. МАРКОВЕЦ, Л.С. МАЗИН*  
*V.V. EGOROV, A.V. MARKOVETS, L.S. MAZIN*

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

*Анализируется процесс раскручивания шпули в челноке швейной машины. Разработаны динамическая и математическая модели раскручивания шпули при сматывании с нее нити, учитывающие траекторию движения зубчатой рейки, силу сухого трения в регуляторе натяжения челночной нити и момент сил сухого трения между шпулей и осью шпульного колпачка. С помощью ЭВМ выполнено исследование раскручивания шпули при образовании челночного стежка.*

*This article examines the process of the spool's unwinding in the shuttle of a sewing machine. We developed dynamic and mathematical models of the unwinding during thread feeding. During modeling of this process trajectory of the toothed rack and the force of dry friction in the bobbin's thread tension regulator and also the moment of dry friction between spool and the bobbin's axis were taken in to account. Article also presents computer analysis of the unwinding caused by lockstitching.*

**Ключевые слова:** швейная машина, механизм челнока, математическое моделирование.

**Keywords:** sewing machine, shuttle mechanism, mathematical modeling.

В настоящее время на швейных предприятиях применяются высокоскоростные швейные машины челночного стежка. Частота вращения главного вала в указанных

швейных машинах может достигать 6000 об/мин и выше [1]. При таких показателях скоростей особое значение приобретает процесс затягивания образовавшегося

стежка в ткани и сматывание игольной (верхней) и челночной (нижней) нитей соответственно с катушки и шпули. При неверно выбранных значениях параметров регулирования натяжения верхней и нижней нитей возможен их обрыв, ухудшение качества шва. В статье рассматривается задача моделирования динамики шпули в процессе сматывания с нее нити при образовании челночного стежка, с учетом силы сухого трения, создаваемой регулятором натяжения.

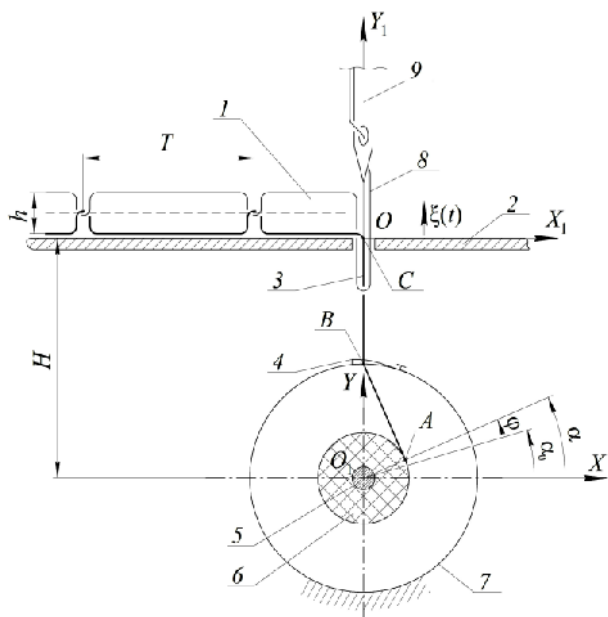


Рис. 1

Расчетная схема взаимодействия нити и шпули в процессе образования челночного стежка представлена на рис. 1, где 1 – стачиваемые материалы; 2 – игольная пластина; 3 – челночная нить; 4 – плоская пружина, регулирующая натяжение челночной нити; 5 – ось вращения шпули; 6 – шпуля; 7 – шпульный колпачок; 8 – игольная нить; 9 – игла;  $T$  – длина стежка;  $h$  – толщина стачиваемых материалов в сжатом состоянии. Стачиваемые материалы 1 вместе с участком нити образовавшегося стежка зажаты между игольной пластиной (зубчатой рейкой) и нижней плоскостью прижимной лапки (зубчатая рейка и прижимная лапка на рис. 1 не показаны). После выхода иглы из стачиваемых материалов начинается их перемещение. Будем считать, что в этот период перемещения

нити относительно стачиваемых материалов не происходит, то есть нить движется вместе с тканью за счет движения зубчатой рейки вдоль игольной пластины (ткани относительно зубчатой рейки не перемещаются). В этом случае движение материалов вдоль игольной пластины приводит к сматыванию челночной нити 3 со шпули 6, причем это сматывание происходит периодически, за каждый оборот главного вала швейной машины. Нижняя нить проходит через глазок в шпульном колпачке 7 и прижимается к шпульному колпачку пластинчатой пружиной 4, создающей требуемое натяжение челночной нити. При сматывании нити шпуля вращается вокруг неподвижной оси 5 (в первом приближении примем, что шпульный колпачок остается неподвижным за все время движения).

Будем считать, что шпуля является абсолютно твердым телом массы  $m$  и моментом инерции  $J$ ; нить является растяжимой и безмассовой; между шпулей и осью ее вращения зазор мал и им можно пренебречь. Динамическую модель рассматриваемой системы представим в виде, показанном на рис. 2, где 1 – шпуля; 2 – участок нити АВ от шпули до плоской пружины; 3 – плоская пружина, регулирующая натяжение челночной нити; 4 – участок нити ВС от плоской пружины до игольной пластины.

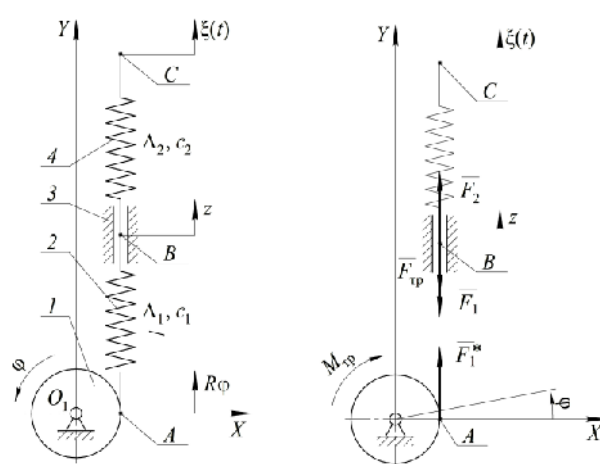


Рис. 2

Введем неподвижную систему координат  $O_1XY$  (рис. 1). Обозначим  $\alpha$  – угол по-

ворота шпули ( $\alpha = \alpha_0 + \varphi$ ,  $\alpha_0 = \text{const}$  – угол  $\alpha$  при  $t = 0$ ,  $\varphi = \varphi(t)$  – угол поворота шпули, отсчитываемый от положения  $\alpha = \alpha_0$ );  $\xi(t)$  – кинематическое внешнее воздействие (рис. 2 – расчетная схема и динамическая модель), оказываемое нитью на шпулю через элемент сухого трения;  $\Delta_1$  – деформация нити на участке АВ;  $\Delta_2$  – деформация нити на участке ВС.

На шпулю действуют:  $M_{\text{тр}}$  – момент сил сухого трения между шпулей и осью шпульного колпачка (корпусом шпульного колпачка);  $\bar{F}_1^*$  – сила, возникающая в нити вследствие ее деформации  $\Delta_1$  на участке АВ. На участках АВ и ВС на нить действуют: сила  $\bar{F}_1$ , ( $|\bar{F}_1| = |\bar{F}_1^*|$ ); сила  $\bar{F}_2$ , возникающая в нити вследствие ее деформации  $\Delta_2$  на участке ВС;  $\bar{F}_{\text{тр}}$  – сила сухого трения, возникающая в плоской пружине.

Нетрудно показать, что математическая модель рассматриваемой системы имеет вид:

$$J\ddot{\varphi} = -M_{\text{тр}} + F_1 R, \quad F_2 = F_{\text{тр}} + F_1. \quad (1)$$

Входящие в (1) момент трения  $M_{\text{тр}}$  и силу трения  $F_{\text{тр}}$  представим в виде:

$$M_{\text{тр}} = M_0 \text{sign}(\dot{\varphi}), \quad F_{\text{тр}} = F_0 \text{sign}(\dot{z}), \quad (2)$$

где  $M_0$  – момент силы сопротивления (сухого трения) шпули о шпульный колпачок;  $F_0$  – сила сопротивления (сухого трения) между плоской пружиной регулятора натяжения нити и нитью.

Силы  $F_i$ ,  $i = 1, 2$  возникают только в том случае, если нить на участках АВ и ВС растянута. С учетом малости  $\Delta_i$ ,  $i = 1, 2$  можно записать, что:

$$F_i = \begin{cases} c_i \Delta_i & \text{при } \Delta_i > 0, \\ 0 & \text{при } \Delta_i \leq 0, \end{cases} \quad (3)$$

где  $i = 1, 2$ ,  $c_i = EF/L_i$  – жесткость нити на участках АВ и ВС (приближенно);  $E$  – модуль упругости;  $F$  – площадь поперечного сечения нити;  $L_i$  – длины участков АВ и ВС соответственно (демпфирование в выражениях для сил  $F_1$  и  $F_2$  в первом приближении из-за его малости не учитывается).

Величины  $\Delta_i$ ,  $i = 1, 2$  могут быть найдены из выражений:

$$\Delta_1 = z - R\varphi, \quad \Delta_2 = \xi(t) - z. \quad (4)$$

Итак, математическая модель рассматриваемой системы представляет собой систему дифференциальных уравнений (1) при учете (2)...(4).

В выражение силы  $F_i$  (см. (3), (4)) входит величина  $\xi(t)$  (кинематическое внешнее воздействие). Как видно из рис. 1, за каждый оборот главного вала швейной машины со шпули должно быть снято столько нити, сколько необходимо для образования одного стежка. Это количество нити равно сумме длины стежка  $T$  и толщины стачиваемых материалов  $h$ . Исходя из сказанного, зависимость  $\xi(t)$  может быть представлена в виде:

$$\xi(t) = x_{\text{тк}}(t) + \eta(t), \quad (5)$$

где  $x_{\text{тк}}(t)$  – зависимость, выражающая потребление нити со шпули из-за перемещения стачиваемых материалов на длину стежка  $T$ ;  $\eta(t)$  – зависимость, характеризующая сматывание нити со шпули в момент затягивания стежка из-за перемещения узелка челночного переплетения в середину стачиваемых материалов (вверх относительно игольной пластины).

При перемещении стачиваемых материалов зажатые между зубчатой рейкой и прижимной лапкой ткани движутся над игольной пластиной по траектории, близкой к эллипсу. Это означает, что перемещение узелка переплетения верхней и нижней нити происходит также по участку эллипсной траектории. Таким образом,

можно предположить, что за один цикл транспортирования материалов со шпули должно быть смотано количество нити, равное сумме длины стежка и величины  $r_1$  подъема зубчатой рейки над игольной пластиной (как правило, величина  $r_1$  принимается равной высоте зубьев рейки [2], что сопоставимо с толщиной стачиваемых материалов  $h$ ). Вследствие малости величины  $r_1$  будем приближенно считать, что входящая в (5) зависимость  $\eta(t) \equiv 0$ , то есть

$$\xi(t) \approx x_{\text{тк}}(t). \quad (6)$$

В дальнейшем влияние  $\eta(t)$  на зависимость  $\xi(t)$  необходимо исследовать подробнее, для чего следует проанализировать совместное движение рабочих органов швейной машины в период затягивания стежка.

Обозначим  $X_Q(t)$ ,  $Y_Q(t)$  – зависимости, характеризующие перемещение среднего зуба  $Q$  зубчатой рейки относительно игольной пластины. Указанные зависимости могут быть определены в результате кинематического анализа механизма транспортирования материалов или заданы в виде требуемой эллипсной траектории [2], например, в виде:

$$X_Q = a \cos(\omega t + \beta),$$

$$Y_Q = Y_S + b \sin(\omega t + \beta),$$

где  $\beta = 0,5(\pi - \varphi_p)$ ;  $b = r_1/(1 - \sin \beta)$ ;  $Y_S = r_1 - b$ ;  $a = 0,5T/\cos \beta$ ;  $\varphi_p$  – угол рабочего хода механизма транспортирования материалов.

При движении зубчатой рейки вместе с тканями вдоль игольной пластины изменяется расстояние

$$L_Q(t) = \sqrt{X_Q(t)^2 + Y_Q(t)^2}$$

между точкой  $O$  выхода нижней нити из игольной пластины (рис. 1) и точкой  $Q$ . С учетом сделанного предположения (см. (6)) о характере потребления нижней нити со шпули зависимость  $\xi(t)$  может быть представлена в виде:

$$\xi(t) = \begin{cases} 0,5T - L_Q + (i-1)T & \text{при } Y_Q(t) > 0, \\ 0 & \text{при } Y_Q(t) \leq 0, \end{cases}$$

где  $i = \overline{1, N}$  – порядковый номер стежка.

С использованием полученных выражений в среде MATLAB выполнено моделирование динамики шпули, для чего была разработана программа. Вычисления проводились при  $J=2,12 \cdot 10^{-7} \text{ Н} \cdot \text{м}^2$ ;  $E=1,42 \cdot 10^9 \text{ Н/м}^2$ ;  $F=3,142 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$ ;  $\omega = 1000 \text{ об/мин}$ ;  $F_0 = 0,5 \text{ Н}$ ;  $M_0 = (1,16 \dots 5,00) \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

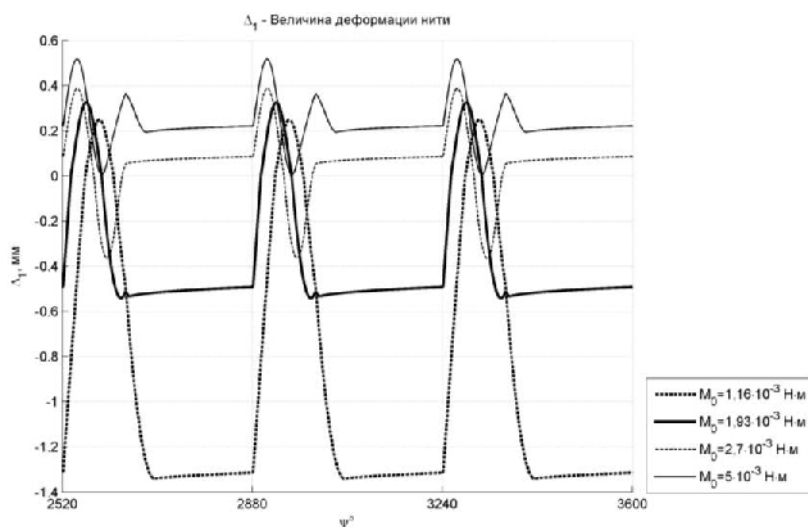


Рис. 3



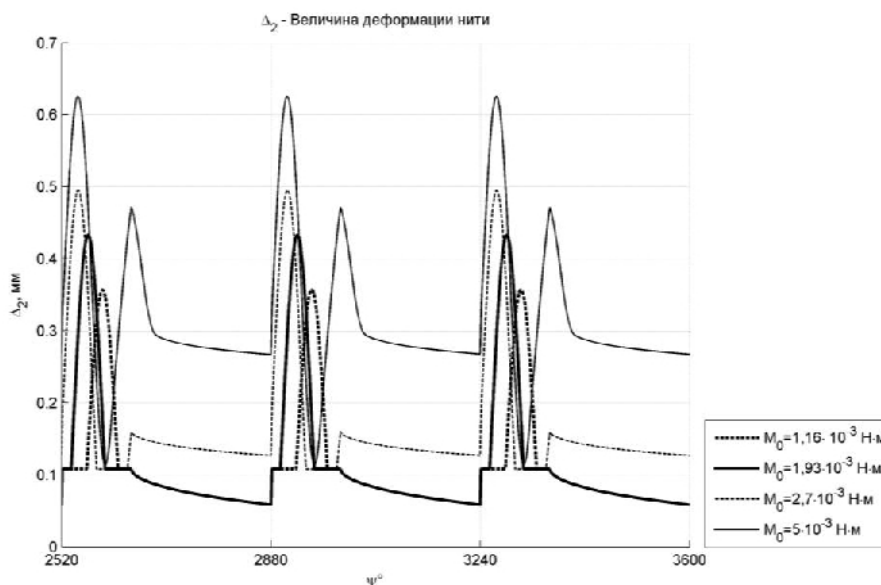


Рис. 4

На рис. 3 и 4 представлены графики зависимостей  $\Delta_i(\psi)$ ,  $i = 1, 2$ ,  $\psi = \omega t$  (рис. 3 – зависимость  $\Delta_1(\psi)$  при  $M_0 = [1,16 \cdot 10^{-3}; 1,93 \cdot 10^{-3}; 2,7 \cdot 10^{-3}; 5 \cdot 10^{-3}]$  Н·м ( $M_0/R = [0,3; 0,5; 0,7; 1,3]$  Н); рис. 4 – зависимость  $\Delta_2(\psi)$  при  $M_0 = [1,16 \cdot 10^{-3}; 1,93 \cdot 10^{-3}; 2,7 \cdot 10^{-3}; 5 \cdot 10^{-3}]$  Н·м ( $M_0/R = [0,3; 0,5; 0,7; 1,3]$  Н)). Для получения установившегося режима движения шпули анализировались десять последовательных циклов образования стежка. На графиках показаны зависимости для трех последних циклов.

На каждом цикле может быть выделено два характерных периода, один из которых соответствует потреблению челночной нити,  $\xi(t) \neq 0$ , что приводит к раскручиванию шпули (при этом  $\Delta_i \neq \text{const}$ ,  $i = 1, 2$  (рис. 3 и 4)). При  $\xi(t) = 0$  нить не потребляется, а  $\Delta_i(\psi)$  изменяются, так как деформированные участки нити АВ и ВС возвращаются в исходное положение.

Увеличение момента  $M_0$  (рис. 3) приводит к увеличению деформации  $\Delta_1$  и силы  $F_1$  на участке АВ, что может приводить к обрыву нити и негативно влияет на качество строчки. При уменьшении  $M_0$  значения  $\Delta_1(\psi)$  на некоторых участках изменения  $\psi$  становится отрицательным – возникает эффект провисания нити, что связано с чрезмерным разматыванием нити со

шпули. Зависимость  $\Delta_2(\psi)$  не принимает отрицательных значений, то есть отсутствуют провисания нити. При значениях  $M_0/R > F_0$  в периоды, где потребления нити не происходит, наблюдается остаточное натяжение нити, что может привести к избыточному затягиванию стежка челночной нитью и, как следствие, к некачественной строчке. Как видно из рис. 3 и 4, в моменты времени, при которых заканчивается потребление нити (при  $\xi(t) = 0$ ), на участках АВ и ВС наблюдается разнонаправленное изменение деформаций  $\Delta_i$ ,  $i = 1, 2$ :  $\Delta_2$  убывает, а  $\Delta_1$  возрастает. В рассматриваемый момент времени, хотя нить и не потребляется ( $\xi(t) = 0$ ), но из-за сил натяжения, возникших на участке ВС, происходит вытягивание нити из шпульного колпачка (на участке АВ) через пластинчатую пружину.

## ВЫВОДЫ

Выполнено исследование на ЭВМ процесса раскручивания шпули в челноке швейной машины. Разработанное программное обеспечение может быть использовано при конструировании швейных машин челночного стежка, а также при наладке швейных машин на производстве.

1. *Сторожев В.В.* Машины и аппараты легкой промышленности. – М.: Издательский центр "Академия", 2010.

2. *Марковец А. В.* Динамический анализ механизмов транспортирования материалов швейных машин. – СПб.: СПГУТД, 2010.

1. *Storozhev V.V.* Mashiny i apparaty legkoj promyshlennosti. – M.: Izdatel'skij centr "Akademija", 2010.

2. *Markovec A. V.* Dinamicheskij analiz mehanizmov transportirovaniya materialov shvejnyh mashin. – SPb.: SPGUTD, 2010.

Рекомендована кафедрой машиноведения. Поступила 12.11.14.

УДК 677.054.33

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ МЕХАНИЗМА ПРИВОДА ЧЕЛНОКОВ ЛЕНТОТКАЦКОГО СТАНКА

## THE STUDY OF SHUTTLE DRIVE DYNAMICS OF THE RIBBON-LOOM

*С.В. СЕЛЕЗНЕВ, Р.В. ШЛЯПУГИН, Д.А. ПИРОГОВ*  
*S.V. SELEZNEV, R.V. SHLYAPUGIN, D.A. PIROGOV*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: pirogov81@mail.ru

*В работе поставлена задача исследования крутильных колебаний механизма привода челноков лентоткацкого станка ТЛА-2/70-С. Предложены динамические модели двух типов. В результате определены значения собственных частот крутильных колебаний системы по двум предложенным математическим моделям, позволяющие проектировать элементы конструкции механизма, обеспечивающие его работу вне зоны резонанса.*

*The purpose of this research is to study the torsional oscillations of the shuttle drive of TLA-2/70-C ribbon-loom. The dynamic models of two types are suggested. As a result of the study the values of free torsional oscillations of the system have been obtained using two suggested mathematical models that enable to design the shuttle drive elements, ensuring its operation outside the resonance zone.*

**Ключевые слова:** динамическая модель, механизм привода челноков, крутильные колебания.

**Keywords:** dynamic model, shuttle drive, torsional oscillations.

Проектирование современного ткацкого оборудования невозможно без учета колебательных явлений, негативно влияющих на технологический процесс ткачества. В связи с этим исследование работы меха-

низмов лентоткацкого станка с учетом динамических характеристик является актуальной задачей при проектировании и модернизации данного оборудования [1], [3].

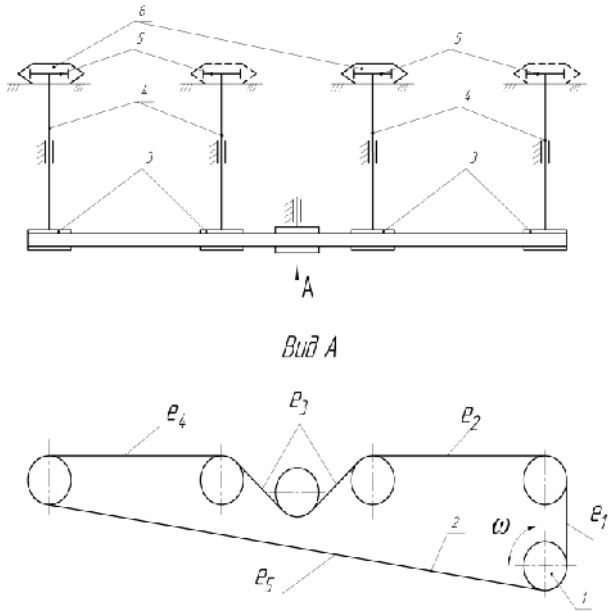


Рис. 1

Механизм привода челноков (рис. 1) лентоткацкого станка ТЛА-2/70-С [2], принятый в качестве объекта данного ис-

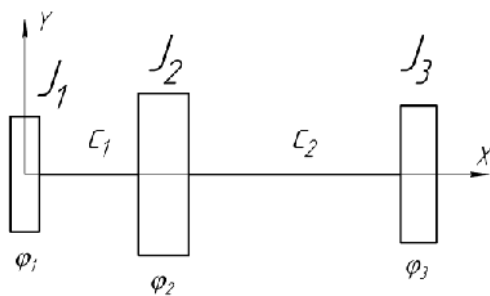


Рис. 2

Для достижения поставленной цели в работе предложены две динамические модели различного типа. В первой модели (рис. 2) инерционные характеристики ротора серводвигателя со шкивом представлены диском  $J_1$ , шкивов 3 – диском  $J_2$ , зубчатых колес 5 и челноков 6 – диском  $J_3$ . Диски соединены упругими безмассовыми элементами  $c_1$ , представляющего податливость зубчатого ремня 2, и  $c_2$  – податливость валов 4.

В связи с большой длиной и малым диаметром валов 4 распределение деформации валов по длине оказывает значительное влияние на колебательный про-

следования, состоит из сервопривода 1, от которого посредством зубчато-ременной передачи 2 приводятся в движение шкивы 3 вертикальных валов 4 с закрепленными на концах зубчатыми колесами 5. Их зацепление с рейками челноков 6 обеспечивает возвратно-поступательное движение последних.

В работе [3] проведен анализ различных законов движения ротора серводвигателя. Возвратно-вращательное движение звеньев механизма с высокой частотой возмущения может служить источником возникновения колебательных явлений, которые требуют изучения. Целью данного исследования является определение собственных частот крутильных колебаний механизма и проверка режима безрезонансной работы.

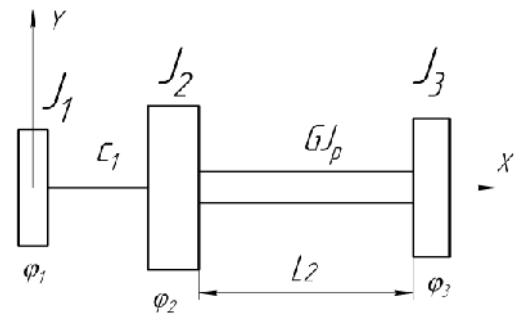


Рис. 3

цесс. Вследствие этого во второй модели (рис. 3) упругий элемент  $c_2$  заменен элементом с распределенными параметрами.

В моделях приняты следующие обозначения:  $J_1$  – суммарный момент инерции массы ротора серводвигателя и шкива, закрепленного на нем;  $J_2$  – суммарный момент инерции массы шкивов зубчато-ременной передачи и натяжного ролика;  $J_3$  – приведенный к валу 4 момент инерции массы зубчатых колес 5 и челноков 6 (рис. 1);  $c_1$  – коэффициент жесткости ремня;  $c_2$  – приведенный коэффициент жесткости валов.

При растяжении податливость участков зубчатого ремня определялась по формуле [4]:

$$e_i = \frac{\lambda L_i}{b p},$$

где  $\lambda$  – податливость металлокорда ремня шириной 1 мм на длине одного шага, мм<sup>2</sup>/Н;  $L_i$  – длина участка ремня, мм;  $b$  – ширина ремня, мм;  $p$  – шаг ремня, мм.

Из ОСТ 38-05114–76 для зубчатого ремня с модулем  $m = 4$  шаг ремня равен  $p = 12,57$  мм. По ОСТ 38-05227–81 для данного ремня величина  $\lambda = 6 \cdot 10^{-4}$  мм<sup>2</sup>/Н. Ширина ремня  $b$  равна 20 мм.

В результате расчетов получим:  $e_1 = 1,67 \cdot 10^{-4}$  мм/Н;  $e_2 = 3,82 \cdot 10^{-4}$  мм/Н;  $e_3 = 3,43 \cdot 10^{-4}$  мм/Н;  $e_4 = e_2 = 3,82 \cdot 10^{-4}$  мм/Н;  $e_5 = 11,1 \cdot 10^{-4}$  мм/Н.

Так как ремень представляет собой последовательное соединение упругих элементов (участков) (рис.1), коэффициент жесткости наиболее податливой ведущей ветви ремня найдем из выражения:

$$c = \frac{1}{e_2 + e_3 + e_4 + e_5} = 4,51 \cdot 10^2 \text{ Н/мм} = 4,51 \cdot 10^5 \text{ Н/м}.$$

Коэффициент жесткости ветви ремня, огибающего соответствующий шкив, приведенный к угловой деформации сечения вала со шкивом, равен:

$$c_1 = c R^2,$$

где  $R = 0,03$  м – радиус шкива. Тогда  $c_1 = 4,06 \cdot 10^2$  Н·м/рад.

Вертикальные валы представляют собой систему параллельных упругих элементов [5], поэтому коэффициент жесткости  $c_2$  вычисляется по формуле:

$$c_2 = \sum_1^4 c_i,$$

где  $c_i$  – коэффициент крутильной жесткости одного вала, определяемый из выражения:

$$c_i = \frac{1}{e_1 + 2(e_2 + e_3)},$$

где  $e_i$  – податливости участков вала.

В результате расчетов получено:

$$e_1 = 11,85 \cdot 10^{-4} \text{ 1/Н·м};$$

$$e_2 = 1,134 \cdot 10^{-4} \text{ 1/Н·м};$$

$$e_3 = 1,78 \cdot 10^{-4} \text{ 1/Н·м}.$$

Окончательно получим

$$c_2 = 22,64 \cdot 10^2 \text{ Н·м/рад}.$$

Уравнения собственных колебаний модели 1, полученные прямым способом [5], имеют вид:

$$J_1 \ddot{\phi}_1 + c_1(\phi_1 - \phi_2) = 0,$$

$$J_2 \ddot{\phi}_2 + c_1(\phi_2 - \phi_1) + c_2(\phi_2 - \phi_3) = 0, \quad (1)$$

$$J_3 \ddot{\phi}_3 + c_2(\phi_3 - \phi_2) = 0.$$

Решение системы уравнений (1) будем искать в виде [5]:

$$\phi_i = A_i \sin(pt + \alpha), \quad (2)$$

$$\ddot{\phi}_i = -p^2 A_i \sin(pt + \alpha).$$

Подставляя выражения (2) в систему уравнений (1), после преобразований получим:

$$(c_1 - J_1 p^2) A_1 - c_1 A_2 = 0,$$

$$-c_1 A_1 + (c_1 + c_2 - J_2 p^2) A_2 - c_2 A_3 = 0, \quad (3)$$

$$0 A_1 - c_2 A_2 + (c_2 - J_3 p^2) A_3 = 0.$$

На основании системы (3) составим определитель из коэффициентов при неизвестных  $A_i$ :

$$\begin{vmatrix} c_1 - J_1 p^2 & -c_1 & 0 \\ -c_1 & c_1 + c_2 - J_2 p^2 & -c_2 \\ 0 & -c_2 & c_2 - J_3 p^2 \end{vmatrix} = 0. \quad (4)$$

Из условия равенства нулю определителя получим частотное уравнение и, решая его относительно неизвестной  $p$ , находим значения собственных частот системы.

Исходные данные для решения:  $J_1 = 3,553 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>2</sup>;  $J_2 = 2,71 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>2</sup>;  $J_3 = 2,127 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>2</sup>;  $c_1 = 4,06 \cdot 10^2$  Н·м/рад;  $c_2 = 22,66 \cdot 10^2$  Н·м/рад.

В результате расчетов для первой модели имеем две частоты собственных колебаний:  $p_1 = 1381,5$  рад/с,  $p_2 = 4442$  рад/с.

Используя техническую теорию кручения валов [5], для второй модели будем иметь следующие уравнения движения:

$$\begin{aligned} J_1 \frac{\partial^2 \phi_1}{\partial t^2} + c_1 (\phi_1 - \phi_{2(x_2=0)}) &= 0, \\ J_2 \frac{\partial^2 \phi_2}{\partial t^2} + c_1 (\phi_{2(x_2=0)} - \phi_1) - GJ_{\rho 2} \frac{\partial \phi_2}{\partial x_{2(x_2=0)}} &= 0, \\ J_3 \frac{\partial^2 \phi_2}{\partial t^2} + GJ_{\rho 2} \frac{\partial \phi_2}{\partial x_{2(x_2=L_2)}} &= 0, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $\phi_1$  – угол поворота диска 1;  $\phi_2$  – угол закручивания произвольного сечения вала с текущей координатой  $x_2$ .

Полагая, что  $\phi_1 = A_1 T(t)$ ,  $\phi_2 = X(x_2) T(t)$ , где  $A_1$  – амплитуда колебаний диска  $J_1$ ;  $X(x)$  – функция формы;  $T(t)$  – функция времени, выражения (5) принимают вид:

$$\begin{aligned} J_1 A_1 \ddot{T}(t) + c_1 [\phi_1 - X_{(x_2=0)} T(t)] &= 0, \\ J_2 X_{(x_2=0)} \ddot{T}(t) - GJ_{\rho 2} X'_{(x_2=0)} T(t) + c_1 [X_{(x_2=0)} T(t) - \phi_1] &= 0, \\ J_3 X_{(x_2=L_2)} \ddot{T}(t) + GJ_{\rho 2} X'_{(x_2=L_2)} T(t) &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

С учетом того, что  $\ddot{T}(t) = -p^2 T(t)$ , после

преобразований система (6) примет вид:

$$\begin{aligned} -p^2 J_1 A_1 + c_1 A_1 - c_1 [C \sin(0) + D \cos(0)] &= 0, \\ -J_2 p^2 [C \sin(0) + D \cos(0)] - GJ_{\rho 2} \left[ \frac{p}{a} C \cos(0) - \frac{p}{a} D \sin(0) \right] + \\ + c_1 [C \sin(0) + D \cos(0)] - c_1 A_1 &= 0, \\ -J_3 p^2 \left[ C \sin\left(\frac{pL_2}{a}\right) + D \cos\left(\frac{pL_2}{a}\right) \right] + GJ_{\rho 2} \left[ \frac{p}{a} C \cos\left(\frac{pL_2}{a}\right) - \frac{p}{a} D \sin\left(\frac{pL_2}{a}\right) \right] &= 0, \end{aligned}$$

где  $G$  – модуль сдвига;  $J_{\rho 2}$  – полярный момент инерции поперечного сечения эквивалентного вала;  $C, D$  – неизвестные постоянные;  $p$  – частота собственных крутильных колебаний; коэффициент  $a = \sqrt{G/\rho}$ ,  $\rho$  – плотность материала вала.

Составим определитель (7) из коэффициентов при неизвестных  $A_1, C$  и  $D$ , раскрывая который, получим уравнение относительно неизвестной  $p$ :

$$\begin{vmatrix} c_1 - J_1 p^2 & 0 & -c_1 \\ -c_1 & -\frac{p}{a} GJ_{\rho 2} & c_1 - J_2 p^2 \\ 0 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = 0, \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned} a_{32} &= -J_3 p^2 \sin\left(\frac{pL_2}{a}\right) + \frac{p}{a} GJ_{\rho 2} \cos\left(\frac{pL_2}{a}\right); \\ a_{33} &= -J_3 p^2 \cos\left(\frac{pL_2}{a}\right) - \frac{p}{a} GJ_{\rho 2} \sin\left(\frac{pL_2}{a}\right). \end{aligned}$$

Решение частотного уравнения, полученного из определителя (7), проводилось при следующих исходных данных:  
 $L_2 = 0,6765$  м;  $J_{p2} = 1,96 \cdot 10^{-8}$  м<sup>4</sup>;  
 $J_1 = 3,553 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>2</sup>;  $J_2 = 2,09 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>2</sup>;  
 $J_3 = 1,507 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>2</sup>;  $G = 7,8 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>;  
 $\rho = 7,8 \cdot 10^3$  кг·м<sup>3</sup>.

В результате расчетов первые четыре частоты собственных крутильных колебаний принимают значения:  $p_1 = 1394,7$  рад/с;  $p_2 = 4919$  рад/с;  $p_3 = 16261,2$  рад/с;  $p_4 = 30222,8$  рад/с.

Все вычисления проводились в системе MathCad с использованием символьных и численных методов решения.

Сравнение результатов частот собственных колебаний указанных моделей позволяет сделать вывод об их сопоставимости. На этом основании можно утверждать, что при решении задач динамики данного механизма целесообразно использовать модель (рис. 2) в связи с ее более простым решением.

Угловая частота возбуждения ротора находится из следующего выражения:

$$\omega = \frac{2\pi}{T},$$

где  $T$  – период поворота и возврата ротора серводвигателя в исходное положение, с.

При скорости вращения главного вала станка 400 мин<sup>-1</sup> период  $T$  равен 0,15 с. Тогда частота возбуждения получается равной 41,8 рад/с.

Анализ результатов показывает, что угловая частота возбуждения поворота ротора серводвигателя примерно в 30 раз меньше минимальной собственной частоты крутильных колебаний, полученной для обеих моделей, следовательно, можно сделать вывод о работе механизма привода челноков вне зоны резонанса.

## ВЫВОДЫ

1. Для изучения работы механизма с учетом колебательных явлений предложены

две динамические модели различного типа.

2. В соответствии с разработанными динамическими моделями механизма предложены и решены математические модели задач о крутильных колебаниях валов.

3. Расчеты собственных частот по указанным моделям дают сопоставимые результаты. В первом приближении целесообразно использовать модель, показанную на рис. 2 в связи с ее более простым решением.

4. Установлено, что механизм привода челноков работает вне зоны резонанса, определяемой паспортными режимами эксплуатации станка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт группы компаний ШМК [электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.shmk.ru/index.php/home/kategoriya-produktsii-to-1/lentotkatskie-stanki-tlb-k/> свободный. – Загл. с экрана (06.11.2014г.)
2. Пат. 2419694 Российская Федерация, МПК D 03 D 49/00. Устройство для прокладывания уточной нити на лентоткацком станке / Липанов А.А., Иванова Л.В., Липанова А.С., Селезнев С.В.; заявитель и патентообладатель Ивановская государственная текстильная академия. - №2010116407/12; заявл. 26.04.2010; опублик. 27.05.2011, Бюл №15. – 4с.: ил.
3. Селезнев С.В., Шляпугин Р.В., Пирогов Д.А. Устройство для прокладывания уточной нити на лентоткацком станке // *Фундаментальные исследования*. – 2014, № 11. С. 1262...1266.
4. Решетов Д.Н. Детали машин. – 4-е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1989.
5. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. – 3-е изд., перераб. и доп.– Л.: Машиностроение, 1976.

## REFERENCES

1. Oficial'nyj sajt gruppy kompanij ShMK [jelektronnyj resurs]/ Rezhim dostupa: <http://www.shmk.ru/index.php/home/kategoriya-produktsii-to-1/lentotkatskie-stanki-tlb-k/> svobodnyj. – Zagl. s jekrana (06.11.2014g.)
2. Pat. 2419694 Rossijskaja Federacija, MPK D 03 D 49/00. Ustrojstvo dlja prokladyvanija utochnoj niti na lentotkackom stanke / Lipanov A.A., Ivanova L.V., Lipanova A.S., Seleznev S.V.; zajavitel' i patentoobladatel' Ivanovskaja gosudarstvennaja tekstil'naja akademija. - №2010116407/12; zajavl. 26.04.2010; opubl. 27.05.2011, Bjul №15. – 4s.: il.

3. Seleznev S.V., Shljapugin R.V., Pirogov D.A. Ustrojstvo dlja prokladyvaniya utochnoj niti na lentotkackom stanke // Fundamental'nye issledovanija. – 2014, № 11. S. 1262...1266.

4. Reshetov D.N. Detali mashin. – 4-e izd., pere-rab. i dop.–M.: Mashinostroenie, 1989.

5. Panovko Ja.G. Osnovy prikladnoj teorii kole-banij i udara. – 3-e izd., pererab. i dop.– L.: Mashinostroenie, 1976.

Рекомендована кафедрой технологических ма-шин и оборудования . Поступила 03.04.15.

УДК 677.024

## НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ ДЛЯ ТКАЦКИХ МАШИН

### FUNCTION AND MAIN PARAMETERS TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR WEAVING MACHINES

*E.H. ХОЗИНА, А.Н. ГАВРИЛОВ, В.А. МАКАРОВ*  
*E.N. HOZINA, A.N. GAVRILOV, V.A. MAKAROV*

(Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: hozina2006@yandex.ru, gawriloff.alexey@mail.ru

*В данной статье проанализирована конструкция современных ремизных рам под пластинчатые и витые галева, выпускаемые различными отече-ственными и зарубежными производителями.*

*In this article analyzed the design of modern heald frames under the plate and twisted heddle issued by different native and foreign manufacturers.*

**Ключевые слова:** технологическая оснастка, ремизная рама, галева.

**Keywords:** technological equipment, heald frame, heddle.

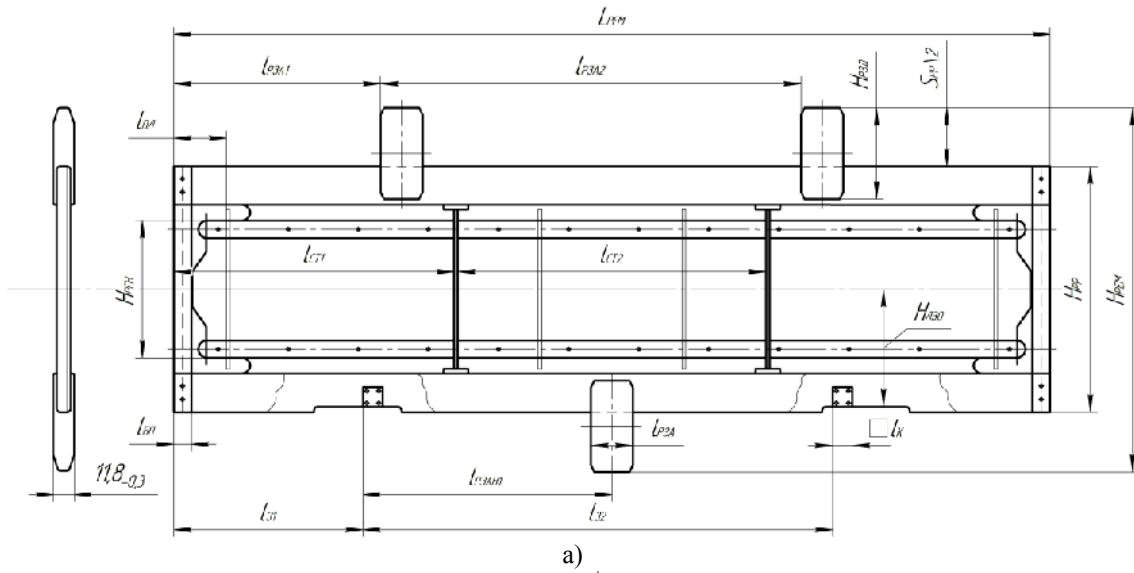
Особая значимость технологической оснастки (ТО) для ткацких машин (ТМ) обосновывается ее определяющим влиянием на качество вырабатываемого продукта. В настоящее время существует большое многообразие ее видов и исполнения, что обусловлено высоким уровнем специализации ее производителей.

Рассмотрим подробно ремизные рамы (РР) и галева, используемые на ТМ при зевобразовании. Ремизные рамы выпускают предприятия (фирмы): МЭЗ-1 (г. Москва); "Ремиз" (г. Иваново); "ТЭК-СО" (г. Москва); "Элитекс" (Чехия); "Гроб" (Швейцария) и др. [1].

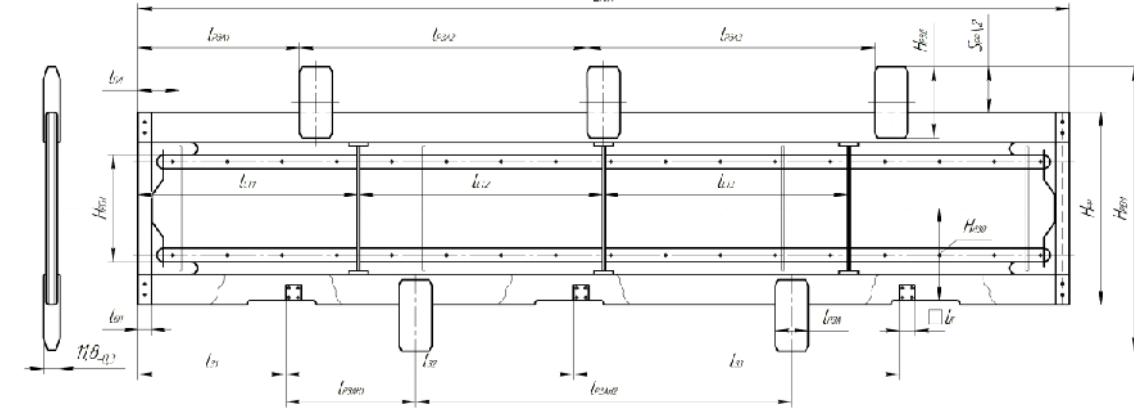
На рис. 1 изображены ремизные рамы для машин СТБ(У)-180...260 (а "для узких") и СТБ(У)-280...450 (б для "широ-

ких") ТМ под пластинчатые галева махом Мг 281 и 331 мм.

Структурная схема ремизной рамы на рис. 2 состоит из 11 основных элементов: верхней профильной планки; нижней профильной планки; верхнего галевоносителя; нижнего галевоносителя; двух боковых направляющих (левой и правой); стяжек (стоек), двух или трех (в зависимости от  $L_{TM}$  ремизной рамы замков (двух или трех, что зависит от размера  $L_{TM}$  ремизной рамы); галев; двух замков галев; верхних разделителей ремизных рам (двух или трех – зависит от заправочной ширины  $L_{TM}$  ТМ); нижних разделителей ремизных рам (одного или двух – в зависимости от размера  $L_{TM}$  ремизной рамы) [2].



а)



б)

Рис. 1

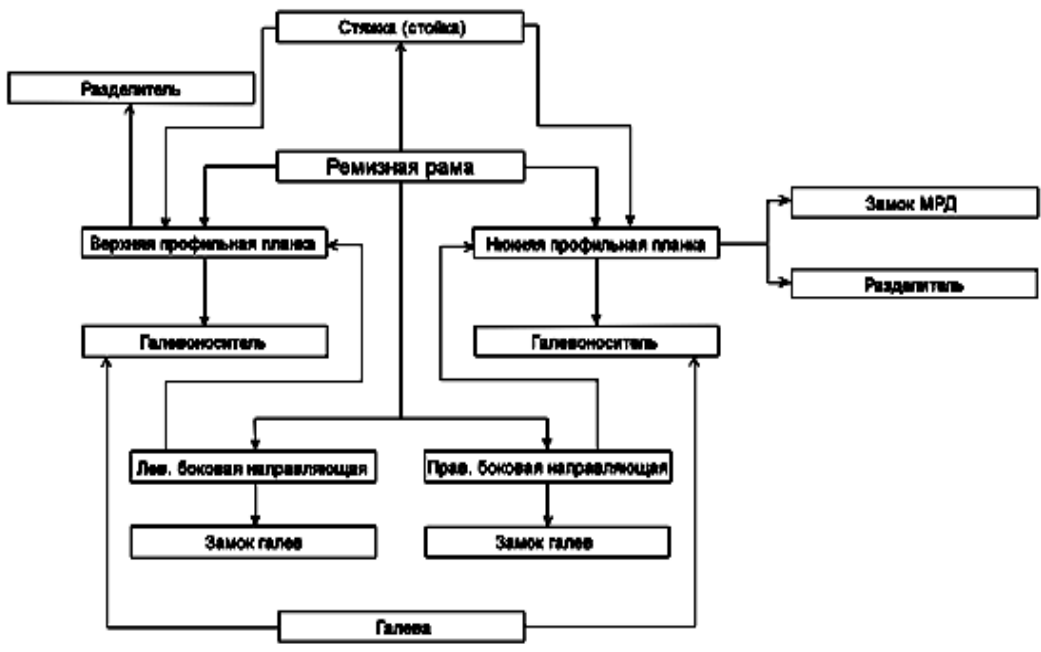


Рис. 2



Ремизные рамы отличаются друг от друга высотой (шириной), длиной, числом и положением узлов крепления ремизной рамы к механизму ее привода (замков, опорных шарниров), махом галева и расстоянием от середины глазка галева до нижней плоскости камня ее замка. До последнего времени в РР широко применялись витые галева, выполненные из свернутой и паяной проволоки с металлическими глазками. Конструкция РР под витые галева отличается от конструкции РР, на которые устанавливаются пластинчатые галева. Пластинчатые галева изготавливают из узких металлических пластин, или металлической ленты. В качестве металла для них используют легированную высокоуглеродистую сталь, имеющую высокую чистоту обработки поверхности (электрополировку).

Пластинчатые галева, как и витые, выпускаются различных типоразмеров и различных видов, наиболее широко используются галева с махом 281 мм и реже 331

мм и более. Махом галева называется расстояние от внутренней поверхности верхнего ушка галева до внутренней поверхности нижнего ушка галева. Эти размеры стандартизированы общеевропейским стандартом. Глазок галева, в который "пробирается" основная нить, находится, как правило, посередине, между верхним и нижним ушками галева. Однако ряд модификаций галев выполняется со смещением глазка галева от его середины на некоторое расстояние, что расширяет технологические возможности ТМ.

Зная размеры ремизных рам и массу одного погонного метра профилей, из которых они выполнены, можно определить массу верхней и нижней продольных планок ремизных рам.

Массы основных элементов, составляющих РР с махом галев 280 (281) мм фирмы "МЭЗ-1", приведены в табл. 1 (масса основных деталей, входящих в состав ремизной рамы, кг).

Таблица 1

№ п/п	Наименование элемента конструкции ремизной рамы	Материалы	Масса 1 шт., 1 пог. м, кг	Количество элементов на 1 ремизную раму	Общая масса элементов ремизной рамы в зависимости от заправочной ширины станка, кг							
					180 см	220 см	250 см	280 см	330 см	360 см	390 см	450 см
1	Галевоноситель под витое галево	Сталь легированная	0,18	2	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6
2	Галевоноситель под пластинчатое галево	Сталь легированная	0,46	2	1,9	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0
3	Боковая направляющая	Сталь	0,38	2	0,76		0,78		0,82			
4	Боковая направляющая	Алюминий	0,26	2	0,52		0,54		0,56			
5	Стойка или стяжка	Сталь	0,08	2...4	0,16		0,24		0,32			
6	Замок	Сталь	0,095	2...3	0,19		0,28		0,28			

Анализ табл. 1 позволил построить диаграммы (рис. 3-а, б, в, г), отражающие процентное соотношение масс основных элементов ремизной рамы для ТМ типа СТБ(У) к массе всей рамы с заправочной

шириной 180...250; 280...360 и 390...450 см соответственно. Из диаграмм видно, что основную массу ремизной рамы составляют для РР: под пластинчатые галева – галевоносители и профильные продольные

планки; под витые галева – только продольные планки, которые легче специальных алюминиевых профилей.

Для РР под пластинчатые галева с  $L_{TM} = 180...250$  см масса галевоносителей составляет 42,6% от общей массы ремизной рамы, а массы профильных планок – 32,6%; следующая по значению – масса боковых направляющих (она составляет 17%). Остальные элементы – стойки (стяжки) и замки МРД – составляют 7,8% в общей массе ремизной рамы.

Для ТМ с заправочной шириной  $L_{TM} = 280...360$  см в РР под пластинчатые галева масса галевоносителей и профильных планок практически одинаковая и составляет в сумме около 80% от общей массы ремизной рамы.

Для ТМ с заправочной шириной  $L_{TM} = 390...450$  см в РР под пластинчатые галева масса галевоносителей и профильных планок практически одинакова и составляет в сумме около 80% от общей массы.

Относительная масса боковых направляющих составляет всего 12%.

Анализ диаграмм (рис. 3-а, б, в и г) показал, что основными элементами, определяющими массу всей РР, являются: стальные планки галевоносителей и практически равные им по массе алюминиевые продольные профильные планки, третьими по значению являются боковые направляющие. С целью снижения инерционных нагрузок на механизм ЗОМа следует уменьшить массу вышеуказанных элементов, но без значительной потери ими показателей прочности и жесткости, что предлагается осуществить заменой материала, то есть алюминиевых сплавов (Д16Т, В95, АД-31Т, АМг-6 и т.д.) – на алюминий-литиевые (Al - Li) ВВ-18, или алюминий-титановые. Существенное снижение массы РР возможно при изменении конструкции указанных элементов и/или замене металла на композиционные материалы [3], [4].

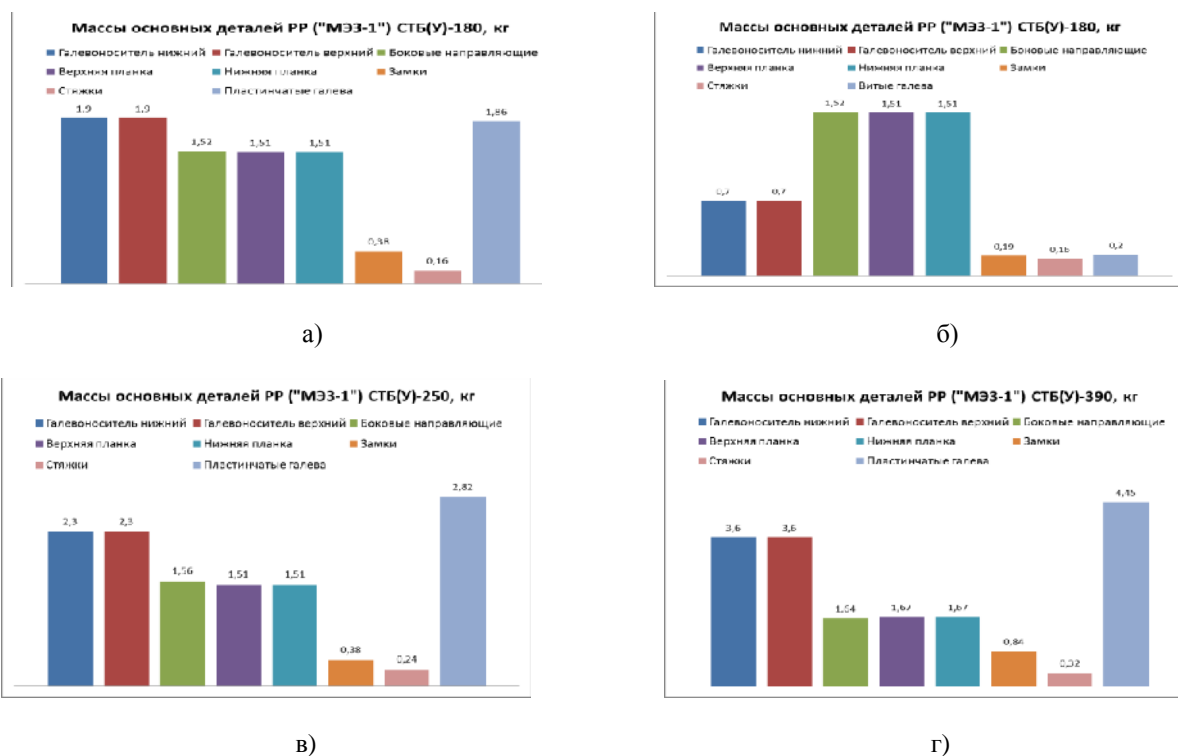


Рис. 3

При модернизации РР под пластинчатые галева, с целью снижения их массы в 2...2,5 раза, необходимо использовать тонкостенные стальные профили повышенной

жесткости с демпфирующими наполнителями и видоизмененные планки галевоносителей, боковых стоек и стяжек.

Зная массы всех составляющих элементов РР и учитывая все другие детали, имеющие незначительную массу (замки галев, разделители, а также крепеж – алюминиевые заклепки и пластмассовые вкладыши), можно определить общую массу ремизной рамы для любого типоразмера ТМ и фирмы изготовителя. Анализ показал [1], что РР фирмы "Гроб" являются самыми лег-

кими, а фирмы "Элитекс" – самыми тяжелыми.

Табл. 2 (масса основных деталей, входящих в состав ремизной рамы, кг) иллюстрирует возрастание масс РР с увеличением заправочной ширины ТМ. Очевидно, что с увеличением заправочной ширины ТМ от 1,8 м, до 4,5 м масса РР увеличивается в 2,3 раза.

Таблица 2

№ п/п	Наименование элемента конструкции ремизной рамы	Материалы	Масса 1 шт., 1 пог. м, кг	Количество элементов на 1 ремизную раму	Общая масса элементов ремизной рамы в зависимости от заправочной ширины станка, кг							
					180 см	220 см	250 см	280 см	330 см	360 см	390 см	450 см
1	Галевоноситель под витое галево	Сталь легированная	0,18	2	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6
2	Галевоноситель под пластинчатое галево	Сталь легированная	0,46	2	1,9	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0
3	Боковая направляющая	Сталь	0,38	2	0,76		0,78			0,82		
4	Боковая направляющая	Алюминий	0,26	2	0,52		0,54			0,56		
5	Стойка или стяжка	Сталь	0,08	2...4	0,16		0,24			0,32		
6	Замок	Сталь	0,095	2...3	0,19		0,28			0,28		

Причиной неравномерности распределения сил веса по замкам РР является их расположение вдоль ремизной рамы не по расчету, а по конструктивным соображениям.

## ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ конструкций современных РР под пластинчатые и витые галева, выпускаемые различными отечественными и зарубежными производителями. Определены виды профилей и материалы, из которых они должны изготавливаться: продольные планки ремизок под витые галева из стали 20...35, а под пластинчатые – из алюминиевых сплавов (Д16Т; В-95; АД-31Т и АМГ-6).

2. Определена масса всех элементов РР под пластинчатые и витые галева для ТМ всего типоразмерного ряда. Масса продольных планок РР под витые галева на 80% меньше, чем под пластинчатые. Мас-

са галевоносителей под витые галева в 2,6 раз меньше, чем под пластинчатые. Масса витых галев в 8,8 раза меньше, чем масса пластинчатых галев.

3. Определены массы РР, выполненных из различных профилей, для всего типоразмерного ряда ТМ: самыми легкими являются РР под витые галева с продольными планками, выполненными из трубчатого стального профиля типов ОА-25 и ОА-63. Установлено: масса РР под витые галева в 2,5 раза меньше, чем под пластинчатые; масса РР под пластинчатые галева из алюминиевых профилей, сделанные фирмой "Гроб" (Швейцария), – самые легкие в этом типе РР, самые тяжелые – фирмы "Элитекс" (тяжелее на 8%), масса отечественных РР на 8% меньше массы РР фирмы "Элитекс", но на 7% больше, чем массы РР "Гроб"; масса РР под пластинчатые галева при увеличении заправочной ширины ТМ от 1,8 м до 4,5 м возрастает в 2,3

раза; масса снаряженных ремизок (РР + комплект галев) с витыми галевами в 2,5 раз меньше, чем ремизки с пластинчатыми галевами.

4. Для снижения массы РР при использовании пластинчатых галев необходимо уменьшить массу наиболее массивных элементов – галевоносителей и продольных профильных планок. Для этого необходимо провести конструктивные изменения галевоносителей и продольных планок, а именно: их перфорацией (уменьшение массы на 25...30%); изготовление из более легких алюминий-литиевых сплавов ВВ-18 (Al-Li) (снижение массы на 40...50%), или из композитных материалов (снижение общей массы в 1,8...2,2 раза). Возможно создание РР и витых галев новых поколений с уменьшением массы ремизок в 3,0...3,5 раза по сравнению с существующими ремизками, использующими пластинчатые галева, выполненные из алюминиевого профиля со сплошными стальными галевоносителями.

5. Для всего размерного ряда ТМ определены нагрузки от веса РР и ремизок (РР + комплект галев) на замки МРД. Выявлено, что опоры РР расположены без учета равного прогиба участков РР, что вызвало неравномерность распределения нагрузок по опорам РР. Предложено изменить и унифицировать размеры РР по расположению их замков относительно запра-

вочной ширины ТМ (L<sub>ТМ</sub>) и по расположению замков ремиз относительно ГТМ ТМ.

6. Выявлено, что весовые и инерционные нагрузки на замки РР распределены неравномерно. Это должно быть учтено при расчете и проектировании ремизных рам и МРД всего типоразмерного ряда ТМ типа СТБ и при их дальнейшей модификации, то есть создании новых моделей ТМ типа СТБМ-2, СТБМ-3, СТБМ-4 и т.д.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проспекты фирм: МЭЗ-1, "Тэксо", "Ремиз", "Элитекс", "Гроб".
2. Талавашек О., Сватый В. Бесчелночные ткацкие станки. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
3. Композиционные материалы. – Киев: Наукова Думка, 1985.
4. Рейфснайдер К. Повреждение конструкций из композитов в процессе эксплуатации // Прикладная механика композитов. – М., Мир, 1989. С.108...142.

#### REFERENCES

1. Prospekty firm: MJeZ-1, "Tjekso", "Remiz", "Jeliteks", "Grob".
2. Talavashek O., Svatyj V. Beschelnochnye tkackie stanki. – M.: Legprombytizdat, 1985.
3. Kompozicionnye materialy. – Kiev: Naukova Dumka, 1985.
4. Rejfsnajder K. Povrezhdenie konstrukcij iz kompozitov v processe jekspluatacii // Prikladnaja mehanika kompozitov. – M., Mir, 1989. S.108...142.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 15.09.15.

УДК 66.063.61

**ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ  
ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ  
РАЗЛИЧНЫМИ НАСАДКАМИ РОТОРНОЙ МЕШАЛКИ\***

**FEATURES OF MECHANICAL ACTIVATION  
OF THE DISTILLED WATER  
BY DIFFERENT NOZZLES OF THE ROTOR AGITATOR**

*S.V. ФЕДОСОВ, М.В. АКУЛОВА, Е.В. ЗИНОВЬЕВА*  
*S.V. FEDOSOV, M.V. AKULOVA, E.V. ZINOVYEVA*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: zinoveva.ev@mail.ru

*Рассмотрена активационная эффективность трех типов насадок роторной мешалки в интервале частот вращения 200...1400 об/мин. Показано наличие и отмечены особенности двух характерных режимов активации: низкоскоростного и высокоскоростного. Указаны преимущества насадки типа конфузур-диффузур в процессе генерирования ионов воды.*

*Examined the activation efficiency of the three types of nozzles rotary agitator speeds in the range 200...1400 rev/min. The presence and marked features of two characteristic modes of activation: low speed and high speed. These advantages nozzle type confuser diffuser in generating ions of water.*

**Ключевые слова:** дисперсные композиции, роторная мешалка, насадка конфузур-диффузур, механоактивация, ионы гидроксония.

**Keywords:** dispersed compositions, rotor mixer, nozzle confuser-diffuser, mechanical activation, hydroxonium ions.

Водные растворы неорганических и органических веществ широко используются в строительной индустрии на стадиях приготовления гидроизоляционных материа-

лов, водоземлюльсионных красок и строительных растворов. Важную роль в стабилизации агрегативно-неустойчивого дисперсного водного композита играют ионы

\* Работа выполнена при поддержке научного проекта в рамках реализации проектной части государственного задания в сфере научной деятельности, контракт № 11.1798.2014/К.

воды [1]. Вода в отличие от большинства других жидких химических веществ обладает комплексом аномальных физико-химических свойств [2]. Объяснить наличие этих аномалий на основании природы атомов, определяющих строение молекулы воды, не представляется возможным. Поэтому предпринимались попытки экспериментальных [3] и теоретических исследований [4], направленных на установление связи надмолекулярных строений водных ассоциатов, существующих при разных температурах в жидкой воде, с ее аномальными свойствами.

Вода является наиболее устойчивым химическим соединением в классе похожих по строению соединений:  $H_2S$ ,  $H_2Se$ ,  $H_2Te$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ . Попытки разрушения молекулы воды в результате фотодиссоционных воздействий показали, что она обладает самым низким квантовым выходом реакции диссоциации [2]. Это объясняется тем, что в ответ на возбуждение молекула воды способна легко изменить одно устойчивое конформационное состояние на другое.

В работе [5] показана возможность образования ионов воды в роторной мешалке с использованием насадки типа конфузур-диффузор. В данной работе рассмотрены особенности образования ассоциатов в виде ионов с сольватирующими гидратными оболочками в дистиллированной воде при разной интенсивности перемешива-

ния ее тремя типами роторных насадок. Ионы, образующиеся в результате механоактивации, в отличие от молекул воды легко вступают в химические реакции [2], что может способствовать совершенствованию технологических процессов с их участием и получению изделий с высокими потребительскими свойствами.

При перемешивании дистиллированной воды насадками разных конструкций по истечении определенного времени устанавливаются стационарные значения рН, свидетельствующие об изменении концентрации ионов воды. На рис. 1 (зависимость изменения значений рН воды от скорости вращения насадок роторной мешалки: 1 – пропеллер, 2 – конфузор, 3 – конфузор-диффузор) показаны кривые отклонения стационарных значений рН от значения рН = 6,6 (рН = 6,6 соответствует ГОСТу 6709–72) в роторной мешалке при воздействии на молекулы воды разными насадками. При этом уровень интенсивности воздействия на молекулы воды можно оценить по диссипации энергии в процессе перемешивания, показанной на рис. 2 (температура воды при воздействии насадок роторной мешалки: 1 – пропеллер, 2 – конфузор, 3 – конфузор-диффузор, при частоте вращения 400 об/мин) и рис. 3 (температура воды при воздействии насадок роторной мешалки: 1 – пропеллер, 2 – конфузор, 3 – конфузор-диффузор, при частоте вращения 1200 об/мин).

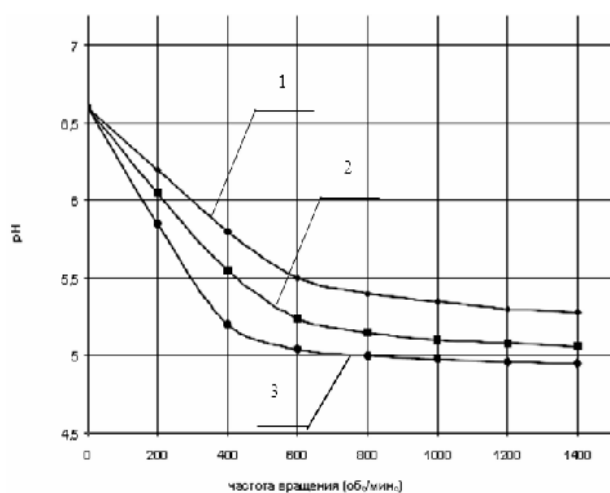


Рис. 1

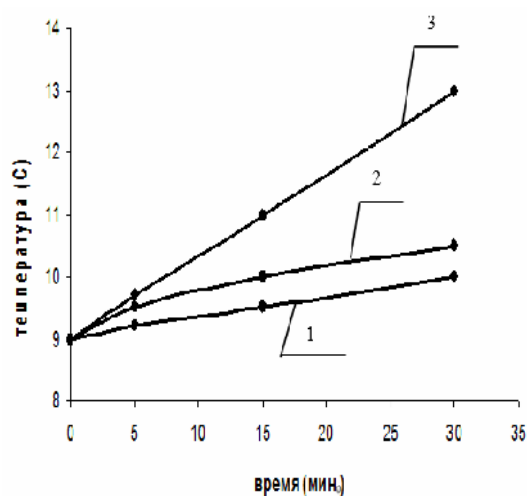


Рис. 2

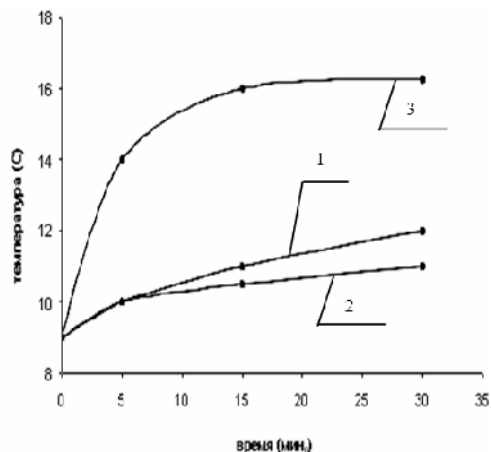
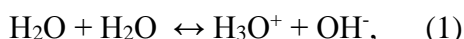


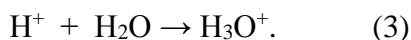
Рис. 3

Механизм реакции механоактивации может протекать в одну или две стадии следующим образом [6], [7]:

– образование активированного комплекса с распадом на два иона:



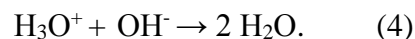
– разрыв связей в молекуле воды:



Важно отметить, что ионы гидроксония  $\text{H}_3\text{O}^+$  и гидроксид-ионы  $\text{OH}^-$  индуцируют сильные электрические поля [7], [8] и по этой причине при образовании мгновенно сольватируются (гидратируются) и существуют в виде ассоциатов с несколькими оболочками полярных молекул воды.

Процесс механоактивации, протекающий в одну стадию через образование активированного комплекса, преимущественно может происходить в результате низкоинтенсивных перемешивающих воздействий [6]. При высокоинтенсивных процессах перемешивания наряду с распадом по механизму (1) возможна реализация процесса по механизму (2), (3). Однако в условиях интенсивного перемешивания часть сольватирующих оболочек неизбежно разрушается, и наряду с прямой эндотермической реакцией начинает протекать обратная экзотермическая реакция нейтрализации ионов с образованием из гидрок-

сид-иона и иона гидроксония двух молекул воды [6]:



Анализ кривых изменения рН (рис.1) и температуры активируемой воды (рис.2, 3) показывает, что при частотах вращения мешалок, меньших 400 об/мин, в основном реализуется механизм механоактивации по схеме (1), о чем свидетельствует корреляция кривых изменения температуры перемешиваемой воды и ее рН. При более высоких числах оборотов эта корреляция нарушается и наряду с механизмом активации по схеме (1) включается механизм, основанный на реакциях (2), (3) и (4).

Следовательно, при высокоинтенсивном перемешивании наряду с диссипацией энергии, вызванной межмолекулярным трением и взаимодействием молекул воды с поверхностью мешалки и стенками смесительного аппарата, происходит выделение тепла в экзотермической реакции нейтрализации ионов [6]. Причем энергия активации обратной реакции меньше энергии активации образования ионов и поэтому только наличие сольватирующих оболочек ионов, блокирующих возможность течения реакции нейтрализации ионов, позволяет увеличивать их концентрацию при увеличении частоты вращения ротора. При частоте вращения, превышающей эффективную частоту активации  $\omega_*$  для всех типов роторных насадок, но в разной мере, наблюдается значительное увеличение доли обратной экзотермической реакции, вносящей вклад в повышение температуры перемешиваемой воды.

Количественно образование ионов в результате процессов активации в мешалках с частотой вращения ротора  $200 < \omega < \omega_*$  об/мин для насадок разного типа можно представить в виде следующего соотношения :

$$N_{\text{H}} = 2N_{\text{A}} \exp\{-2,3(6,6 - K_{\text{Ha}} \omega)\}, \quad (5)$$

а число ионов при увеличении скорости вращения ротора свыше  $\omega_*$  можно записать в следующем виде:

$$N_B = 2N_A \exp\{-2,3 [6,6 - (K_{Ha} - K_{Ba}) \omega_{\text{э}} - K_{Ba} \omega]\}, \quad (6)$$

где  $N_H$  и  $N_B$  – стационарные значения числа ионов, генерированных при частоте вращения ротора  $\omega$  соответственно при низкоскоростном и высокоскоростном режиме активации (ионов/литр);  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup> – число Авогадро; численный множитель "2" в соотношениях (5) и (6) учитывает парность образующихся ионов воды;  $\omega$  – частота вращения ротора (об/мин);  $\omega_{\text{э}}$  – эффективная частота активации, при которой происходит пере-

ход из низкоскоростного в высокоскоростной режим активации (об/мин);  $K_{Ha}$  и  $K_{Ba}$  – коэффициент эффективности низкоскоростной и высокоскоростной активации.

Значения коэффициентов эффективности низкоскоростной  $K_{Ha}$  и высокоскоростной  $K_{Ba}$  активации для трех типов насадок, а также эффективные частоты активации  $\omega_{\text{э}}$ , при которой происходит переход из низкоскоростного в высокоскоростной режим активации, приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Тип роторной насадки	Эффективная частота активации $\omega_{\text{э}}$ , об/мин	$K_{Ha}$ при $\omega < \omega_{\text{э}}$ об/мин	$K_{Ba}$ при $\omega > \omega_{\text{э}}$ об/мин
Конфузор-диффузор	450	0,00375	0,0001125
Конфузор	510	0,00269	0,000225
Пропеллер	545	0,002	0,000275

Следовательно, чем ниже число оборотов вращения ротора, при котором происходит переход из низкоскоростного режима активации, характеризующегося высокой скоростью образования ионов, в высокоскоростной режим с возрастающей скоростью нейтрализации ионов, тем выше активационная эффективность роторной насадки.

Численные значения количества ионов, образовавшихся в результате механоактивации в условиях стационарных режимов, для устройств разной конструкции при скорости перемешивания 400 об/мин и 1200 об/мин представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Тип роторной насадки	$N_H$ (ионов/литр) при $\omega = 400$ об/мин	$N_B$ (ионов/литр) при $\omega = 1200$ об/мин
Конфузор-диффузор	$95,64 \cdot 10^{17}$	$178,86 \cdot 10^{17}$
Конфузор	$36,03 \cdot 10^{17}$	$101,81 \cdot 10^{17}$
Пропеллер	$19,08 \cdot 10^{17}$	$56,33 \cdot 10^{17}$

Из данных табл. 1 и 2 следует, что при перемешивании в режиме активации при низкоскоростных воздействиях наибольшей эффективностью генерирования ионов воды обладает насадка типа конфузор-диффузор. Однако в условиях высокоскоростных воздействий ее эффективность по сравнению с другими типами насадок снижается в большей мере.

При температуре выше 8°C ассоциаты не ионного типа в воде не устойчивы [3] и по этой причине не могут оказывать влияния на поведение более стабильных ассоциатов ионного типа, поэтому гибель

ионов при перемешивании определяется устойчивостью их гидратных оболочек.

Основным фактором, влияющим на уменьшение эффективности процесса активации воды насадкой типа конфузор-диффузор при высоких скоростях вращения ротора, является более жесткое гидродинамическое воздействие этой насадки на ассоциаты гидратных оболочек, экранирующих ионы, что приводит к разрушению этих оболочек и запуску реакции нейтрализации ионов. Дополнительным фактором, негативно влияющим на эффективность образования ионов за счет сни-



жения устойчивости ионных ассоциатов, является повышение температуры [7] воды как в силу диссипации энергии в условиях более интенсивного перемешивания, так и за счет большего вклада по сравнению с иными типами насадок экзотермической реакции нейтрализации ионов.

Следует отметить, что использование воды в качестве дисперсионной среды при изготовлении дисперсных композиций в режиме механоактивации может приводить к изменениям значений эффективной частоты активации  $\omega_0$ , характеризующей изменение энергетических затрат, необходимых для генерирования ионов воды.

## ВЫВОДЫ

В процессе активации для всех насадок наблюдается два режима генерирования ионов – низкоскоростной и высокоскоростной, отделенных переходной областью. Энергетическая эффективность процесса активации дистиллированной воды в роторной мешалке в переходной области (450...550 об/мин) начинает падать в зависимости от типа используемой насадки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федосов С.В., Акулова М.В., Зиновьева Е.В. Влияние различных типов перемешивающих устройств на дисперсионный состав и свойства эмульсий // Приволжский научный журнал. – №4. С.79...84.
2. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды. – М.: Изд-во МГУ, 1987.
3. Стебновский С.В. Динамооптический эффект в гомогенных жидкостях // Журнал технической физики. – 2002. Т. 72, вып 11. С.24.
4. Веденов А.А. Физика растворов. – М.: Наука, 1984.
5. Зиновьева Е.В. Особенности механоактивационных процессов в дистиллированной воде //

Сб. науч. тр. по материалам круглого стола, посвященного науч. шк. акад. РААСН, д-ра техн. наук, проф. С.В.Федосова: Разработка машин и агрегатов, исследование тепломассообменных процессов в технологиях производства и эксплуатации строительных материалов и изделий / Иван. гос. политехн. ун-т. – Иваново: ПресСто, 2013. С.128...131.

6. Эммануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. – М.: Высшая школа, 1984.

7. Рэмсден Э.Н. Начала современной химии. – Л.: Химия, 1989.

8. Энтелис С.Г., Тигер Г.П. Кинетика реакций в жидкой фазе. Количественный учет влияния среды. – М.: Химия, 1973.

## REFERENCES

1. Fedosov S.V., Akulova M.V., Zinov'eva E.V. Vliyanie razlichnyh tipov peremeshivajushhih ustrojstv na dispersionnyj sostav i svojstva jemul'sij // Privolzhskij nauchnyj zhurnal. – №4. S.79...84.
2. Zacepina G.N. Fizicheskie svojstva i struktura vody. – М.: Izd-vo MGU, 1987.
3. Stebnovskij S.V. Dinamoopticheskiy jeffekt v gomogennyh zhidkostjah // Zhurnal tehnicheckoj fiziki. – 2002. T. 72, vyp 11. S.24.
4. Vedenov A.A. Fizika rastvorov. – М.: Nauka, 1984.
5. Zinov'eva E.V. Osobennosti mehanoaktivacionnyh processov v distillirovannoj vode // Sb. nauch. tr. po materialam kruglogo stola, posvjashhenogo nauch. shk. akad. RAASN, d-ra tehn. nauk, prof. S.V.Fedosova: Razrabotka mashin i agregatov, issledovanie teplomassoobmennyyh processov v tehnologijah proizvodstva i jekspluatcii stroitel'nyh materialov i izdelij / Ivan. gos. politehn. un-t. – Ivanovo: PresSto, 2013. S.128...131
6. Jemmanujel' N.M., Knorre D.G. Kurs himicheckoj kinetiki. – М.: Vysshaja shkola, 1984.
7. Rjemsden Je.N. Nachala sovremennoj himii. – L.: Himija, 1989.
8. Jentelis S.G., Tiger G.P. Kinetika reakcij v zhidkoj faze. Kolichestvennyj uchet vlijaniya sredy. – М.: Himija, 1973.

Рекомендована кафедрой строительного материаловедения, специальных технологий и технологических комплексов. Поступила 29.09.15.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОПРИТОКОВ В КАМЕРЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

### MATHEMATICAL MODEL OF HEAT LEAKAGE IN CAMERA OF REFRIGERATOR

Ю.Г. ФОМИН, С.П. ПЕТРОСОВ, М.А. ЛЕМЕШКО, А.В. КОЖЕМЯЧЕНКО, И.Я. ДОНЧЕНКО  
YU.G. FOMIN, S.P. PETROSOV, M.A. LEMESHKO, A.V. KOZHEMYACHENKO, I.YA. DONCHENKO

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт,  
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
Донского государственного технического университета, г. Шахты)  
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute,  
Institute of the Service Sector and Businesses (branch)  
Don State Technical University, Shakhty)  
E-mail: ttp@ivgpu.com

*Модернизация и совершенствование холодильных машин включают задачи энергосбережения при их эксплуатации. Энергопотребление холодильных компрессионных машин, наряду с другими эксплуатационными факторами, зависит от теплообменных и массообменных процессов внутренних камер с окружающей средой. В статье изложен подход к описанию процесса движения охлажденного воздуха из камеры холодильной машины, приведены основные допущения, необходимые для построения математической модели, изложена методика получения математических зависимостей для расчета параметров движения потока охлажденного воздуха и теплопритоков.*

*Modernization and improvement of refrigerators include the problems of energy saving during operation. Power compression-governmental refrigerators, along with other operational factors, depends on heat and mass transfer processes internal chambers with ambient environment. This paper describes the approach to the description of the process of movement of cooled air from the chamber of the refrigerator, the basic assumptions needed to construct the mathematical model, the technique of obtaining mathematical dependencies for RAS couple of options flow of chilled air and heat leakage.*

**Ключевые слова:** теплопритоки, математическая модель, холодильная машина, скорость движения воздуха.

**Keywords:** heat gains mathematical model, refrigerator, speed of air movement.

В процессе эксплуатации компрессионная холодильная машина испытывает воздействие различных факторов, влияющих на ее текущее энергопотребление. К таким факторам относятся: температура окружающего воздуха, физико-химическая стабильность рабочей среды, надежность и

стабильность уплотнений между дверью и шкафом холодильной машины и др. [1].

Представляет интерес вопрос разработки математической модели свободного истечения холодного воздуха из шкафа холодильной камеры при открывании ее дверей [2].

Относительно теплый воздух, окружающий холодильный прибор, имеет меньшую плотность, чем плотность воздуха, охлажденного в морозильном или холодильном отделении, что и обуславливает истечение охлажденного воздуха из холодильного шкафа. По существу происходит замещение охлажденного воздуха более теплым [3].

Определив значение и характер изменения скоростей истечения охлажденного воздуха в текущем времени за период нахождения двери холодильного шкафа в открытом состоянии, можно определить объем замещенного воздуха и, следовательно, необходимые энергозатраты для восстановления температуры в охлаждаемом отделении. Для этого решена задача

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{du}{dt} &= \rho F_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \mu \frac{\partial}{\partial x} (\operatorname{div} \bar{V}) - \frac{2}{3} \frac{\partial}{\partial x} (\mu \cdot \operatorname{div} \bar{V}), \\ \rho \frac{dv}{dt} &= \rho F_y - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + \mu \frac{\partial}{\partial y} (\operatorname{div} \bar{V}) - \frac{2}{3} \frac{\partial}{\partial y} (\mu \cdot \operatorname{div} \bar{V}), \\ \rho \frac{dw}{dt} &= \rho F_z - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + \mu \frac{\partial}{\partial z} (\operatorname{div} \bar{V}) - \frac{2}{3} \frac{\partial}{\partial z} (\mu \cdot \operatorname{div} \bar{V}). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Здесь  $u, v, w$  – проекции вектора скорости  $\bar{V}$  на оси  $Ox, Oy, Oz$ ;  $\bar{F} = (F_x; F_y; F_z)$  – вектор внешних объемных сил, действующих на газ в каждой точке пространства;  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости;

$$\operatorname{div} \bar{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}. \quad (3)$$

3). При моделировании принимаем допущение, что исследуемый воздух – газ совершенен, то есть давление  $p$ , плотность  $\rho$  и абсолютная температура  $T$  удовлетворяют уравнению состояния закона Менделеева-Клапейрона:

$$p = \frac{\rho R_0 T}{m}, \quad (4)$$

где  $R_0$  – универсальная газовая постоянная;  $m$  – молекулярная масса газа.

анализа скоростей движения потока охлажденного воздуха при открывании дверей камеры холодильной машины [4].

Рассмотрим общие закономерности, присущие рассматриваемой физической модели, описанные в работе [5]. В основу изучения движения вязкого газа положим следующие подходы.

1). Процесс характеризуется уравнением неразрывности движения [6]:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0. \quad (1)$$

2). В основу анализа процесса положены уравнения Навье-Стокса динамики вязкого газа, отнесенные к единице массы [7]:

4). Коэффициент удельной теплоемкости  $c$  не зависит от абсолютной температуры газа и является его физической константой.

5). При истечении газа учитывается только вязкость первого рода (сопротивление окружающего теплого воздуха потоку холодного воздуха). Коэффициент теплопроводности газа  $\lambda$  пропорционален коэффициенту динамической вязкости  $\mu$ , то есть выполняется критерий Прандтля:

$$\frac{\mu c}{\lambda} = \sigma = \text{const}. \quad (5)$$

Полагаем, что внешние силы на воздушный поток внутри холодильной машины не влияют. Для данной модели можно рассмотреть допущение:

$$F_x = 0; F_y = 0; F_z = -mg, \quad (6)$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести.

Поскольку воздушный поток предполагается несжимаемым, то

$$\operatorname{div} \bar{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \equiv 0. \quad (7)$$

Допуская, что истечение холодного воздуха из шкафа происходит без изменения в горизонтальном поперечном направлении, то есть что ординаты траекторий движения воздушных струй постоянны и изменение геометрии потока происходит только в плоскости XOZ, система (7) упрощается и будет иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{\partial u}{\partial x} u + \frac{\partial u}{\partial z} w \right) &= \frac{\mu}{\rho} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right), \\ \left( \frac{\partial w}{\partial x} u + \frac{\partial w}{\partial z} w \right) &= mg + \frac{\mu}{\rho} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right). \end{aligned} \right\} (8)$$

Так как система (8) содержит два уравнения и две неизвестные функции, то она является замкнутой. Далее систему (8) можно привести к виду, удобному для дальнейшего анализа:

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{\partial u}{\partial x} u + \frac{\partial u}{\partial z} w \right) &= -\frac{\mu k}{\rho} u^2, \\ \left( \frac{\partial w}{\partial x} u + \frac{\partial w}{\partial z} w \right) &= mg - \frac{\mu k}{\rho} w^2. \end{aligned} \right\} (9)$$

Система (9) является базовой для нахождения скоростей потока при его свободном истечении из холодильной камеры в стационарном режиме. Решение этой системы позволяет вычислять проекции вектора потока воздуха из камер холодильника.

Из системы (9) получены выражения модельной функции  $u(x, z)$ :

$$u(x, z) = \frac{e^{-x}}{C_3 + \frac{\mu k - \rho}{2\rho C_2} \int_0^z \sqrt{mg\rho + C_1 \mu k e^{-\frac{2\mu kt}{\rho}} e^{-\frac{2\mu kt}{\rho}}} dt}, \quad (10)$$

$$w(x, z) = \sqrt{\frac{mg\rho}{\mu k} + C_1 e^{-\frac{2\mu kz}{\rho}}} + \frac{C_2 e^{-\frac{2\mu kz}{\rho}} e^{-x}}{\sqrt{mg\rho + C_1 \mu k e^{-\frac{2\mu kz}{\rho}}}}. \quad (11)$$

Полученные математические выражения позволяют вычислять проекции скорости потока охлажденного воздуха и, следовательно, теплопритоки при открывании дверей камер холодильной машины. Опытным путем выполнено измерение скорости потока охлажденного воздуха для регламентированных условий. Рассогласование значений скоростей потока в эксперименте и полученных по формулам (10), (11) не превышает 10%. Сведения о теплопритоках в камеры холодильника используются при разработке новых технологий повышения энергетической эффективности компрессионных холодильных машин.

## ВЫВОДЫ

1. Для описания процесса формирования теплопритоков в камеры холодильной машины при открывании ее дверей приняты обоснованные допущения.

2. Методом анализа процесса движения охлажденного воздуха из камеры холодильной машины в окружающий воздух трехмерная модель, описывающая движение воздуха, переведена в двумерную модель.

3. Полученные математические выражения позволяют вычислять проекции скорости потока охлажденного воздуха, следовательно, и теплопритоки при открывании дверей камер холодильной машины.

1. Петросов С.П., Кожемьяченко А.В. Результаты испытаний агрегата бытового холодильного прибора в условиях воздействия эксплуатационных факторов // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2006. Прил. к № 9. С.107...110.

2. Dating R.O. Refrigerants: Service Pointers. – Refrigeration Service and Contracting. –V. 39, 1971. № 10. P. 38, 40...41.

3. Lemesko M.A., Duvanskaya E.V., Petrosov S.P., Kohanenko V.N. Mathematical Model of Refrigerated Air from the Fridge Speed Calculation // World Applied Sciences Journal. – 30(9), 2014, 1145-1151.

4. Лемешко М.А., Лалетин И.В., Мицик М.Ф. Определение скоростей движения охлажденного воздуха при открывании дверей шкафа бытового холодильного прибора [Электронный ресурс] // "Инженерный вестник Дона", 2011, № 4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011>

5. Лемешко М.А., Мицик М.Ф. Математическая модель свободного истечения охлажденного воздуха из камеры бытового холодильного прибора // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2013, № 4 (173). С. 16...18.

6. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – 5-е изд. – М.: Наука, 1978.

7. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1970.

1. Petrosov S.P., Kozhemjachenko A.V. Rezul'taty ispytaniy agregata bytovogo holodil'nogo pribora v uslovijah vozdejstvija jekspluatacionnyh faktorov // Izv. vuzov. Severo-Kavkazskij region. Serija: Tehnicheskie nauki. – 2006. Pril. k № 9. S.107...110.

2. Dating R.O. Refrigerants: Service Pointers. – Refrigeration Service and Contracting. –V. 39, 1971. № 10. R. 38, 40...41.

3. Lemesko M.A., Duvanskaya E.V., Petrosov S.P., Kohanenko V.N. Mathematical Model of Refrigerated Air from the Fridge Speed Calculation // World Applied Sciences Journal. – 30(9), 2014, 1145-1151.

4. Lemesko M.A., Laletin I.V., Micik M.F. Opredelenie skorostej dvizhenija ohlazhdenного vozduha pri otkryvanii dverej shkafa bytovogo holodil'nogo pribora [Elektronnyj resurs] // "Inzhenernyj vestnik Dona", 2011, № 4. – Rezhim dostupa: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011>

5. Lemesko M.A., Micik M.F. Matematicheskaja model' svobodnogo istechenija ohlazhdenного vozduha iz kamery bytovogo holodil'nogo pribora // Izv. vuzov. Severo-Kavkazskij region. Serija: Tehnicheskie nauki. – 2013, № 4 (173). S. 16...18.

6. Lojtcjanskij L.G. Mehanika zhidkosti i gaza. – 5-e izd. – М.: Nauka, 1978.

7. Korn G., Korn T. Spravochnik po matematike dlja nauchnyh rabotnikov i inzhenerov. – М.: Nauka, 1970.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования ТИ ИВГПУ. Поступила 24.11.14.

УДК 677.04:536.46

## МОДЕЛЬ ОСТАТОЧНОГО ГОРЕНИЯ ОБРАЗЦА ДВУМЕРНОГО ПЛОСКОГО ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

### MODEL OF RESIDUAL BURNING OF A SAMPLE OF 2D-FLAT TEXTILE MATERIAL

*Е.П. ЛАВРЕНТЬЕВА, К.Э. РАЗУМЕЕВ*

*E.P. LAVRENTYEVA, K.E. RAZUMEEV*

(ОАО "Инновационный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности",  
Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(JSC "Innovation Scientific-Producing Centre of Textile and Light Industry",  
Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: k.razumeev@rambler.ru

*Построена модель процесса распространения остаточного горения по поверхности образца плоского материала. Приведены примеры применения модели и оценки влияния температуры воспламенения и количества выделяемого тепла материала образца на динамику остаточного горения.*

*Described the model of the process of residual burning of the surface of 2D-flat sample of textile material. Examples of the usage of the mentioned model and of measurement of influence of the flaming temperature and quantity of heat release by the sample of the material on the dynamics of residual burning.*

**Ключевые слова:** текстильные материалы, остаточное горение, образец двумерного плоского материала.

**Keywords:** textile materials, residual burning, sample of 2D-flat material.

В российском и мировом текстиле все более актуальными становятся вопросы создания одежды и других текстильных материалов с высокими защитными свойствами, в том числе огне- и термозащитными.

Создание текстильных материалов с огнезащитными свойствами, как правило, достигается двумя способами: 1) специальной пропиткой тканей из натуральных волокон; 2) применением огнестойких химических волокон, как в чистом виде, так и в смеси с натуральными волокнами.

Эффективная защита от таких поражающих факторов, как лазер, ионизирующее облучение, сварка и брызги расплавленного металла, повышенные температуры в течение длительного времени, высокие температуры рабочих сред и поверхностей, окружающего воздуха, неожиданное воспламенение и другие, требуется широкому комплексу отраслей промышленности и ряду ведомств.

В зависимости от назначения к текстильным материалам в отношении огнестойкости предъявляются различные требования. С целью прогнозирования показателя огнестойкости разрабатываемых материалов и соответственно подбора способа достижения огнезащитных свойств целесообразно разработать модель остаточного горения.

В соответствии со стандартом [1] проверки огнезащитных свойств ткани небольшая область образца подвергается воздействию пламени горелки. В результате эта область ткани воспламеняется, то есть начинает гореть или тлеть, после чего горелка удаляется. После удаления горелки в зависимости от свойств материала и структуры ткани и ее огнезащитной обработки

горение или тление области либо продолжается в течение некоторого времени, после чего прекращается, либо может перейти на соседние участки ткани. В первом случае выделяющееся тепло может передаваться соседним участкам ткани, но не приводит к их возгоранию. Со временем это тепло рассеивается, и горение или тление области прекращается. В другом случае происходит возникновение новых очагов горения на соседних участках, что приводит к выделению дополнительного тепла, продлевая процесс горения или тления, который захватывает площадь образца, превышающую площадь первоначальной области горения. Уровень огнезащитных свойств ткани определяется продолжительностью отрезка времени, в течение которого затухает горение образца, по сравнению с заданным значением стандарта.

Известно, что процесс горения представляет собой сложное сочетание физических, химических и механических процессов, протекающих одновременно и во взаимодействии друг с другом. Поэтому попытки теоретического описания горения математическими методами разделились на две категории.

Первая категория методов ограничивается обобщенным описанием основных черт процесса горения на качественном или приближенном количественном уровне. Начало этим работам положили труды акад. Н.Н. Семенова по теории цепных реакций [2], акад. Я.Б.Зельдовича и проф. Д.А.Франк-Каменецкого по математической [3] и химической [4] теории горения и взрыва.

Вторая категория методов нацелена на получение конкретных количественных результатов. Для этого строят сложные си-

стемы дифференциальных и алгебраических уравнений. Их решение возможно численными методами на ЭВМ [5], [6]. Однако при этом требуется задать значения ряда параметров, получаемых из экспериментов. Практическая ценность получаемых результатов оказывается невысокой, поскольку они, несмотря на сложность модели, не дают удовлетворительной точности.

В данной работе мы придерживаемся первого подхода и рассматриваем частную задачу передачи тепла от области воздействия горелки к соседним областям, которая описывается уравнением:

$$\frac{\partial T(r, t)}{\partial t} = a^2 \Delta T(r, t) + q(r, t, T), \quad (1)$$

где  $T(r, t)$  – температура ткани в точке  $r$  в момент времени  $t$ ; параметр  $a$  – коэффициент

$$\frac{\partial T(r, t)}{\partial t} = a^2 \left( \frac{\partial^2 T(r, t)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T(r, t)}{\partial r} \right) + q(r, t, T), \quad 0 \leq r \leq R; \quad t \geq 0. \quad (3)$$

При отсутствии источника тепла вне первоначальной области горения (то есть при  $q(r, t, T) = 0$ ) уравнение (1) (или (3)) является однородным линейным, и его решение известно для разных краевых условий. Так, если функция  $\varphi(r)$  задает начальное распределение температуры образца  $T(r, 0) = \varphi(r)$ , то распределение температуры по поверхности в любой момент времени определяется интегралом свертки этой функции с функцией Грина  $G(r, r', t)$  для уравнения (1):

$$T(r, t) = \int_s G(r, r', t) \varphi(r') dr'. \quad (4)$$

Способы определения функции Грина описаны в литературе [7]. Например, если образец имеет форму круга с центром в начале координат, то для двумерной осесимметричной стационарной задачи функция Грина равна:

$$G(r, r') = \ln \frac{1}{r} - \ln \frac{R/r^0}{r'}, \quad (5)$$

ент температуропроводности;  $\Delta$  – оператор Лапласа;  $q(r, t, T)$  – интенсивность источника тепловой энергии в точке  $r$  в момент времени  $t$ . Параметр  $a$  равен:

$$a = \sqrt{\frac{k}{C\rho}}, \quad (2)$$

где  $k$  – коэффициент теплопроводности материала в соответствии с законом теплопроводности Фурье;  $C$  – удельная теплоемкость;  $\rho$  – объемная удельная плотность материала.

Рассматриваем передачу тепла только в материале ткани, причем область начального горения считаем точечной, а материал изотропным. Тогда задачу можно считать двумерной и осесимметричной, что позволяет представить уравнение (1) в виде:

где  $R$  – радиус круга;  $r^0$  – точка, сопряженная к точке  $r'$  относительно окружности.

Присутствие в уравнении (3) функции  $q(r, t, T)$ , зависящей не только от координаты  $r$  и времени  $t$ , но и температуры  $T(r, t)$  делает уравнение (3) нелинейным и неоднородным. Решение таких уравнений осуществляется численными методами и изучено в значительно меньшей степени [8]. Поэтому была разработана компьютерная программа для численного решения уравнения (3). Приведем некоторые результаты этого решения.

Моделировался образец материала, у которого область горения имела форму круга единичного радиуса. Наибольший радиус распространения тепла принят равным  $R = 50$  ед. Рассмотрено распространение тепла от области горения по плоскости образца симметрично в течение  $T = 100$  с. Температура в области горения в начальный момент равна  $T_s = 1200^\circ\text{C}$ , а остальной поверхности образца  $20^\circ\text{C}$ . Понижение температуры в точке горения во времени

происходит по закону, который можно аппроксимировать известной функцией:

$$T(0, t) = \frac{T_s}{\sqrt{t}} \exp\left(-\frac{bT_s}{\sqrt{t}}\right). \quad (6)$$

Константа  $b$  зависит от свойств материала и определяет скорость снижения температуры. Функция  $q(r, t, T)$  задана выражением  $q(r, t, T) = Q \cdot Y(T(r, t) - T_f)$ , где  $Q$  – выделение тепла при горении единицы площади материала в единицу времени;  $Y(z - z_a)$  – единичная ступенчатая функция Хевисайда со "ступенькой" в  $z_a$ ;  $T_f$  – тем-

пература возгорания материала. Такой вид функции  $q(r, t, T)$  позволяет смоделировать ситуацию, когда при температуре материала ниже  $T_f$  возгорания новых участков не происходит, а при превышении пороговой температуры  $T_f$  участок материала загорается и становится новым источником тепловой энергии. Значения параметров функции выбраны равными  $T_f = 730^\circ\text{C}$  и  $Q = 30^\circ\text{C s}^{-1}$ . Полученное при этих значениях температурное поле  $T(r, t)$  представлено на рис. 1 (распространение остаточного горения при высокой температуре воспламенения материала образца).

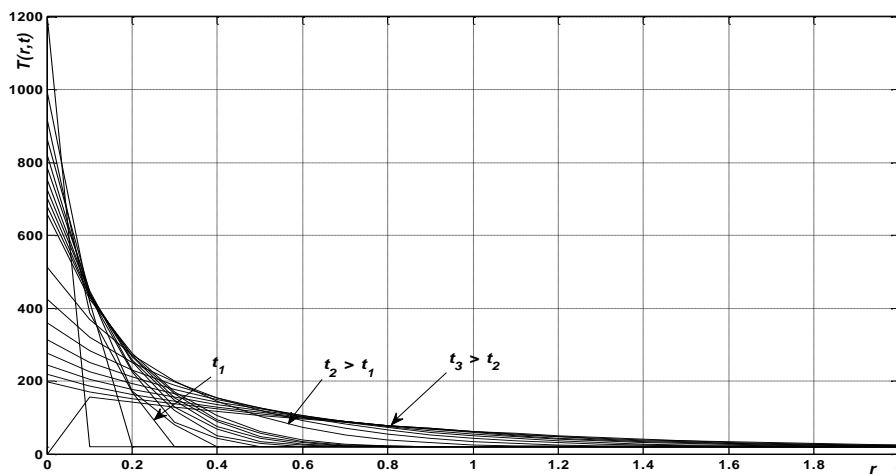


Рис. 1

Из графика на рис. 1 видно, как с течением времени повышение температуры передается все более удаленным участкам материала, в то время как температура в точке начального горения ( $r = 0$ ) понижается.

Некоторый излом кривых в окрестности температуры  $T_f = 730^\circ\text{C}$  говорит о возгорании некоторых участков материала с последующим быстрым затуханием.

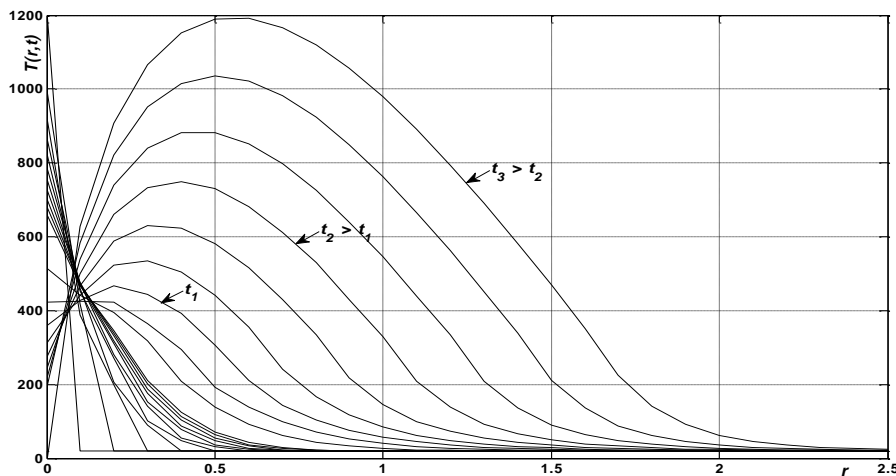


Рис. 2



Если рассматривать остаточное горение (или тление) образца, у которого более низкая температура воспламенения (в рассматриваемом примере при  $T_f < 370^\circ\text{C}$ ), то происходит воспламенение прилегающих к первоначальному участку областей образца, и зона горения распространяется по его поверхности. Модель показывает проявление этого эффекта, что наглядно видно на графиках (рис. 2 – распространение остаточного горения при низкой температуре воспламенения материала образца) изменения распределения температуры по радиусам от начальной области горения ( $r = 0$ ) во времени.

Аналогичный эффект наблюдается и в случае, когда количество выделяемого при горении тепла оказывается достаточно большим для воспламенения соседних областей образца (рис. 3 – распространение остаточного горения при высоком тепловыделении горящих участков образца). Кривые на рис. 3 получены при условиях, когда температура воспламенения достаточно высока, чтобы материал не мог воспламениться от первоначального участка горения, но большое количество тепла, выделяемого при возгорании соседних областей, приводит к распространению горения по поверхности.

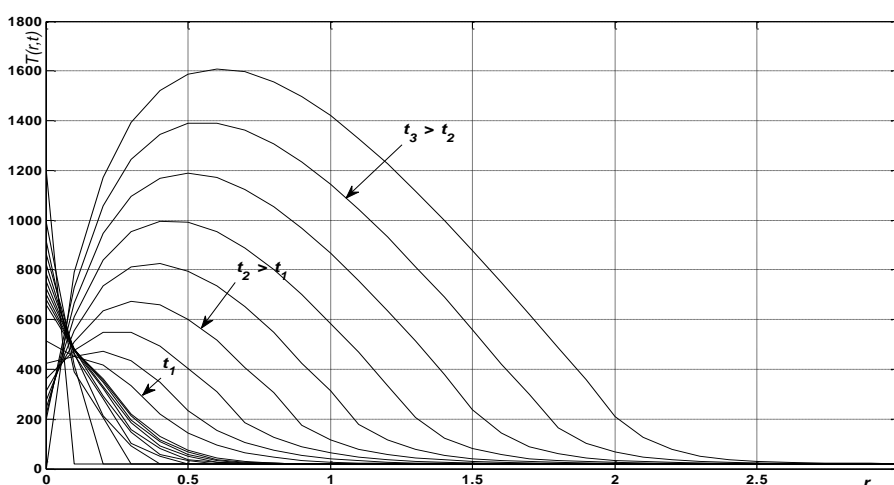


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

1. Построена математическая модель процесса распространения остаточного горения по поверхности образца плоского материала. Модель описывается нелинейным нестационарным дифференциальным уравнением в частных производных.

2. Разработан алгоритм численного решения дифференциального уравнения при краевых условиях, соответствующих условиям проведения испытаний образца на устойчивость к горению.

3. Приведены примеры применения модели и оценки влияния температуры воспламенения и количества выделяемого тепла материала образца на динамику остаточного горения.

## ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 15898–70. Ткани льняные и полульняные. Метод определения огнестойкости.
- Семенов Н.Н. Цепные реакции. – Л.: Госхимиздат, 1934.
- Зельдович Я.Б., Баренблатт Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. – М.: Наука, 1980.
- Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. – М.: Наука, 1987.
- Пашков Л.Т. Основы теории горения. – М.: Изд. МЭИ, 2002.
- Гришин А.М., Пугачева П.В. Аналитическое решение задачи о зажигании стены деревянного дома в результате действия фронта лесного пожара // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2010, №3(11). С.88..94.
- Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1999.

8. Голятина Р.И., Ткачев А.Н., Яковенко С.И. Расчет тепловой волны поглощения лазерного излучения в волоконном световоде на основе двумерного нестационарного уравнения теплопроводности // Журнал технической физики. – 2005, т.75, вып.2. С.94...98.

#### REFERENCES

1. GOST 15898–70. Tkani l'njanye i polul'njanye. Metod opredelenija ognestojkosti.

2. Semenov N.N. Сепные реакции. – L.: Goshim-izdat, 1934.

3. Zel'dovich Ja.B., Barenblatt G.I., Librovich V.B., Mahviladze G.M. Matematicheskaja teorija gorenija i vzryva. – M.: Nauka, 1980.

4. Frank-Kameneckij D.A. Diffuzija i teploperedacha v himicheskoj kinetike. – M.: Nauka, 1987.

5. Pashkov L.T. Osnovy teorii gorenija. – M.: Izd. MJeI, 2002.

6. Grishin A.M., Pugacheva P.V. Analiticheskoe reshenie zadachi o zazhiganii steny derevjannogo doma v rezul'tate dejstvija fronta lesnogo požara // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Matematika i mehanika. – 2010, №3(11). S.88...94.

7. Tihonov A.N., Samarskij A.A. Uravnenija matematicheskoi fiziki. – M.: Nauka, 1999.

8. Goljatina R.I., Tkachev A.N., Jakovenko S.I. Raschet teplovoj volny pogloshhenija lazernogo izluchenija v volokonnom svetovode na osnove dvumernogo nestacionarnogo uravnenija teploprovodnosti // Zhurnal tehniczeskoj fiziki. – 2005, t.75, vyp.2. S.94...98.

Рекомендована Ученым советом ОАО "ИНПЦ ТЛП". Поступила 08.02.16.

УДК 677.019

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ НИТИ  
В СТРУКТУРЕ ТРЕХМЕРНОЙ ТКАНИ\***

**DEFINITION OF A CROSS PROFILE OF A THREAD  
IN STRUCTURE OF THREE-DIMENSIONAL FABRIC**

*В.А. ИВАНОВСКИЙ*  
V.A. IVANOVSKY

(Костромской государственной технологической университет)  
(Kostroma State Technological University)

E-mail: info@kstu.edu.ru

*Работа посвящена вопросу распознавания поперечного профиля нити в структуре трехмерной ткани. Предложена методика использования двумерного вейвлет-преобразования для определения центра поперечника нитей. Применен двумерный вейвлет French Hat.*

*The work is devoted to a question of recognition of a cross profile of a thread in structure of three-dimensional fabric. The technique of use of a two-dimensional wavelet transformation for definition of the center of diameter of a thread is offered. It is applied two-dimensional wavelet by French Hat.*

**Ключевые слова:** двумерное вейвлет-преобразование, распознавание нитей трехмерной ткани, компьютерная томография, композитные материалы.

**Keywords:** two-dimensional wavelet-transformation, recognition of threads of three-dimensional fabric, computer tomography, composite materials.

Трехмерные ткани имеют сложную структуру с пересечением нитей в различных направлениях. В результате на томограммах образы поперечников нитей не всегда понятны и различимы даже человеку (рис. 1-а).

Также образ поперечника нити может быть в какой-либо мере искажен вследствие ее частичной деформации (рис. 1-б), могут быть различны яркость и контрастность изображений нитей (рис. 1-в).

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук С.Н.Титова.

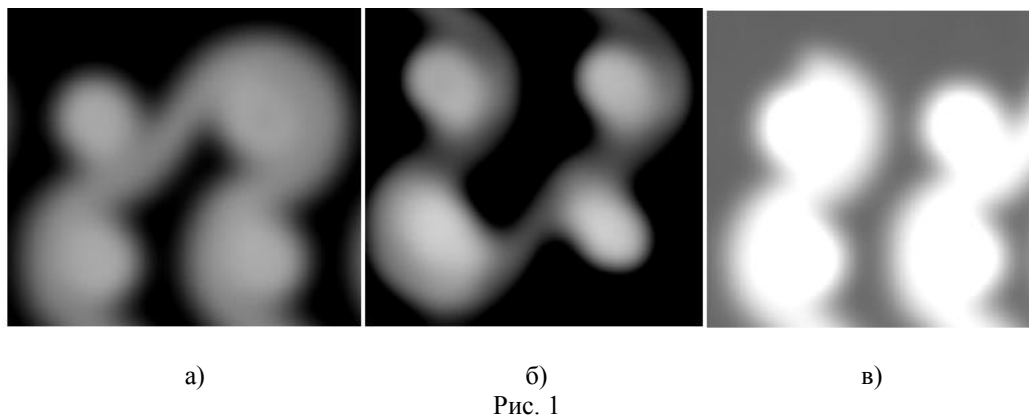


Рис. 1

Для решения нашей задачи требуется распознать профили нитей, расположенных перпендикулярно изображению [1...10].

Одним из эффективнейших средств при анализе данных, в том числе и двумерных (изображений), является вейвлет-преобразование [11].

Для выделения образа поперечника нити предлагается использование двумерного вейвлет-преобразования в частном виде – с фиксированным масштабом

вейвлета. Так как профиль поперечника нити близок к кругу, то можно использовать двумерный вейвлет, поверхность которого образована при помощи вращения вейвлета FHAT (French Hat) (рис. 2-а) вокруг своей оси (рис. 2-б). При этом его проектирование предлагается осуществить в зависимости от вводимого заранее условного диаметра используемых в изделии нитей.

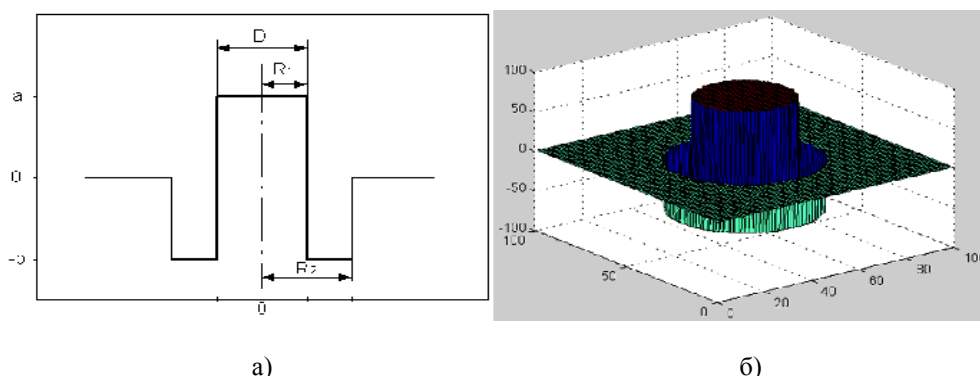


Рис. 2

Предположим условный диаметр нити  $d$ . Тогда радиус положительной части вейвлета принимаем  $R_1 = D/2$ , радиус отрицательной его части будет  $R_2 = 1,5R_1$ . Поверхность вейвлета размещаем на двумерной матрице размерами  $N \times M$ . Задаем  $N=M=2D$ . Размещаем центр поверхности вейвлета в центре двумерной матрицы. Расстояние каждой точки до центра вейвлета вычисляем по следующей формуле:

$$R_i(x, y) = \sqrt{|x - x_0|^2 + |y - y_0|^2}.$$

Формула функции-вейвлета примет следующий вид:

$$\psi_i(x, y) = \begin{cases} a, & R_i(x, y) \leq R_1, \\ -b, & R_1 < R_i(x, y) \leq R_2, \\ 0, & R_i(x, y) > R_2. \end{cases}$$

Принимаем значение  $a$  равным максимальному значению оттенка серого цвета. Значение  $b$  вычисляем по формуле:

$$b = \frac{S_{R_1} a}{S_{R_2} - S_{R_1}},$$

где  $S_{R_1} = \pi R_1^2$ ,  $S_{R_2} = \pi R_2^2$ .

С целью ускорения процесса вычисления вейвлет-преобразования представляется целесообразным обрабатывать поочередно фрагменты томограммы размерами, равными размерам матрицы вейвлет-функции ( $N \times M$ ) с координатами центра фрагмента ( $x_s, y_s$ ). Тогда с учетом того, что масштаб вейвлета остается постоянным и смещения функции вейвлета не происходит, а смещается исследуемая область в матрице томограммы, формула вейвлет-преобразования будет следующей:

$$W(x_s, y_s) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} \psi(x, y) f(x, y),$$

где  $f(x, y)$  – двумерная матрица единичного обрабатываемого фрагмента;  $x_s = 0, 1, 2 \dots K$ ;  $y_s = 0, 1, 2 \dots P$ ;  $K, P$  – координаты окончания матрицы изображения томограммы.

Для устранения краевых эффектов к матрице изображения томограммы добавляется матрица нулевых значений.

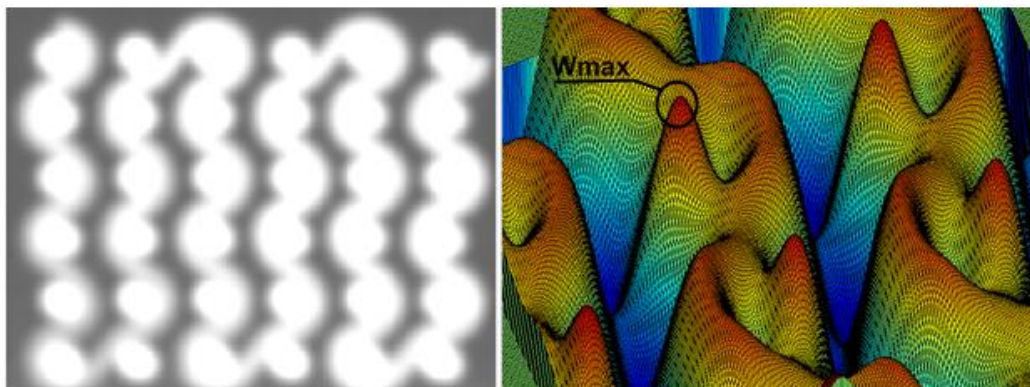


Рис. 3

На рис. 3-а показана томограмма исследуемой ткани, а на рис. 3-б – фрагмент результата вейвлет-преобразования  $W(x_s, y_s)$ . Отчетливо видны пики значений ( $W_{i \max}$ ) в местах прохождения нитей, расположенных перпендикулярно изображению. Эти максимальные значения являются центрами поперечников нитей данной системы.

## ВЫВОДЫ

Применение двумерного вейвлет-преобразования в частном виде, а также использование двумерного вейвлета, спроектированного на основе French Nat, позволило определить на томограммах трехмерной ткани центры поперечников исследуемых нитей. Решение данной задачи дает возможность выделить нити и определить параметры их геометрического расположения в трехмерном армирующем каркасе изделий из композитных материалов, что в свою очередь делает возможным сравнение

изготовленного образца трехмерной армирующей структуры с его компьютерной моделью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бенецкая В.В., Селиверстов В.Ю., Киселев А.М., Рудовский П.Н., Киселев М.В. Моделирование структуры тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.23...28.
2. Tong L., Mouritz A.P., Bannister M.K. 3DFibre Reinforced Polymer Composites // Elsevier. – 2002.
3. Ивановский В.А. Диагностика армирующих тканых структур при производстве композитных материалов // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2013, №1(30). С. 47...49.
4. Некрасова Н.П. Анализ существующих методов неразрушающего контроля параметров строения ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №4. С.54...56.
5. Стенюгина О.В., Коробов Н.А., Гусев Б.Н., Алешина Д.А. Определение геометрических характеристик петлеобразования трикотажного полотна по компьютерному изображению // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С.134...136.

6. Землякова И.В., Каминская Л.А. Неразрушающий метод определения длины нити в петле трикотажного полотна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С.113...116.

7. Волгин А.Б., Рудовский П.Н. Обработка и распознавание цифрового изображения самокрученных нитей с целью определения значения и направления крутки // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2012, №2. С.37...38.

8. Павлихина И.Ю., Сумарукова Р.И. Исследование расположения нитей в многослойной ткани облепленного типа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №4. С.28...31.

9. Ивановский В.А. Развитие систем неразрушающего контроля армирующих тканых структур // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 151...155.

10. Ивановский В.А. Анализ компьютерных томографов для дефектоскопии цельнотканых армирующих структур // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С. 20...23.

11. Ивановский В.А. Применение вейвлет-анализа при распознавании дефектов ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С.124...126.

#### REFERENCES

1. Beneckaja V.V., Seliverstov V.Ju., Kiselev A.M., Rudovskij P.N., Kiselev M.V. Modelirovanie struktury tkaney // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3. S.23...28.

2. Tong L., Mouritz A.P., Bannister M.K. 3DFibre Reinforced Polymer Composites // Elsevier. – 2002.

3. Ivanovskij V.A. Diagnostika armirujushhikh tkanyh struktur pri proizvodstve kompozitnyh materialov // Vestnik Kostromskogo gos. technolog. un-ta. – 2013, №1(30).S. 47...49.

4. Nekrasova N.P. Analiz sushhestvujushhikh metodov nerazrushajushhego kontrolja parametrov stroenija tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №4. S.54...56.

5. Stenjugina O.V., Korobov N.A., Gusev B.N., Aleshina D.A. Opredelenie geometricheskikh harakteristik petleobrazovanija trikotazhnogo polotna po komp'juternomu izobrazheniju // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №1. S.134...136.

6. Zemljakova I.V., Kaminskaja L.A. Nerazrushajushhij metod opredelenija dliny niti v petle trikotazhnogo polotna // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4. S.113...116.

7. Volgin A.B., Rudovskij P.N. Obrabotka i raspoznavanie cifrovogo izobrazhenija samokruchenyh nitej s cel'ju opredelenija znachenija i napravlenija krutki // Vestnik Kostromskogo gos. technolog. un-ta. – 2012, №2. S.37...38.

8. Pavlihina I.Ju., Sumarukova R.I. Issledovanie raspolozhenija nitej v mnogoslujnoj tkani oblegchennogo tipa // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №4. S.28...31.

9. Ivanovskij V.A. Razvitie sistem nerazrushajushhego kontrolja armirujushhikh tkanyh struktur // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №1. S. 151...155.

10. Ivanovskij V.A. Analiz komp'juternyh tomografov dlja defektoskopii cel'notkanyh armirujushhikh struktur // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3. S. 20...23.

11. Ivanovskij V.A. Primenenie vejvlet-analiza pri raspoznavanii defektov tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5. S.124...126.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 04.02.15.

УДК 677.022:19.86

## КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

### A COMPUTER MODEL OF CHANGE CHARACTERISTICS FIBROUS MATERIAL IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS

*П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, К.В. ОРДОВ, Т.А. САМОЙЛОВА, В.В. МОНАХОВ*  
*P.A. SEVOSTYANOV, K.V. ORDOV, T.A. SAMOYLOVA, V.V. MONAKHOV*

(Московский государственный университет дизайна и технологии,  
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова)

(Moscow State University of Design and Technology,  
Plekhanov Russian University of Economics)

E-mail: petrsev46@yandex.ru

*В статье предложена компьютерная модель преобразования в технологическом процессе распределений таких характеристик волокон, как длины и тонины. Применение модели продемонстрировано на примере реальных данных для волокон шерсти.*

*The paper proposed a computer model of transformation in the technological process of the distributions of such characteristics of the fibers, as length and fineness. Application for the model is demonstrated using real data for wool fibers.*

**Ключевые слова:** характеристики волокон, распределения, корреляция, статистическое моделирование, волокна шерсти.

**Keywords:** fiber's characteristics, distributions, correlation, statistical modeling, wool fibers.

Преобразование потока волокнистого материала в любом технологическом процессе (ТП) проявляется в изменении распределения характеристик волокон, например, их длины  $L$  и тонины  $D$  [1], [2]. Распределение волокон  $f(L)$ , полученное экспериментальным путем, описывается гистограммой  $pL(k)$ . При обработке данных на компьютере или моделировании непрерывное распределение  $f(L)$  также заменяют дискретным распределением по интервалам значений. В линейном приближении взаимосвязь между распределениями волокон на входе  $pL_0$  и выходе  $pL_1$  ТП можно представить интегральным преобразованием:

$$pL_1(k) = \sum_{j=1}^{j_{\max}} gL(k, j)pL_0(j), \quad k = 1, \dots, k_{\max}. \quad (1)$$

Ядро преобразования  $gL(k, j)$  является математическим описанием ТП с точки зрения преобразования длины волокон  $L$ .

Обозначим  $M$  массу волокон в потоке на входе ТП. В этом потоке масса волокон, имеющих длину в  $i$ -м интервале длин, равна  $pL_1(i)M$ . Обозначим долю массы волокон, перешедших в отходы, величиной  $(1 - a)$ . Масса волокон из  $i$ -го интервала в выходящем потоке равна  $pL_2(i)aM$ . Очевидно, что эти две величины для каждого класса связаны одним из трех соотношений:

$$pL_1(i)M \begin{cases} = \\ > \\ < \end{cases} pL_2(i)aM, \quad i = 1, \dots, m. \quad (2)$$

Равенство в (2) означает, что волокна этого интервала длин переходят без изменений в выходящий поток за исключением части, выпадающей в отходы. Неравенство ( $>$ ) в (2) означает, что часть волокон этого интервала либо перешла в отходы в долевой величине, превышающей среднюю долю отходов  $(1 - a)$ , либо разорвалась и перешла в меньшие по номеру  $i$  интервалы длин. Неравенство ( $<$ ) в (2) означает, что часть волокон, относившихся к интервалам  $j > i$ , в ТП разорвались, и образовавшиеся более короткие волокна имели длину, соответствующую  $i$ -му интервалу.

Для выравнивания правой и левой частей соотношения (2) введем множители  $b(i)$ :

$$b(i)pL_1(i)M = pL_2(i)aM, \quad i = 1, \dots, m. \quad (3)$$

Их значения легко вычисляются по известным оценкам распределений и средней доле отходов:

$$b(i) = \frac{a pL_2(i)}{pL_1(i)}, \quad i = 1, \dots, m. \quad (4)$$

Сравнивая  $b(i)$  с единицей, можно сделать вывод о том, что происходит в ТП с волокнами  $i$ -го интервала.

В ТП изменения характеристик волокон в потоках на входе и выходе машины, например, распределения  $L$  и  $D$  волокон, взаимосвязаны. Взаимосвязь между ними является корреляционной и в простейшем

случае описывается коэффициентом корреляции  $r$ . Его значение неодинаково для разных партий волокнистого материала. Можно лишь утверждать, что, например, для волокон шерсти он положительный  $0 < r < 1$  и принимает значения из середины указанного диапазона.

Исследуем изменения распределений двух коррелированных величин методом статистического моделирования [2], [5]. Значения коррелированных случайных величин  $\ell$  и  $d$  можно получить линейным преобразованием двух некоррелированных величин  $z_1$  и  $z_2$  с нулевыми средними и единичными дисперсиями:

$$\begin{aligned} x_1 &= az_1 + bz_2, \\ x_2 &= bz_1 + az_2, \\ \ell &= (x_1 - mL) / \sigma L, \\ d &= (x_2 - mD) / \sigma D. \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь  $mL$ ,  $mD$ ,  $\sigma L$  и  $\sigma D$  – средние и среднеквадратические отклонения длины и тонины. Можно показать, что если  $a = \cos\theta$  и  $b = \sin\theta$ , то угол  $\theta = 0,5 \arcsin(r)$ . Это позволяет построить соответствующий алгоритм моделирования коррелированных величин с заданными средними, дисперсиями и коэффициентом корреляции. Для анализа использованы два модельных распределения:

экспоненциальное и равномерное – для некоррелированных величин, и распределения их линейных преобразований при  $r = 0,33$  и при  $r = 0,85$ . Все гистограммы были построены по одинаковым объемам выборок ( $n = 3000$ ) и с одинаковым числом интервалов. Из полученных гистограмм следует, что даже при незначительном коэффициенте корреляции распределения заметно изменяют свою форму, особенно на "хвостах". При высокой корреляции между переменными распределения зависимых переменных могут сильно отличаться от распределений как независимых величин, так и от своих распределений, но с малым коэффициентом корреляции. Если учесть, что коэффициент корреляции между переменными может изменять значение в результате ТП, то все эти особенности поведения распределений следует учитывать при анализе распределений.

Даже наиболее совершенные современные приборы не позволяют получить двумерные распределения для волокнистых продуктов. Поэтому при анализе ТП следует исходить из данных, получаемых от существующих приборов и их возможностей [3]. В табл. 1 приведены такие данные для волокон шерсти после лабазы, разделенные по классам длины и тонины [4].

Т а б л и ц а 1

Инт.,мм	масса, г	%	D, mean	Nm fbr	Инт.,мм	масса, г	%	D, mean	Nm fbr
0...10	0,018	1,80	29,94	628	130...140	0,06	6,00	22,00	4300
10...20	0,015	1,50	23,79	872	140...150	0,046	4,60	22,87	3965
20...30	0,014	1,40	25,07	686	150...160	0,091	9,10	23,56	4439
30...40	0,017	1,70	29,07	412	160...170	0,053	5,30	22,16	4533
40...50	0,022	2,20	32,46	582	170...180	0,041	4,10	24,68	3634
50...60	0,021	2,10	32,17	881	180...190	0,035	3,50	25,02	3010
60...70	0,03	3,00	25,55	1251	190...200	0,025	2,50	25,38	3950
70...80	0,037	3,70	23,19	2868	200...210	0,024	2,40	28,66	3004
80...90	0,042	4,20	22,32	3320	210...220	0,02	2,00	28,53	2873
90...100	0,082	8,20	22,09	4097	220...230	0,024	2,40	33,64	2409
100...110	0,06	6,00	22,76	4419	230...240	0,015	1,50	28,46	1662
110...120	0,054	5,40	23,32	4040	240...250	0,009	0,90	40,23	998
120...130	0,061	6,10	22,84	3070	250...260	0,006	0,60	36,62	575

В системе Matlab была разработана процедура генерации случайных чисел в соответствии с полученной гистограммой волокон. На рис. 1 и 2 приведены примеры работы

этой процедуры для выборочных одномерных распределений волокон шерсти по длине и тонине для образцов из лабазов.



На рис. 1 представлены экспериментальное и модельное распределения длин волокон шерсти, а на рис. 2 – модельное распределение тонины волокон шерсти.

Видна хорошая согласованность между выборочным распределением экспериментальных данных – длин волокон и гистограммой, полученной по сгенерированной

выборке 100000 моделируемых длин волокон. Эти процедуры и данные табл. 1 позволили построить программную процедуру для генерации модельных выборок двумерного распределения волокон шерсти по длине и тонине. Пример работы процедуры для волокон с лабаза в виде двумерной гистограммы приведен на рис. 3.

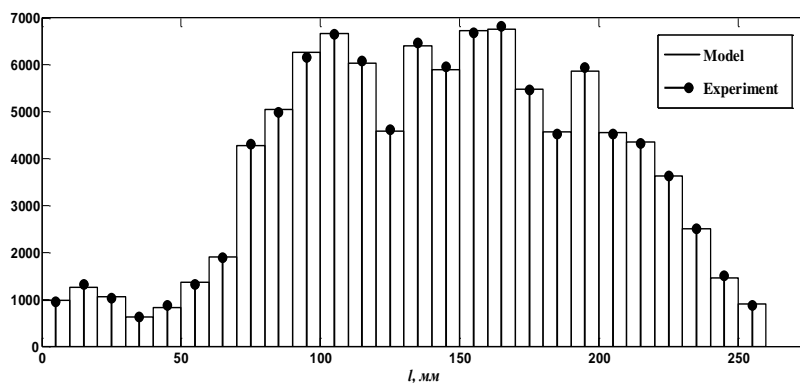


Рис. 1

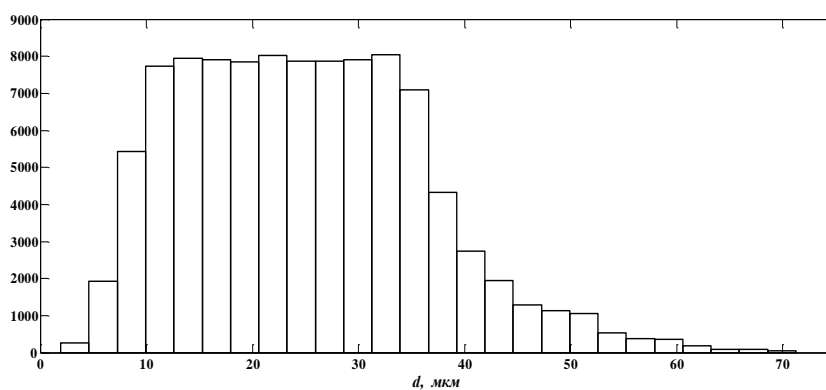


Рис. 2

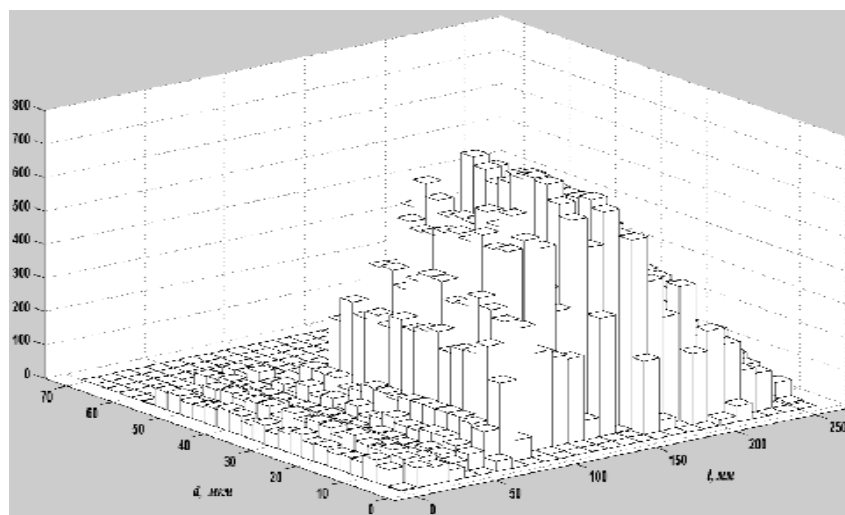


Рис.3

## ВЫВОДЫ

1. Предложен критерий оценки изменения длины и тонины волокон в технологическом процессе при анализе интервалов гистограмм распределения волокон.

2. Построен алгоритм моделирования двумерного распределения волокон по длине и тонине на основе информации об одномерных распределениях и коэффициенте корреляции, работа которого продемонстрирована на данных натурального эксперимента с волокнами шерсти.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Винтер Ю.М.* Определение наилучшего показателя неравномерности распределения смеси волокон в тангенциальном направлении сечения пряжи методом статистического моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №3. С.105...109.

2. *Севостьянов П.А., Забродин Д.А., Дасюк П.Е.* Компьютерное моделирование в задачах исследования текстильных материалов и производств. – М.: "Тисо Принт", 2013.

3. *Гусев Б.Н.* Разработка методов получения диагностической информации в прядильном производстве: Дис.... докт. техн. наук. – Иваново, 1990.

4. *Битус Е.И.* Моделирование рассортировки волокон шерсти по длине при гребнечесании с учетом их разрыва // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №6. С.28...32.

5. *Севостьянов П.А.* Компьютерное моделирование технологических систем и продуктов прядения. – М.: Информ-Знание, 2006.

## REFERENCES

1. *Vinter Ju.M.* Opredelenie nailuchshego pokazatelja neravnomernosti raspredelenija smesi volokon v tangencial'nom napravlenii sechenija prjazhi metodom statisticheskogo modelirovanija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №3. S.105...109.

2. *Sevost'janov P.A., Zabrodin D.A., Dasjuk P.E.* Komp'juternoe modelirovanie v zadachah issledovanija tekstil'nyh materialov i proizvodstv. – М.: "Tiso Print", 2013.

3. *Gusev B.N.* Razrabotka metodov poluchenija diagnosticheskoy informacii v prjadil'nom proizvodstve: Dis.... dokt. tehn. nauk. – Ivanovo, 1990.

4. *Bitus E.I.* Modelirovanie rassortirovki volokon shersti po dline pri grebnechesanii s uchetom ih razryva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2002, №6. S.28...32.

5. *Sevost'janov P.A.* Komp'juternoe modelirovanie tehnologicheskikh sistem i produktov prjadenija. – М.: Inform-Znanie, 2006.

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем и обработки информации и управления. Поступила 29.05.15.

УДК 677.6:624.042

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБКИХ, УДАРОПОГЛОЩАЮЩИХ ОБОЛОЧЕК  
ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИЯХ**

**DESIGN FLEXIBLE, SHOCK-ABSORBING SHELLS  
UNDER STATIC AND DYNAMIC LOADING**

*А.М. КИСЕЛЕВ, М.В. КИСЕЛЕВ*  
*A.M. KISELYOV, M.V. KISELYOV*

(Костромской государственной технологической университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: info@kstu.edu.ru

*В статье приводятся результаты проектирования гибких оболочек, исходя из заданных требований технического задания. Для решения задачи проектирования толщины оболочки выполнены расчеты ее напряженно-деформированного состояния при статическом давлении в 1,4 атм и динамическом ударе индентором с энергией 35 Дж. Задача построения математической модели НДС оболочки решалась численным методом конечных элементов. Поиск значения толщины оболочки в зависимости от воздействия внешних факторов осуществлялся методом итерации с выбором начального приближения. В результате расчетов даны конкретные обоснованные рекомендации по материалу и толщине оболочки, удовлетворяющей условиям ТЗ.*

*The article presents the results of the design of flexible membranes based on the specified requirements of technical specifications. For the solution of task of designing the shell thickness calculations made it stress-strain state etc. static pressure of 1.4 atm and dynamic impact indenter 35 J of energy. The problem of constructing a mathematical model of the VAT shell is solved numerically by finite element method. Search shell thicknesses depending on external factors was performed by iteration with the choice of the initial approximation. The calculations are based recommendations on specific material and thickness of the shell, satisfying the conditions of the terms of reference.*

**Ключевые слова:** композиционные материалы, прогнозирование, математическое моделирование, программное обеспечение.

**Keywords:** composite materials, forecasting, simulation, software.

Современные текстильные материалы, особенно синтетические, такие как полиамид, стекловолокно, арамидные, базальтовые и углеродные волокна, широко используются для производства композиционных материалов, испытывающих в процессе эксплуатации нагрузки различного характера, в том числе динамические [1...6]. Области применения таких материалов являются бронежилеты, геотекстильные материалы для дорожных покрытий, гибкие оболочки силовых конструкций для гашения кинетической энергии факторов внешней среды. Как структура любых новых материалов, так и структура подобных композиционных материалов до их изготовления должна быть предварительно спроектирована для обеспечения заданных технических характеристик.

В данной статье рассматривается задача проектирования гибкой, ударопрочной оболочки, исходя из конкретных требований промышленного предприятия. Исходными техническими требованиями для проектирования гибкой оболочки являлись следующие.

1. Оболочка должна выдерживать внутреннее избыточное давление до 1,4 атм.

2. Оболочка должна обладать высокими ударопоглощающими и влагозащитными свойствами и сохранять герметичность конструкции при ударных воздействиях с энергией 35 Дж.

3. Оболочка воспринимает только мембранные усилия на растяжение.

4. Принципиальная схема сетчатой композитной конструкции оболочки представлена на рис. 1.

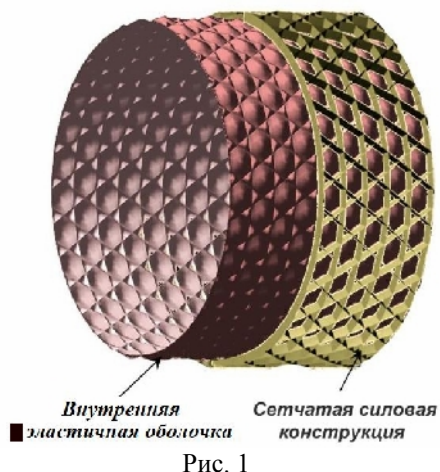


Рис. 1

Исходя из технических требований, материал внутренней обшивки должен обладать стабильными и ударопрочными свойствами. Поскольку натуральные волокна не обладают стабильностью физико-механических свойств (их разброс составляет величину до 1 порядка [7]), то наиболее подходящим материалом для оболочки будут синтетические волокна. Из них, с учетом требований ТЗ и физико-механических свойств материалов, выбран полиамид 6 [8].

Получение внутренней эластичной оболочки осуществляется с применением процесса плетения из лент с последующим применением препреговых технологий для получения герметичного монолитного композиционного материала. При математическом моделировании внутренняя оболочка представлялась в виде цельковой мембраны, соприкасающейся с ячейкой силовой сетчатой конструкции. Для расчета механических характеристик всей внутренней эластичной оболочки выбрана ее ячейка периодичности в связи с повторяющейся регулярной сеткой для уменьшения времени расчета.

Для обеспечения пункта 1 технического задания был выполнен расчет методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния внутренней оболочки при статическом нагружении. В качестве программного обеспечения выбран ППП ANSYS ver. 12.0.

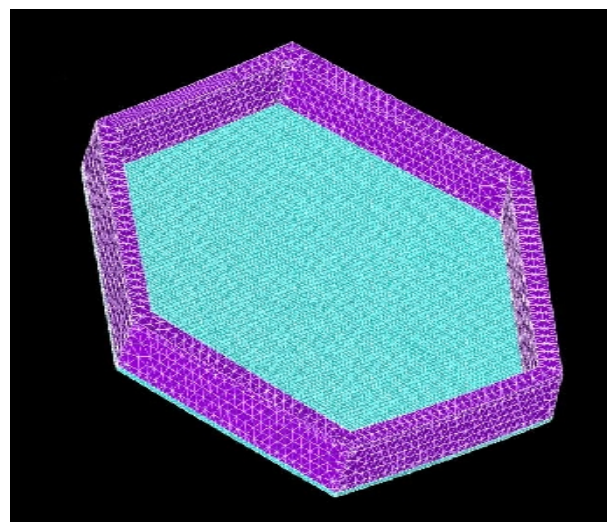


Рис. 2

Первым этапом решения задачи с применением метода конечных элементов является построение геометрической модели исследуемого объекта по данным ТЗ. В данном случае это контактные пары ячейки жесткого каркаса и внутренней оболочки. Построенная геометрическая модель, а также разбиение ее на конечные элементы представлено на рис. 2.

Задачей проектирования структуры композиционного материала в данном случае является определение его толщины, исходя из требований пунктов 1 и 2 ТЗ. Решение задачи будем осуществлять методом простой итерации с выбором начального приближения. В представленной модели толщина внутренней оболочки принята в качестве начального приближения равной 2 мм. В дальнейших расчетах предстоит решить задачу оптимизации толщины оболочки исходя из динамических расчетов. При задании физико-механических свойств оболочки предполагаем, что ее свойства идентичны свойствам чистого полиамида 6 [8]. Прикладывая граничные условия для решения задачи в виде жесткого закрепления каркаса и равномерного давления, действующего перпендикулярно оболочке и равного 1,4 атм, получаем картину распределения интенсивности

напряжений при статическом нагружении. Результаты расчетов при толщине оболочки 2 мм представлены на рис. 3.

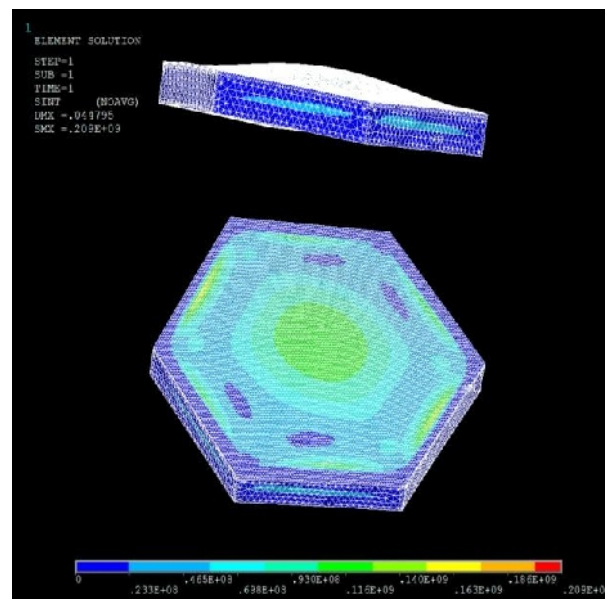


Рис. 3

В последующих расчетах толщина оболочки увеличивалась на 1 мм на каждой итерации, при тех же граничных условиях решения задачи. Результаты расчетов максимальной интенсивности напряжений в оболочке при ее различных толщинах представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Толщина оболочки, мм	Максимальная интенсивность напряжения в оболочке при P=1,4 атм, Па
1	2	$2,1 \cdot 10^8$
2	3	$1,5 \cdot 10^8$
3	4	$1,0 \cdot 10^8$
4	5	$0,66 \cdot 10^8$

Исходя из требований герметичности оболочки, необходимо обеспечить отсутствие ее разрушения при заданных силовых воздействиях. Учитывая предельное допускаемое напряжение разрушения полиамида 6 при растяжении в диапазоне  $0,65 \cdot 10^8 \dots 0,85 \cdot 10^8$  Па, можно с уверенностью утверждать, что для обеспечения пункта 1 ТЗ необходима толщина композиционного материала оболочки не менее 5 мм.

Для обеспечения пункта 2 ТЗ необходимо решать динамическую задачу деформирования оболочки внешним инденте-

ром. Исходя из заданной величины воздействия на оболочку с энергией в 35 Дж, решение задачи неоднозначно. В данном случае имеет место переход кинетической энергии внешнего индентора в изменение внутренней энергии оболочки через изменение ее напряженно-деформированного состояния. При этом кинетическая энергия определяется выражением:

$$E = m V^2/2.$$

При этом сочетание массы индентора и его скорости даст нужную комбинацию

заданного значения энергии. Для определенности возьмем наиболее неблагоприятный случай попадания в центр оболочки стального шарика диаметром 10 мм и массой 33 г со скоростью 46 м/с. Сочетание массы индентора и его скорости являются граничными условиями для решения динамической задачи при заданном значении энергетического воздействия.

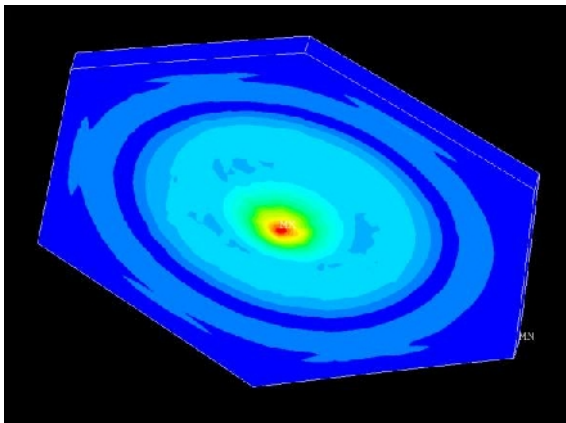


Рис. 4

Решим динамическую задачу ударного воздействия стального шарика на оболочку в ее центре. Задача проектирования также сводится к определению толщины оболочки. Начальным приближением выберем толщину оболочки в 2 мм. Результа-

ты решения динамической задачи для оболочки с толщиной 2 мм представлены на рис. 4.

Из результатов расчета видно, что максимальные напряжения в оболочке толщиной 2 мм в ее центре превышают значения предела прочности полиамида 6, что ведет к его разрушению и, как следствие, к разгерметизации, что недопустимо согласно требованиям ТЗ. Для устранения данной ситуации возможны варианты:

- увеличение диаметра индентора (большая контактная площадь приведет к снижению концентрации напряжений в центре удара);
- уменьшение скорости индентора (в соответствии с заданной энергией в 35 Дж);
- увеличение толщины оболочки.

При неизменных размерах индентора возможен только путь увеличения толщины оболочки. Для однозначного решения поставленной задачи была выполнена серия вычислительных экспериментов определения максимальных напряжений в оболочке при различных исходных данных динамической задачи, результаты которых представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Диаметр индентора, м	Скорость, м/с	Толщина оболочки, мм	Максимальное напряжение в оболочке, Па
1	0,03	9	8	$2,3 \cdot 10^8$
2	0,06	3	2	$0,5 \cdot 10^8$
3	0,06	3	8	$0,28 \cdot 10^8$

Из данных табл. 2 видно, что условиям прочности оболочки удовлетворяют варианты расчетов 2 и 3. Таким образом, методом вычислительного эксперимента определено, что концентрация напряжений в оболочке существенно зависит от диаметра индентора при ее разных толщинах. При одной и той же величине энергии в 35 Дж при инденторе малого диаметра начинает разрушаться оболочка толщиной в 8 мм, а при крупном инденторе достаточно и толщины в 2 мм, и при этом обеспечивается герметичность оболочки.

Выполненные расчеты предоставляют заказчику информацию для принятия окончательного решения по характеристикам проектируемой эластичной оболочки в зависимости от комбинаций исходных данных.

## В Ы В О Д Ы

1. Разработана конечно-элементная модель расчета напряженно-деформированного состояния гибкой оболочки при

статическом и динамическом характере нагружения согласно заданному ТЗ.

2. На основе разработанных моделей рекомендованы числовые значения толщины оболочки при различных видах нагружения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Tong L., Mourilz A. P., Bannisler M. K.* 3D Fibre Reinforced Polymer Composites –Elsevier, 2002.
2. *Ciobanu L.* Development of 3D Knitted Fabrics for Advanced Composite Materials. – Technical University of Iasi, Romania, 2011.
3. Справочник по композиционным материалам // Под ред. Дж. Любина. В 2-х кн. – М.: Машиностроение, 1988.
4. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология // Под ред. Берлина А. А. – СПб.: "Профессия", 2009.
5. *Михайлин Ю. А.* Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. – СПб.: "Профессия", 2006.
6. *Киселев М.В., Трещалин Ю.М.* Конкуренентоспособные композиты для оборонных и гражданских секторов экономики России // Актуальные проблемы социально-экономического развития России. – 2012, № 4. С. 31...34.
7. *Перепелкин К.Е.* Структура и свойства волокон. – М.: Химия, 1985.

8. Интернет ресурс <http://www.anid.ru/poliamid/6>

#### REFERENCES

1. *Tong L., Mourilz A. P., Bannisler M. K.* 3D Fibre Reinforced Polymer Composites –Elsevier, 2002.
2. *Ciobanu L.* Development of 3D Knitted Fabrics for Advanced Composite Materials. – Technical University of Iasi, Romania, 2011.
3. Справочник по композиционным материалам // Под ред. Дзх. Лjubина. В 2-х кн. – М.: Mashinostroenie, 1988.
4. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология // Под ред. Берлина А.А. – СПб.: "Professija", 2009.
5. *Mihajlin Ju. A.* Termoustojchivye polimery i polimernye materialy. – SPb.: "Professija", 2006.
6. *Kiselev M.V., Treshhalin Ju.M.* Konkurentosposobnye kompozity dlja oboronnyh i grazhdanskih sektorov jekonomiki Rossii // Aktual'nye problemy social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossii. – 2012, № 4. S. 31...34.
7. *Perepelkin K.E.* Struktura i svojstva volokon. – М.: Himija, 1985.
8. Internet resurs <http://www.anid.ru/poliamid/6>

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 02.10.15.



УДК 677.862.514:62-758.35

**ПРОИЗВОДСТВО ТКАНЫХ ПОЛОТЕН  
С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОЧАСТИЦ ВИСМУТА  
ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ**

**THE PRODUCTION OF WOVEN CLOTHS  
WITH THE USE OF BISMUTH NANOPARTICLES  
FOR PROTECTION AGAINST MICROWAVE RADIATION INFLUENCE**

*A.S. ТОРШИН, А.Е. ТРЕТЬЯКОВА, В.В. САФОНОВ*  
*A.S. TORSHIN, A.E. TRETYAKOVA, V.V. SAFONOV*

(Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: svv@staff.msta.ac.ru

*Разработана эффективная технология восстановления висмута до нуль-валентного металлического состояния. Рассмотрены различные методы интенсификации процессов в металлизации текстильных материалов с применением нанотехнологий на базе нуль-валентного висмута.*

*Представлены методики проведения процессов обработки текстильных материалов наночастицами нуль-валентного висмута и различные методы оценки результатов проведенных экспериментов.*

*Показан выбор и сравнение технологий нанесения наночастиц нуль-валентного висмута в структуру хлопкового волокна и показана эффективность технологии с точки зрения защиты текстильных материалов от воздействия электромагнитных полей и излучения.*

*The effective technology of bismuth restoration to a zero-valent metal state is developed. Various methods of an intensification of processes in metallization of textile materials with application of nanotechnologies on base zero-valent bismuth are considered.*

*Techniques of carrying out processing of textile materials by nanoparticles zero-valent bismuth and various methods of an assessment of results of the made experiments are presented.*

*The choice and comparison of technologies of drawing nanoparticles zero-valent bismuth in structure of cotton fiber is shown, efficiency of technology is shown from the point of view of protection textile materials from influence of electromagnetic fields and radiation.*



**Ключевые слова:** наночастицы, висмут, металлизация, излучение, защита.

**Keywords:** nanoparticles, bismuth, metallization, radiation, protection.

Перспективной задачей является разработка технологии, обеспечивающей производство текстильных материалов, обладающих биоцидными и противорадиационными свойствами, с использованием нульвалентного висмута.

Метод синтеза наночастиц висмута заключается в химическом восстановлении раствора  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  четырехкратным молярным избытком  $\text{NaBH}_4$  в течение 10 мин при температуре  $100^\circ\text{C}$  и постоянном перемешивании раствора.

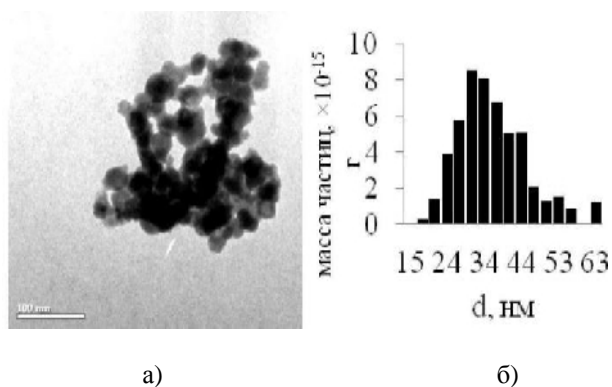


Рис. 1

На рис. 1 представлены электронные фотографии наночастиц висмута (а) и гистограмма их распределения по размерам (б). Среднемассовый размер наночастиц  $\text{Bi}$ , полученных химическим способом, равен  $30 \pm 5$  нм.

Осуществлялось воздействие излучением на непрозрачные волокна путем химических и физических реакций (рис. 2 – микрофотография поверхности материала, модифицированной наночастицами висмута (а), и гистограмма их распределения по массе (б)). Материал может быть использован в радиозащитной одежде с усиленной парциальной защитой, которая включает в себя комбинезон, шлем, перчатки, бахилы, изготовленные из радиопоглощающих материалов.

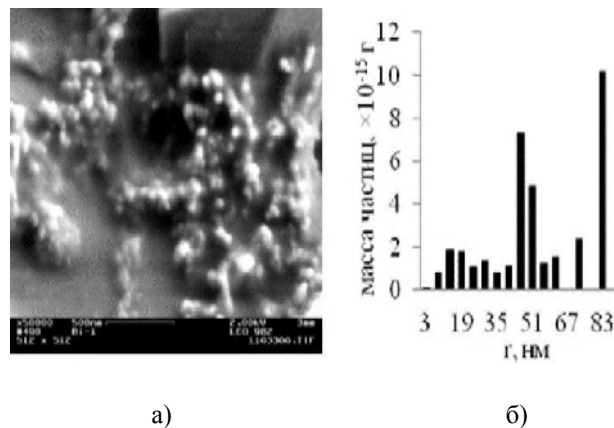


Рис. 2

Материал для защиты от воздействия излучения содержит неметаллическую основу и нанесенное на нее электропроводное покрытие, состоящее, например, из первого слоя со средней электропроводностью, представленного в виде композиции соединений сульфида меди, железа, олова, и металлического висмута, причем соотношение неметаллической составляющей к висмуту составляет около 70:30, второго слоя с высокой электропроводностью, состоящей из сплава никеля с кобальтом, железом и самарием, и третьего слоя – с высокой электропроводностью, например, медного, серебряного или золотого.

Первый слой наносят, последовательно обрабатывая неметаллическую основу сначала в аммиачном растворе солей указанных металлов до полного намочения, затем последовательно в воде, в растворе сульфида натрия, в воде, в тартратном растворе соли висмута и снова в воде. Количество металлического висмута регулируется количеством его соли в растворе и временем обработки. Второй металлический слой наносится гальваническим методом из электролита, содержащего сернокислый никель 200 г/л, хлористый кобальт 40 г/л, борную кислоту 30 г/л, сахарин 0,5 г/л, при температуре  $40^\circ\text{C}$  и плотности тока  $1 \text{ A/дм}^2$ . Третий слой может быть также

нанесен гальваническим методом из известных растворов омеднения, серебрения или золочения. Он может быть осажден также и другими методами, например, химическим осаждением из растворов, металлизацией в вакууме.

Внешний слой металла целесообразно, в зависимости от условий эксплуатации и назначения материала, выполнять из необходимого вещества, например, для повышения коррозионной стойкости наносят покрытие: полиэтиленовое, резиновое, оксидное, сульфидное, хроматное, алюминиевое и другие; для повышения электропроводности и теплоотражательных свойств наносят покрытие медью, серебром, золотом, алюминием; для улучшения паяния наносят слой из сплава олова со свинцом или висмутом; для создания светопоглощаемых свойств наносят покрытия: оксидное, черное хромовое, сульфидное и другие. Ослабление электрического поля достигается свыше 90 дБ, ослабление СВЧ до 80 дБ. Нанесение металлического покрытия на неметаллическую основу позволяет существенно изменить коэффициент теплового экранирования: он изменяется при 50° С от 0,5 до 0,75.

Толщина покрытия может изменяться в широком диапазоне – от 0,5 до 100 мкм и более, однако наибольшее применение находит материал с покрытием толщиной от 2 до 15 мкм, ввиду его достаточной экранирующей эффективности в сочетании с гибкостью, воздухопроницаемостью, прозрачностью, низкой материалоемкостью и технологичностью.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана технология восстановления висмута до нуль-валентного металлического состояния и его нанесения на хлопчатобумажную ткань.

2. Показано, что подвергаемая излучению модифицированная хлопчатобумажная ткань снижает дозу облучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Юрков Г.Ю. и др. Модификация состава висмутосодержащих наночастиц внутри полиэтиленовой матрицы // Журнал прикладной химии. – 2005, С. 1402...1407.

2. Каргин Ю.Ф. и др. Получение наночастиц висмута в опаловой матрице восстановлением соединений висмута изопропанолом в сверхкритическом состоянии // Неорганические материалы. – 2006. Т. 42, № 9. С. 1065...1069.

3. Rabin O., Manuel Perez J., Grimm J., Wojtkiewicz G., Weissleder R. An X-ray computed tomography imaging agent based on long-circulating bismuth sulphide nanoparticles // NatMater. – 5(2), 2006, Feb: 118-22.

## REFERENCES

1. Jurkov G.Ju. i dr. Modifikacija sostava vismutosoderzhashhij nanochastic vnutri polijetilenovoj matricy // Zhurnal prikladnoj himii. – 2005, S.1402...1407.

2. Kargin Ju.F. i dr. Poluchenie nanochastic vismuta v opalovoj matricе vosstanovleniem soedinenij vismuta izopropanolom v sverhkriticheskom sostojanii // Neorganicheskie materialy. – 2006. T. 42, № 9. S.1065...1069.

3. Rabin O., Manuel Perez J., Grimm J., Wojtkiewicz G., Weissleder R. An X-ray computed tomography imaging agent based on long-circulating bismuth sulphide nanoparticles // NatMater. – 5(2), 2006, Feb: 118-22.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 02.02.15.

**ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ  
В ОБРАБАТЫВАЮЩЕМ СЕКТОРЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**THE SEARCH FOR OPTIMAL SOLUTIONS  
IN THE MANUFACTURING SECTOR**

*Д.Ю. ФРАЙМОВИЧ, Ю.А. ДМИТРИЕВ*  
*D.YU. FRAYMOVICH, YU.A. DMITRIYEV*

(Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)  
(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs)  
E-mail: fdu78@rambler.ru

*Изменение динамики функционирования российской экономики невозможно без осуществления комплекса оптимальных инвестиционных трансформаций в обрабатывающем секторе промышленности. При этом одним из важнейших аспектов таких преобразований в государственном и региональном разрезах является структурный, что предполагает обоснованное определение перспективных видов экономической деятельности в целях эффективного рассредоточения финансовых вложений.*

*The changing dynamics of functioning of the Russian economy is impossible without complex implementation of optimal investment for transformation in manufacturing industry. One of the most important aspects of such transformations in state and regional sections is structural, which involves a reasoned definition of perspective types of economic activities in order to effectively disperse financial investments.*

**Ключевые слова:** инвестиционные процессы, оптимизация, индексы развития.

**Keywords:** investment processes, optimization, development indexes.

Осуществление инновационных процессов в стране, ускорение динамики в различных сферах экономики, модернизация общественных институтов и научно-исследовательской инфраструктуры, обеспечение безопасности и целостности государства немислимы без реализации значимых инвестиционных проектов. Но на пути осуществления этапов финансирования зачастую возникают препятствия как правового, так и организационно-контрольного характера, которые не позволяют в должной мере использовать имеющийся инновационный потенциал.

Роль инвестиций очень лаконично трактует В.В. Ивантер. Согласно его выводам

инвестиции формируют "пространство" экономического роста, определяют расширение спроса на оборудование, строительные и монтажные работы и, самое главное, на инновации. Благодаря обновлению и увеличению производственных мощностей реализуется структурно-технологическая модернизация производства, наращивание его объемов. Тем самым инвестиции, создавая конечный и промежуточный спрос на продукцию отраслей национальной экономики, определяют материальные условия эффективного развития [1].

Норма накопления России (отношение инвестиций к объему ВВП) остается низкой – около 18%. В послевоенной Европе до 1970-х гг. норма накопления составляла не

менее 25%, в Японии – 30, в период советской индустриализации показатель достигал 33...35%. Быстро развивающийся Китай поддерживает норму накопления основного капитала на уровне 38% ВВП. Для национальной экономики России низкий уровень вложений в основной капитал обрабатывающей промышленности равносильен сейчас сохранению структурной и технологической деградации [2]. Как отмечает С.Ю. Глазьев, чтобы "удержаться на гребне" нынешней фазы новой "волны" экономического роста, инвестиции в развитие производств нового технологического уклада должны ежегодно удваиваться [3].

Рассмотрение "золотых" ориентиров по нормам накопления инвестиций подводит к вопросу о выборе структуры вложений в те или иные сферы деятельности. Ведь для всех без исключения отраслей свойственно прохождение (смена) конкретных этапов жизненного цикла: от внедрения и роста до стагнации.

В итоге нельзя не согласиться с В.К. Сенчаговым, по мнению которого основным звеном стратегического плана в стране должна стать структурная модернизация высокотехнологичных отраслей, а также ряда традиционных сфер, обслуживающих повседневные потребности человека. При этом в современных компьютерных центрах имеется возможность не только оценивать текущую социально-экономическую ситуацию, внутренние и внешние потребности государства, но и рассчитывать долгосрочные риски в целях реализации национальных интересов Российской Федерации [4].

Для оптимизации инновационно-инвестиционных мероприятий в социально-экономическом развитии региона предлагается использовать закон Парето, в соответствии с которым 20% усилий дают 80% результата, а остальные 80% усилий дают лишь 20% результата [5].

Исходя из официальных данных Росстата по отраслевой структуре валовой добавленной стоимости установлено, что на 20% сфер хозяйствования региона (на 3 вида деятельности из 15) приходится 54,5% ВРП [6]. Самым емким сектором для Владимирской области

является обрабатывающий (31%). В свою очередь, детализация расчетов позволяет утверждать, что на 4 вида деятельности из 15 (26,7%) в структуре обрабатывающих производств Владимирской области приходится 60,1% продукции (рис. 1 – карта Парето по обороту обрабатывающих производств Владимирской области за 2012 г.: 1 – производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака; 2 – текстильное и швейное производство; 3 – производство кожи, изделий из кожи и производство обуви; 4 – обработка древесины и производство изделий из дерева; 5 – целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность; 6 – производство кокса и нефтепродуктов; 7 – химическое производство; 8 – производство резиновых и пластмассовых изделий; 9 – производство прочих неметаллических минеральных продуктов; 10 – металлургическое производство и производство готовых металлических изделий; 11 – производство машин и оборудования; 12 – производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования; 13 – производство транспортных средств и оборудования; 14 – прочие производства; 15 – производство прочих материалов и веществ, не включенных в другие группировки).

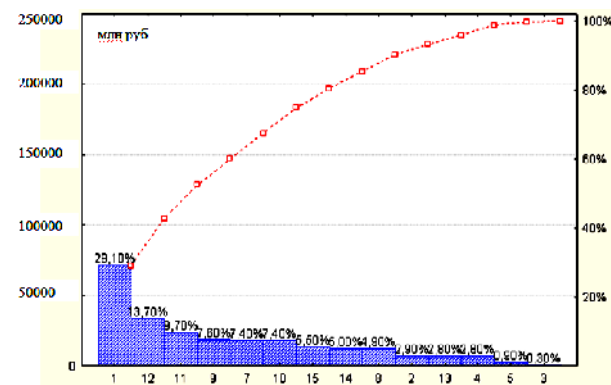


Рис. 1

Как видно из карты Парето, построенной в программном комплексе Statistica 10.1, доминирующими видами перерабатывающей промышленности региона выступают пищевые производства (закодированы на рисунке под номером 1), выпуск электрооборудования (12), производство

машин и оборудования (11), изготовление неметаллических минеральных продуктов (9). Поэтому представляется определяющей задачей оптимизации развития именно этих секторов экономики региона.

Для проведения анализа реакции видов экономической деятельности согласно приведенной классификации на изменение динамики базовой величины предлагается использовать отношения темпов роста, которые могут быть представлены как индексы развития и оценены по формуле расчета базисного индекса [7]:

$$IP_i = \frac{T_{n,j}}{T_{б,i}}, \quad (1)$$

где  $IP$  – индекс развития;  $i$  – номер уровня анализируемого индекса (1 – внутренние, 2 – внешние, 3 – абсолютные индексы);  $T_{n,j}$  – темп роста  $n$ -го вида экономической деятельности согласно классификационному перечню в  $j$ -м регионе;  $T_{б,i}$  – темп роста базовой величины (при  $i = 1$  – вида экономической деятельности "обрабатывающие производства" в  $j$ -м регионе, к которому относится  $n$ -й вид деятельности согласно перечню; при  $i = 2$  –  $n$ -го вида экономической

деятельности согласно классификационному перечню в соответствующем федеральном округе; при  $i = 3$  –  $n$ -го вида экономической деятельности согласно классификационному перечню в стране).

На основе данных Росстата в табл. 1 представлен фрагмент вычисления за 2012-2011 гг. индексов развития наиболее значимых обрабатывающих производств Владимирской области. Но чтобы определить средние темпы развития той или иной сферы хозяйствования в конкретном регионе в разрезе трех анализируемых уровней в целом по рассматриваемому периоду 2005-2012 гг., можно воспользоваться формулой для расчета средней геометрической величины:

$$\overline{Tr}_{ij} = \sqrt[t]{IP_{s_1ij} \cdot \dots \cdot IP_{s_tij}}, \quad (2)$$

где  $\overline{Tr}_{ij}$  – средний темп развития (средняя геометрическая величина) вида экономической деятельности  $j$ -го региона по  $i$ -му уровню;  $IP_{s_1ij} \cdot \dots \cdot IP_{s_tij}$  – индивидуальные значения индексов развития  $i$ -го уровня за рассматриваемый период  $S_1 \dots S_t$ ;  $t$  – количество рассматриваемых периодов  $S$ .

Таблица 1

Показатели	Обрабатывающие производства всего 2012/2011 гг.	В том числе по видам деятельности			
		производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	производство прочих неметаллических минеральных продуктов	производство машин и оборудования	производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования
Внутренние индексы развития ( $IP_1$ )	1,000	0,983	1,027	1,000	0,932
Внешние индексы развития ( $IP_2$ )	0,999	0,973	1,083	1,091	0,943
Абсолютные индексы развития ( $IP_3$ )	1,000	0,977	1,005	1,039	0,917

Выполненный анализ дает возможность установить, что достаточно проблемную динамику развития демонстрируют сразу два весьма важных вида деятельности, связанных с производством неметаллических минеральных продуктов, и особенно электрооборудования. Об этом

свидетельствуют как внутренние, так и внешние сопоставления: в разрезе указанных видов все средние темпы развития меньше 1. Это говорит о неудачном положении дел в принципиально перспективных и достаточно емких (21,3% продукции

обрабатывающих производств) сферах хозяйствования, их неоптимальной динамике и очевидной стагнации за период с 2005 по 2012 гг. Например, значения средних темпов развития производства электрооборудования во Владимирской области в разноразрядных анализируемых позициях существенно ниже нормативных показателей (равных единице): 0,936; 0,923; 0,924. В то же время машиностроительный комплекс и пищевые производства региона демонстрируют в общих чертах обнадеживающую тенденцию к росту.

Многоуровневый расчет индексов развития позволяет определить потенциал отраслевого производства, выявить секторы, наиболее перспективные с точки зрения промышленного роста, а также установить сферы экономической деятельности, развитие которых в среднесрочном периоде станет "узким местом" с точки зрения достижения высокой положительной динамики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ивантер В.В., Ксенофонтов М.Ю. Концепция конструктивного прогноза роста российской экономики в долгосрочной перспективе // Проблемы прогнозирования. – 2012, №6. С. 4...13.
2. Кучуков Р.А. Неоиндустриальная модернизация и роль государственного сектора // Экономист. – 2013, №6. С. 16...25.
3. Глазьев С.Ю. Снова к альтернативной системе мер государственной политики модернизации и развития отечественной экономики (предложения на 2013–2014 гг.) // Российский экономический журнал. – 2013, №3. С. 3...37.

4. Сенчагов В. Новые угрозы экономической безопасности и защита национальных интересов России // Проблемы теории и практики управления. – 2013, №10. С. 8...18.

5. Ильенкова С.Д., Ильенкова Н.Д., Мхитарян В.С. и др. Управление качеством. – М.: ЮНИТИ-ДАНА. – 2006.

6. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцев В.Н. Общая теория статистики. – М.: ИНФРА-М, 1996.

7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2013: Стат. сб. / Росстат. – М., 2013.

#### REFERENCES

1. Ivanter V.V., Ksenofontov M.Ju. Konceptija konstruktivnogo prognoza rosta rossijskoj jekonomiki v dolgosrochnoj perspektive // Problemy prognozirovaniya. – 2012, №6. S. 4...13.
2. Kuchukov R.A. Neoindustrial'naja modernizacija i rol' gosudarstvennogo sektora // Jekonomist. – 2013, №6. S. 16...25.
3. Glaz'ev S.Ju. Snova k al'ternativnoj sisteme mer gosudarstvennoj politiki modernizacii i razvitija otechestvennoj jekonomiki (predlozhenija na 2013–2014 gg.) // Rossijskij jekonomicheskij zhurnal. – 2013, №3. S.3...37.
4. Senchagov V. Novye ugrozy jekonomicheskoi bezopasnosti i zashhita nacional'nyh interesov Rossii // Problemy teorii i praktiki upravlenija. – 2013, №10. S.8...18.
5. Il'enkova S.D., Il'enkova N.D., Mhitarjan V.S. i dr. Upravlenie kachestvom. – M.: JuNITI-DANA. – 2006.
6. Efimova M.R., Petrova E.V., Rumjancev V.N. Obshhaja teorija statistiki. – M.: INFRA-M, 1996.
7. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2013: Stat. sb. / Rosstat. – M., 2013.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 21.01.15.

УДК 64.013.12

## ВЫДЕЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОРРУПЦИИ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

## ALLOCATION OF SOCIAL AND PSYCHOLOGICAL FEATURES OF CORRUPTION HIGHER EDUCATION

*И.Н. КУЛЕШОВА, В.К. МИННИКОВ*  
*I.N. KULESHOVA, V.K. MINNIKOV*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail:k\_fil@ivgpu.com

*В статье особое внимание уделено рассмотрению социально-психологических аспектов феномена коррупции и описаны различные формы и причины ее проявления. В ходе исследований различных авторов выявлено толерантное отношение к коррупции, являющееся одним из определяющих условий устойчивости ее существования в России; отмечена деформация профессионального правосознания, позволяющая говорить о правовом инфантилизме и правовом нигилизме граждан.*

*In article the special attention is paid to consideration of psychological aspects of a phenomenon of corruption and various forms and the reasons of its manifestation are described. During researches of authors the tolerant relation to the corruption, being one of important stability conditions of its existence in Russia is revealed; deformation of the professional sense of justice, allowing to speak about legal infantilism and law nihilism of the staff of the Department of Internal Affairs is noted.*

**Ключевые слова:** коррупция, правовой инфантилизм, правовой нигилизм, преодоление коррупции, психологические аспекты коррупции, толерантное отношение к коррупции.

**Keywords:** corruption overcoming, corruption, law nihilism, legal infantilism, psychological aspects of corruption, tolerant relation to corruption.

11 апреля 2014 года Президентом подписан Указ о Национальном плане противодействия коррупции на 2014–2015 годы, который определяет стратегические направления антикоррупционной политики. В международном формате Россия также предпринимает ряд важных шагов в борьбе с этим социальным недугом, в частности, в 2015 году в России проведена VI Конференция государств - участников Конвенции ООН против коррупции.

Коррупция – системно организованное социальное явление, интегрирующее в экономическую, юридическую, социальную, управленческую, этическую и политическую составляющие. Но поскольку все они немислимы без социального взаимодействия, значит, не могут и изучаться вне психологического контекста [1...7].

Ученые отмечают наиболее характерные виды психологической защиты коррупционеров, такие как отрицание, убежденность в том, что жертвы коррупционных преступлений сами часто совершают такие же преступления, что, якобы, оправдывает коррупцию. Психологические аспекты феномена коррупции включают в себя следующие составляющие:

- 1) психология коррупционного поведения;
- 2) психология коррумпирующего поведения, то есть тех, кто дает взятки, и т. п.;
- 3) отношение общества к проблеме коррупции и к ее конкретным компонентам;
- 4) социально-психологические процессы, влияющие на коррупцию.

Коррупцию следует рассматривать как девиантное поведение публичных должностных лиц, которое, вопреки интересам общества и других лиц, проявляется в неправомерном использовании существующих у них полномочий, представляющих им возможности, а также иные общественные ресурсы, к которым они получили доступ в связи с достигнутым статусным положением, с расчетом получения выгоды в личных, узкогрупповых и/или корпоративных целях [2].

Также можно проследить взаимосвязь коррупции и латентной агрессии, поскольку в большинстве случаев прямой агрессии в коррупционном поведении не проявляется. Можно предположить, что существенным фактором "коррупционной направленности" служит скрытая агрессия, следовательно, повышенная агрессивность,

как одна из главных характеристик социально-психологической атмосферы современного российского общества. Большое значение имеют и внутригрупповые ценности, особенно на уровне макрогрупп, а также система конвенциональных и неконвенциональных нормативов и ценностей общества.

В исследовании влияния личностных особенностей на склонность к коррупционной деятельности определено, что испытуемые, относящиеся к группе коррупционеров, характеризуются высоким уровнем коммуникативных и организаторских умений, готовности к риску [5]. У таких субъектов сформировано негативное отношение к закону и жажда наживы, пренебрежение к моральным и нравственным нормам, сознательное культивирование безнравственных коллизий и игнорирование таких негативных последствий, как дискредитация деятельности государственного аппарата, морально-нравственное разложение подчиненных, подрыв принципа социальной справедливости.

Так, в [6] автор полагает, что, в первую очередь, микросреда, групповые ценности и традиции развивают определенные качества характера, способствующие коррупционному поведению: алчность, жадность, зависть, эгоцентризм. При наличии определенных сопутствующих условий происходит трансформация личности, при которой вполне законопослушный и порядочный гражданин превращается в циничного и расчетливого стяжателя.

В [7] отмечается, что в современном российском обществе присутствует некая "толерантная установка" на коррупцию, что является одним из важных условий устойчивости ее существования в социуме. Кроме того, автор отмечает наличие тенденции к деформации правосознания, позволяющей говорить о правовом инфантилизме и правовом нигилизме не только граждан, но также и сотрудников правоохранительных органов.

По мнению экспертов, в системе высшего образования России необходимо наводить порядок, поскольку она находится в

глубоком кризисе. Виной тому является высокий уровень коррупции, разрушающий систему изнутри. Противодействие коррупции в вузе должно носить программный характер. Основная цель программы должна быть направлена на устранение причин и условий, порождающих коррупцию. Необходимо учитывать, что стратегическое партнерство вуза и текстильных предприятий должно носить долговременный характер, в том числе и в плане сформированного у выпускника еще в вузе негативного отношения к коррупции [1].

Гражданское общество студентов также должно стать участником процесса борьбы с коррупцией. Для этого необходимо сформировать независимые студенческие общества и выработать активную гражданскую позицию у учащихся, а также у их родителей.

Кроме того, важным фактором в борьбе с коррупцией в вузе является наличие ценностного документа, отражающего базовые морально-нравственные принципы, на которых должна быть построена вся работа вуза. Такой документ, называемый «Кодекс корпоративной культуры», разработанный и применяемый в ряде крупных российских вузов, призван способствовать соблюдению основных этических принципов на всех уровнях вузовской структуры, начиная со студентов и заканчивая администрацией.

Важно продумать механизм доведения главных этических норм до всех категорий вузовских сотрудников и осуществление контроля исполнения этих норм. Грубое их нарушение должно осуждаться общественным мнением коллектива вуза. В случае особо серьезных нарушений могут применяться административные, дисциплинарные и иные меры наказания в соответствии с решением руководства вуза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилова И.М. Факторы, определяющие стратегическое партнерство текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6. С.75...79.
2. Антонян Ю. М. Криминология. Избранные лекции. – М.: Логос, 2004.



3. Додонов Б.И. Гармоническое развитие и типологическое своеобразие личности // Психология формирования и развития личности / Под ред. Л.И. Анцыферовой. – М.: Наука, 1981. С. 284...304.

4. Антонян Ю.М., Эминов В.Е. Личность преступника. Криминолого-психологическое исследование. – М.: Изд-во Норма, НИЦ ИНФРА, 2014.

5. Терехова Т.А., Евдокимова А.С. Система детерминации экономической социализации личности // Гуманитарный вектор. – 2012, № 1 (29).

6. Тюрин П.Т. Психологические основы коррупции <http://korrossia.ru/russia/3829-psihologicheskie-osnovy-korruptcii.html>

7. Камнева Е., Анненкова Н. Психологические аспекты феномена коррупции // Гуманитарные науки. – №4, 2012.

2. Antonjan Ju. M. Kriminologija. Izbrannye lekicii. – М.: Logos, 2004.

3. Dodonov B.I. Garmonicheskoe razvitie i tipologicheskoe svoeobrazie lichnosti // Psihologija formirovaniya i razvitija lichnosti / Pod red. L.I. Ancyferovoj. – М.: Nauka, 1981. S. 284...304.

4. Antonjan Ju.M., Jeminov V.E. Lichnost' prestupnika. Kriminologo-psihologicheskoe issledovanie. – М.: Izd-vo Norma, NIC INFRA, 2014.

5. Terehova T.A., Evdokimova A.S. Sistema determinacii jekonomicheskoy socializacii lichnosti // Gumanitarnyj vektor. – 2012, № 1 (29).

6. Tjurin P.T. Psihologicheskie osnovy korruptcii <http://korrossia.ru/russia/3829-psihologicheskie-osnovy-korruptcii.html>

7. Kamneva E., Annenkova N. Psihologicheskie aspekty fenomena korruptcii // Gumanitarnye nauki. – №4, 2012.

#### REFERENCES

1. Gavrilova I.M. Faktory, opredeljajushhie strategicheskoe partnerstvo tekstil'nyh predpriyatij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №6. S.75...79.

Рекомендована кафедрой философии и социально-гуманитарных дисциплин. Поступила 03.02.15.

УДК 316

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МОЛОДЕЖИ И ЗАДАЧИ ПРАВСТВЕННОГО ВОСПИТАНИЯ КАДРОВ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## INNOVATIVE POTENTIAL OF YOUNG PEOPLE AND TASKS OF MORAL EDUCATION OF PERSONNEL FOR THE TEXTILE INDUSTRY

Л.Ю. ПУШИНА  
L.YU. PUSHINA

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: k\_fil@ivgpu.com

*На основе данных социологических исследований дается оценка инновационной активности студентов технического вуза в возрасте 19...23 лет.*

*Based on the data of sociological research assesses the innovative activity of students of the technical University at the age of 19 to 23 years.*

**Ключевые слова:** инновация, инновационный потенциал, молодежь, поколение.

**Keywords:** innovation, innovative potential, young people, generation.

Непростая ситуация, в которой оказалась сегодня Россия в связи с возложенными на нее экономическими санкциями, сделала задачу повышения эффективности промышленных предприятий, в том числе, конечно, и в текстильной отрасли, еще более значимой. Как отмечают специалисты, ключ к решению этой задачи состоит не в том, чтобы заставить сотрудников предприятий работать усерднее, а в том, чтобы научить их работать иначе [1], задействовать в процессах предприятия инновационный потенциал работников. Особые надежды в связи с этим возлагаются на молодежь, инновационный потенциал которой в развитых странах включается в число наиболее значимых ресурсов социального и культурного развития. Вследствие этого изучение инновационного потенциала нынешних студентов – будущих сотрудников предприятий текстильной отрасли – представляется весьма актуальным.

Инновационный потенциал молодежи исследователи определяют – как ее готовность проектировать изменения в сфере мысли или деятельности, имеющие целью перемены действительных обстоятельств жизни людей, независимо от направленности, масштабов и последствий таких перемен [2]. Обратим внимание: исходя из определения, направленность, масштабы и последствия изменений, которые готовы реализовать молодые люди, могут быть различными.

Уместно вспомнить, что в интерпретации известного американского социолога Р. Мертон инновация – один из типов девиантного, то есть отклоняющегося от социальной нормы, поведения. Она состоит в принятии индивидом ценностей, характерных для данного общества, и в отбрасывании соответствующих этим ценностям

норм. Под ценностями в данном случае Мертон подразумевает убеждения относительно целей, к которым должен стремиться человек (например, материальный достаток), под нормами – социально-приемлемые средства достижения этих целей (так, нормативные средства для достижения материального достатка – получение образования, работа, карьерный рост). Инноватором, по Мертону, может считаться грабитель банка: признавая ценность материального благополучия, он пытается достичь последнего ненормативным путем [3].

Итак, инновация не всегда ориентирована на общественное благо, а инновационный потенциал предполагает готовность к реализации идей и действий не только социально-позитивных, но и негативных. Поэтому, исследуя инновационный потенциал молодежи, важно не просто определить уровень ее готовности к осуществлению изменений, но и оценить средства, к которым молодые люди готовы прибегнуть ради воплощения перемен в жизнь.

Мы попытались сделать это на основе анализа некоторых данных опроса, проведенного нами в сентябре 2014 года среди студентов Текстильного института Ивановского государственного политехнического университета (всего было опрошено 70 человек в возрасте от 19 до 23 лет, 30 юношей и 40 девушек), и сравнения этих данных с результатами другого опроса, проведенного нами в 2011 году. Исследование 2011 года было посвящено выявлению особенностей ныне живущих поколений<sup>1</sup> российского общества, в нем приняли участие 369 жителей г. Иванова, среди которых 22 человека представляли военное поколение (лица 1921-1933 годов рождения), 38 – поколение "оттепели" (1934-1944 г.р.), 122 – поколение "застоя" (1945-1964 г.р.), 47 –

генерации специфичны, любое поколение неповторимо и отличается от всех прочих уникальными характеристиками. А поскольку социальные изменения могут протекать с различной скоростью и интенсивностью, различной является и «длина» (и, следовательно, численность) формируемых этими событиями поколений: чем скорость социальных изменений выше, тем поколения «короче» и малочисленнее, и наоборот [4].

---

<sup>1</sup> В соответствии со взглядами К. Мангейма, которого считают основоположником социологического подхода к поколенческой проблематике, поколение представляет собой социальную общность, составленную из нескольких близких возрастных когорт, формирование которых (в пору юности и ранней взрослости их представителей) осуществляется под влиянием одних и тех же социально значимых событий и изменений. В силу того, что социально-исторические условия формирования каждой

поколение "перестройки" (1965-1971 г.р.), 65 – постсоветское поколение (1972-1980 г.р.), 75 – поколение, условно названное нами поколением "путинской стабилизации" (1981-1988 г. р.); выборка репрезентативная [5]. Сравнение данных двух исследований обусловлено тем, что: 1) инновационный потенциал нынешних студентов можно оценить лишь на фоне других поколений; 2) по нашему мнению, есть основания полагать, что в связи со значимыми событиями, произошедшими в 2014 г. (Олимпиада в Сочи, кризис на Украине, воссоединение Крыма с Россией), вместе со своими сверстниками сегодняшние студенты составят ядро новой генерации, название которой пока не определилось и которую далее в тексте мы будем именовать когортой 19...23-летних.

В ходе исследований его участникам прежде всего был задан вопрос о том, какое название они могли бы дать поколению, к которому принадлежат. Среди 19...23-летних на этот вопрос сумели ответить 40% респондентов, и более 65% ответивших (20% от всех опрошенных студентов) связали название поколения с современными технологиями – "наномодное", "поколение

технологий", "технический прогресс", "хакеров", "Интернета" и пр. Данные ответы совершенно очевидно отражают ориентацию молодых людей на технико-технологические инновации, позитивную оценку последних.

В обоих исследованиях нас интересовало, как оценивают респонденты советское прошлое нашей страны в сравнении с настоящим (табл. 1 – оценка представителями поколений советского прошлого страны в сравнении с настоящим, % (n=439)). Предсказуемость жизни, которую представители других поколений считают одним из достоинств советской эпохи, привлекает незначительное на фоне прочих поколений число 19...23-летних (10%). Зато пятой части из них (несколько меньше, чем в предыдущем поколении, но гораздо больше, нежели во всех прочих) нравится в современной жизни то, что она динамичнее и интересней. Эти ответы вновь демонстрируют открытость молодых людей изменениям, инновациям. А беспрецедентно большой на фоне остальных поколений процент респондентов из числа 19...23-летних (40%) отдает предпочтение современной действительности, потому что она предоставляет больше возможностей для личностного роста.

Таблица 1

Как Вы оцениваете советское прошлое страны в сравнении с настоящим?	Поколения						когорта 19...23-летних
	военное	"оттепели"	"застоя"	"перестройки"	постсоветское	"путинской стабилизации"	
Было лучше: жизнь была более предсказуемой	77,3	65,5	47,0	51,2	25,0	21,3	10
Было лучше: больше социальной справедливости	59,1	51,7	26,5	32,6	25,0	8,5	13,3
Было лучше: люди руководствовались не корыстью	45,5	44,8	25,3	25,6	16,7	12,8	13,3
Лучше сейчас: больше возможностей для роста	0	6,9	13,3	7,0	12,5	21,3	40
Лучше сейчас: жизнь динамичнее и интересней	0	0	6,0	4,7	4,2	25,5	20
Лучше сейчас: можно влиять на ситуацию в стране	0	3,4	0	0	0	0	3,3
В чем-то стало лучше, в чем-то хуже	13,6	37,9	51,8	53,5	70,8	59,6	50

О значимости для представителей когорты 19...23-летних личностного развития свидетельствуют и их ответы на вопрос о том, чем они руководствовались при выборе профессии, образования: 28,6% из них объяснили свой выбор возможностью сделать карьеру, повысить статус (больше, чем в любой другой генерации); 25% (довольно много на фоне других поколений) связали его со стремлением творчески самореализоваться; еще 25% заявили, что руководствовались призванием. Однако ответы на

вопрос: "Ради чего Вы работаете или будете работать?" – свидетельствуют, что среди мотивов трудовой деятельности 19...23-летних доминируют меркантильные соображения, никто из них не испытывает потребности ощущать нужность близким, значимость в обществе, тем более никто не задумывается об укреплении благосостояния страны (табл. 2 – оценка представителями поколений мотивации трудовой деятельности, % (n=439)).

Таблица 2

Ради чего Вы работали/ работаете сейчас/ будете работать?	Поколения						когорты 19...23-летних
	военное	"оттепели"	"застоя"	"перестройки"	постсоветское	"путинской стабилизации"	
Получаю удовольствие от работы	41,2	44,8	41,2	19,0	48,0	35,4	42,9
Чтобы обеспечить себя и семью	52,9	58,6	74,1	66,7	64,0	77,1	78,6
Чтобы обеспечить свое будущее, заработать пенсию	29,4	27,6	11,8	14,3	24,0	20,8	32,1
Чтобы обеспечить будущее детей	23,5	24,1	14,1	23,8	12,0	12,5	53,6
Чтобы ощущать нужность близким	5,9	3,4	10,6	2,4	8,0	8,3	0
Чтобы чувствовать свою значимость в обществе	11,8	24,1	15,3	11,9	12,0	14,6	0
Ради укрепления благосостояния страны	0	0	2,4	0	4,0	2,1	0
По инерции	0	13,8	1,2	7,1	12,0	2,1	0

Достаточно индифферентное отношение к судьбе страны нашло отражение и в ответах 19...23-летних на вопрос об участии

в выборах и референдумах (табл. 3 – частота участия представителей поколений в выборах и референдумах, % (n=439)).

Таблица 3

Участвуете ли Вы в выборах и референдумах?	Поколения						когорты 19...23-летних
	военное	"оттепели"	"застоя"	"перестройки"	постсоветское	"путинской стабилизации"	
Да, всегда	77,3	76,7	54,7	46,5	28,0	31,3	6,7
Иногда, когда есть время и желание	0	6,7	20,9	20,9	40,0	29,2	50,0
Когда голосованию подлежит волнующий вопрос	0	3,3	5,8	9,3	8,0	16,7	26,7
Не участвую: от моего голоса ничего не зависит	22,7	13,3	18,6	23,3	24,0	22,9	16,7
Итого	100	100	100	100	100	100	100

Всегда принимает участие в выборах беспрецедентно низкое число учащихся. При этом значительно больший, чем в остальных поколениях, процент респондентов (50!) на выборы ходит лишь иногда, "когда есть время и желание". То есть отказ ходить на выборы для большей части студентов не является следствием осознанной, принципиальной позиции, оно, скорее, результат несформированной гражданской ответственности.

Правда, довольно много респондентов из числа 19...23-летних (36,7%), по их словам, в течение нескольких последних лет принимали участие в политических акциях – митингах, манифестациях, пикетах и пр. Однако 72,7% тех, кто делал это, приняли участие в акции, потому что к данному мероприятию их привлекло руководство вуза, около 18% стали участниками акции случайно или из любопытства, и лишь 9% сделали это осознанно, стремясь выразить свою политическую позицию и повлиять на ситуацию в стране. (Среди опрошенных нами представителей старших поколений тех, кто принимал участие в политических акциях из любопытства или по случайности, нет совсем, в средних поколениях таковых обнаружили единицы.) Характерно, что ни один респондент из когорты 19...23-летних не состоит ныне в какой-либо политической партии, хотя 6,7% из них состояли в партии раньше и уже успели из нее выйти.

43,3% учащихся в ходе исследования сознались, что их не интересуют вопросы сохранения культурного наследия. 33,3% из них заявили, что могли бы участвовать в акциях, нацеленных на охрану культурного достояния, но сообщили, что реально делают это лишь 6,7%. 16,7% согласились с тем, что могли бы через СМИ (в частности, через Интернет) привлекать внимание общественности к этой проблеме, реально делают это только 3,3%. 11%, по их словам, могли бы жертвовать на эти нужды деньги, на практике это делают 10%. 73,3% студентов, участвовавших в исследовании, сознались, что для сохранения культурного наследия не предпринимают ничего. Примерно такая же картина вырисовывается и по поводу вопросов охраны природы.

Таким образом, представителям когорты 19...23-летних не свойственны гражданская активность и ответственность, забота о благе страны, общества в целом. В отношении же собственного благополучия они проявляют значительно больше энергии и заинтересованности. Об этом, в частности, свидетельствуют ответы представителей поколения на вопрос о том, что они предпринимают, чтобы восполнить недостаток денег (табл. 4 – меры, предпринимаемые представителями поколений с целью восполнить недостаток денег, % (n=439)).

Таблица 4

Что Вы делаете, чтобы восполнить недостаток денег?	Поколения						когорта 19...23-летних
	военное	"оттепели"	"застоя"	"перестройки"	постсоветское	"путинской стабилизации"	
Экономлю, сокращаю потребности	66,7	79,3	66,7	58,1	52,2	68,8	63,3
Ищу подработку	14,3	20,7	44,0	44,2	39,1	54,2	56,6
Сдаю в аренду недвижимость	0	0	1,2	2,3	0	4,2	3,3
Занимаюсь садоводством	19,0	51,7	25,0	20,9	8,7	2,1	9,1
Самостоятельно изготавливаю нужные вещи	0	6,9	11,9	16,3	8,7	6,3	13,3
Изготавливаю что-либо для продажи	0	3,4	0	0	0	0	3,3
Прошу помощи у друзей, родственников	4,8	0	3,6	11,6	8,7	18,8	33,3
Продаю что-либо	0	0	1,2	0	4,3	0	3,3
Прибегаю к противоправным методам	0	0	1,2	0	0	0	6,7
Ничего: хватает денег	23,8	6,9	4,8	11,6	8,7	6,3	6,7

В группе 19...23-летних в случае нехватки денег ищет подработку большее, чем в других поколениях, количество респондентов, ее представители активно используют и другие возможности для зарабатывания денег. Правда, и больший процент просит помощи у родственников, друзей, но, ввиду того, что речь идет об учащейся молодежи, это представляется естественным. Однако самое для нас главное – в сравнении с другими поколениями – довольно много представителей когорты сознались, что для восполнения недостатка денег они прибегают к противоправным методам. Разумеется, мы далеки от той мысли, что представители других поколений к противоправным методам не прибегают вовсе, но, судя по их ответам, подавляющее большинство из них, по крайней мере, стесняется это открыто признавать. Тот факт, что самые молодые из наших респондентов не только преступают нормы права, но даже не стыдятся сообщать об этом, говорит о серьезной деформации их нравственных ориентиров.

## ВЫВОДЫ

1. Студенческая молодежь открыта инновациям, прежде всего, технико-технологическим. Однако имеющийся у молодых людей инновационный потенциал ориентирован на достижение исключительно личных интересов и целей, он не проявляется в сфере интересов общественных. Кроме того, можно говорить о неразвитости у части нынешних студентов нравственных императивов. Следовательно, эти молодые люди являются инноваторами в том негативном смысле, какой вкладывал в данное понятие Р. Мертон, а их инновационная активность направлена не в нужное для общества русло.

2. Ввиду всего сказанного выше приходится признать, что реализация стоящих перед страной задач возможна лишь при условии становления в обществе системы нравственных ориентиров, в которой доминировали бы ценности коллективизма, а не индивидуализма. Огромную роль в этом

могут сыграть учреждения образования, в том числе, конечно, вузы. Думается, поэтому существующая сегодня тенденция, заключающаяся в придании образованию исключительно прагматической, утилитарной направленности, должна быть преодолена, целью же образования, в том числе технического, должно стать формирование не узкого специалиста, а человека с широким кругозором, творчески и свободно мыслящего, ответственного, заботящегося о благе страны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ражева А.А., Пирогов К.М.* Корпоративная память как управленческий ресурс текстильного предприятия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 1. С. 18.
2. *Перонкова Е.Б.* Инновационный потенциал студенческих молодежных объединений: региональный аспект // Современные проблемы науки и образования. – 2014, № 3. URL: <http://www.science-education.ru/117-13137> (дата обращения: 25.11.2014).
3. *Штомпка П.* Социология: Анализ современного общества / Пер. с польск. С. М. Червонной. – М.: Логос, 2008. С. 295.
4. *Мангейм К.* Проблема поколений / Пер. с англ. В. А. Плунгяна и А. Ю. Урманичевой // Новое литературное обозрение. – 1998, №2 (30). С. 7...47.
5. *Пушина Л.Ю.* Социальная ответственность поколений. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2012.

## REFERENCES

1. Razheva A.A., Pirogov K.M. Korporativnaja pamjat' kak upravlencheskij resurs tekstil'nogo predprijatija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 1. S. 18.
2. Peronkova E.B. Innovacionnyj potencial studencheskih molodezhnyh ob"edinenij: regional'nyj aspekt // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2014, № 3. URL: <http://www.science-education.ru/117-13137> (data obrashhenija: 25.11. 2014).
3. Shtompka P. Sociologija: Analiz sovremennogo obshhestva / Per. s pol'sk. S. M. Chervonnoj. – M.: Logos, 2008. S. 295.
4. Mangejm K. Problema pokolenij / Per. s angl. V. A. Plungjana i A. Ju. Urmanichevoj // Novoe literaturnoe obozrenie. – 1998, №2 (30). S. 7...47.
5. Pushina L.Ju. Social'naja otvetstvennost' pokolenij. – Ivanovo: Ivan. gos. un-t, 2012.

Рекомендована кафедрой философии и социально-гуманитарных дисциплин. Поступила 22.12.14.

## КОНСТРУКЦИЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА

### THE DESIGN OF THE STEAM GENERATOR

С.А. ЕГОРОВ, Д.В. КОРОБОВ, И.А. СВИРИДОВ, Ю.Г. ФОМИН  
S.A. EGOROV, D.V. KOROBOV, I.A. SVIRIDOV, YU.G. FOMIN

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)  
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute)  
E-mail: tmp@ivgpu.com

*В данной работе предлагается устройство парогенератора, устанавливаемое на патрубок подачи горячей смеси и пара джиггера. Подача жидкости происходит через парогенератор, который может производить как нагрев смеси, так и преобразование ее в пар. Температура пара на выходе регулируется зазором между электродами.*

*In this paper we propose a device of the steam generator fitted at the outlet of the hot mixture and steam jigger. Fluid flow occurs through the steam generator, which can produce both heating the mixture, and converting it into steam. The steam temperature at the outlet is regulated by the gap between the electrodes.*

**Ключевые слова:** джиггер, парогенератор, нагрев, парообразование.

**Keywords:** jigger, steam generator, heat evaporation.

Красильные роликовые машины периодического действия (джиггеры) предназначены для влажно-тепловых обработок (крашения, беления, промывки, отварки и т.п.) тканей в виде расправленного полотна из различных волокон [1].

Недостатками джиггеров является большое энергопотребление при нагреве смеси, а также то, что подача пара производится от центрального снабжения, что исключает его применение на небольшом производстве, где нет централизованной подачи [2].

Цель работы – предложить конструкцию парогенератора, который позволяет производить пар и подавать его, исключая централизованную поставку. Данное устройство устанавливается на патрубок подачи жидкостей.

Парогенератор значительно снижает затраты энергии на влажно-тепловую обработку и не требует подачи готового пара.

Недостатками проанализированных прототипов являются повышенное гидрав-

лическое сопротивление проходящей жидкости и недостаточная конвекция, а также высокая металлоемкость, большие габаритные размеры и сложная технология изготовления.

Разработанное нами устройство парогенератора состоит из корпуса с вводным и выводным патрубками, фазного электрода, расположенного в корпусе на регулируемом стержне, проходящем через диэлектрическую крышку корпуса [3].

Рабочая поверхность фазного электрода и внутренняя рабочая поверхность корпуса выполнены в виде гиперboloида, а в верхней части электрода выполнена кольцеобразная выточка (рис. 1 – схема устройства парогенератора: 1 – корпус, 2 – гиперболическая рабочая поверхность, 3 – фазный электрод, 4 – патрубок подачи жидкости, 5 – кольцеобразная выточка, 6, 7 – клеммы подачи электропитания, 8 – резьбовая вставка, 9 – регулировочный винт, 10 – крышка, 11 – патрубок выхода пара).

Устройство устанавливается на патрубок подачи горячей смеси и пара джиггера. Подача жидкости происходит через парогенератор, который может осуществлять как нагрев смеси, так и преобразование ее в пар. Температура пара на выходе регулируется зазором между электродами.

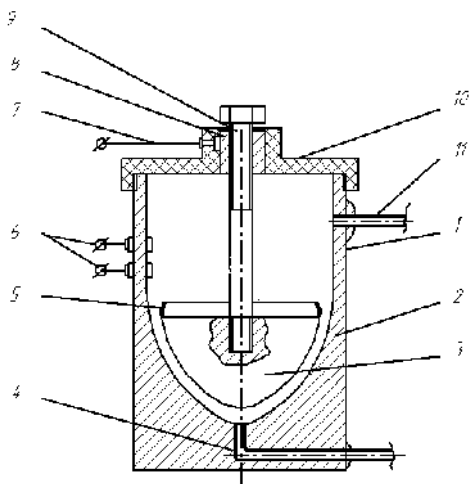


Рис. 1

Предложенное техническое решение обеспечивает уменьшение гидравлического сопротивления в зоне нагрева [4] за счет движения жидкости по параболической кривой, что обеспечивает плавный переход жидкости от поверхности с малым диаметром к поверхности с большим диаметром.

Эта конструкция обеспечивает малый коэффициент сопротивления потоку при изменении рабочего зазора. За счет кольцеобразной выточки улучшается конвекция. Устройство может работать в широком диапазоне температур при нагреве и парообразовании. В зависимости от температуры поступающей жидкости через подводящий патрубок 4 с помощью регулировочного винта 9 выставляется расстояние между гиперболической рабочей поверхностью корпуса 2 и гиперболической рабочей поверхностью фазного электрода 3. В крайнем нижнем положении фазного электрода 3 между рабочими поверхностями корпуса 2 и электрода образуется зазор 2...3 мм. При смещении фазного электрода 3 вращением регулировочного стержня 9 увеличивается зазор на максимальное значение, ограниченное резьбовой частью регулировочного

стержня 9 фазного электрода 3. Готовая смесь или жидкость поступает через подводящий патрубок 4, поднимаясь в зазоре между корпусом 1, с параболической частью 2, фазным электродом, с параболической рабочей поверхностью 3, при этом объем жидкости от нижней части корпуса до верхней постепенно увеличивается и, попадая в полость 5, образованную кольцеобразной выточкой на фазном электроде 3, обеспечивает вихреобразование, что приводит к улучшению теплопередачи между слоями жидкости. Ток, протекая между электродом 3 и корпусом 1 через смесь, нагревает ее.

## ВЫВОДЫ

Применение парогенератора позволяет интенсифицировать процесс массообмена слоев жидкости за счет снижения гидравлических сопротивлений и повышенной турбулентности на 15...20%. Затраты мощности на нагрев смеси в парогенераторе определяются его конструктивными элементами, обеспечивающими интенсивное перемешивание слоев жидкости, что приводит к улучшению теплопередачи и равномерности ее прогрева.

В результате уменьшаются энергозатраты и металлоемкость конструкции, а также повышается ее надежность за счет изменения количества элементов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Машиностроение. Энциклопедия/ Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности. Т. IV-13 / И.А. Мартынов, А.Ф. Прошков, А.П. Яскин и др.; Под ред. И.А. Мартынова. – М.: Машиностроение, 1997.
2. Бельцов В.М. Оборудование для отделки хлопчатобумажных тканей. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
3. Пат. РФ № 136136 МПК F24H1/00. Устройство для получения горячей воды и пара / Коробов Д.В., Егоров С.А., Свиридов И.А.; заявитель и патентообладатель Ивановск. гос. текстильн. акад.; опубл. 27.12.13, Бюл. №36.
4. Лебедев В.С. Технологические процессы машин и аппаратов в производствах бытового обслуживания // Машиностроение. – Изд-во Моск. гос. ун-та, 1987.



## REFERENCES

1. Mashinostroenie. Jenciklopedija/ Red. sovet: K.V. Frolov (pred.) i dr. Mashiny i agregaty tekstil'noj i legkoj promyshlennosti. T. IV-13 / I.A. Martynov, A.F. Proshkov, A.P. Jaskin i dr.; Pod red. I.A. Martynova. – M.: Mashinostroenie, 1997.
2. Bel'cov V.M. Oborudovanie dlja otdelki hlochatobumazhnyh tkaney. – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1982.
3. Pat. RF № 136136 MPK F24H1/00. Ustrojstvo dlja poluchenija gorjachej vody i para / Korobov D.V.,

Egorov S.A., Sviridov I.A.; zajavitel' i patentoobladatel' Ivanovsk. gos. tekstil'n. akad.; opubl. 27.12.13, Bjul. №36.

4. Lebedev V.S. Tehnologicheskie processy mashin i apparatov v proizvodstvah bytovogo obsluzhivaniya // Mashinostroenie. – Izd-vo Mosk. gos. un-ta, 1987.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроительного производства. Поступила 02.02.15.

УДК 330.33.012

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ К-ЦИКЛОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДОВ В МИРОВОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ОБЩЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## THE STUDY OF THE IMPACT OF K-CYCLES ON THE FORMATION OF TECHNOLOGICAL ORDERS IN GLOBAL ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE SOCIETY BY THE EXAMPLE OF THE TEXTILE INDUSTRY

*А.Ф. ПЛЕХАНОВ, Ш.А. ИЛЬДАРОВ*  
*A.F. PLEKHANOV, SH. A. ILDAROV*

(Московский государственный университет дизайна и технологии,  
Ассоциация текстильщиков России)  
(The Moscow State University of Design and Technology,  
The Association of Textile Workers of Russia)  
E-mail vonahelp@mail.ru

*Проведен ретроспективный анализ развития текстильной промышленности, экономических теорий и формирования технологических укладов в мировой истории развития технологий и общества. Установлено, что в основе развития производственных, экономических и политических общественных отношений лежат выявленные в начале XX века известным российским экономистом и статистом Н. Д. Кондратьевым длинные экономические К-циклы. Показано, что в 2016 году произойдет смена V на VI технологический уклад, человечество перейдет на новый виток спирали развития.*

*A retrospective analysis of the development of the textile industry, the economic theories of the formation and technological structures in the world history of technology and society. It was found industrial, economic and political relations are based on the early twentieth century known Russian economist and statistician Nikolay Kondratyevs economical K-cycles. It is shown that VI technological stage will be realized in 2016 year hhumanity will enter a new stage of development spiral.*

**Ключевые слова:** экономический цикл, текстильная промышленность, прядение, ткачество, прогноз, конъюнктура рынка.

**Keywords: economical cycle, textile industry, spinning, weaving, forecast, market conditions.**

В экономической теории при исследовании изменения конъюнктурных явлений известны и применяются циклы различной продолжительности. Например, краткосрочные экономические циклы с характерным периодом от 3 до 4 лет, циклы Китчина, которые были открыты в двадцатые годы XX века английским экономистом Д. Китчином и основаны на колебаниях мировых запасов золота, вызваны запаздыванием во времени принятия решений из-за задержек поступления информации, приводящих к снижению эффективности инвестиционной деятельности коммерческих компаний. Циклы К. Жугляра с периодом от 7 до 11 лет основаны на смене технологий, предприятий, товаров и услуг, продолжительностью их жизненных циклов, колебаниях объемов инвестиций в основной капитал, запаздыванием принятия инвестиционных решений и возведением производственных мощностей. Ритмы Кузнеца продолжительностью от 15 до 25 лет, открытые С. Кузнецом в 1930 году, связаны с демографическими процессами – притоком иммигрантов и темпами капитального строительства. Они получили название "демографических" или "строительных" циклов.

В начале XX века известный российский статист и экономист Н. Д. Кондратьев опубликовал исследования [1], согласно которым в долгосрочной динамике некоторых экономических индикаторов наблюдается определенная циклическая регулярность, в ходе которой на смену фазам роста соответствующих показателей приходят фазы их относительного спада с характерным периодом этих долгосрочных колебаний порядка 50 лет. Экономические периоды с такой продолжительностью получили название К-циклов. Исследования и выводы Н. Д. Кондратьева основывались на эмпирическом анализе большого числа экономических показателей различных стран на довольно длительных промежутках времени, охватывавших длительность времени исследований от 100 до 150 лет.

Известный российский экономист и политик – академик С. Ю. Глазьев в своих трудах [2] на основе обобщения обширного теоретического и эмпирического материала циклического характера развития мировой экономики проанализировал причины современного кризиса и дал прогнозы его дальнейшего развития. В предложенных С. Ю. Глазьевым мероприятиях по модернизации и опережающему развитию российской экономики на основе К-циклов Н. Д. Кондратьева и формируемого нового технологического уклада, как ключевого направления антикризисной политики, предложена целостная программа мер по выходу России из кризиса на траекторию быстрого и устойчивого экономического роста. Данная программа была представлена на Президентском совете безопасности РФ 15 сентября 2015 года.

В исследованиях, проведенных нами на кафедре производственного менеджмента Московского государственного университета дизайна и технологии, в рамках государственной темы научно-исследовательских работ, совместно с Ассоциацией текстильщиков России [3], установлено, что с позиции рассмотрения К-циклов в ракурсе развития текстильной промышленности датой формальной смены V технологического уклада на VI можно считать наступающий 2016 год. Конспективно рассмотрим наши исследования.

Ровно 250 лет назад, в 1765 году, Д. Харгривс (Ланкашир, Великобритания) изобрел механическую прялку "Дженни" – на восемь веретен, усовершенствованную в 1767 году Т. Хейгсом для фабричного производства. Таким образом, производительность мануфактурного производства значительно возросла за счет повышения эффективности использования ручного труда рабочих. В 1769 году Р. Аркрайт приспособил для привода прядильных машин водяное колесо, закрепив за прядильными машинами название "ватеров", и тем самым повысил производительность труда, разгрузив ноги рабочих. В это же время в США

формируется новое государство, и в 1793 году Э. Уитней патентует пильный джид для отделения волокон хлопка от семян хлопчатника, повышающий производительность ручного труда работников в 50 раз. Эти изобретения положили начало формированию первого технологического уклада, привели к буржуазной революции в Европе, развитию различных экономических теорий, таких как, например, "теория абсолютных преимуществ" Адама Смита и "Начала политической экономии и налогового обложения" Дэвида Рикардо (1817 г.). Первый технологический уклад заложил основы для бурного мирового научно-технического прогресса в текстильной промышленности европейских стран и завершился в 1815 году окончанием буржуазной французской революции, поражением Наполеона в войне с Россией.

Второй технологический уклад, который согласно нашим исследованиям на основе К-циклов продолжался с 1815 по 1865 годы и был характерен ростом производительности труда в текстильной промышленности на основе начала внедрения сельфакторов (1825 г.), появления прядильных машин с колпачными веретенами (1829 г.) и первой прядильной машины с кольцами и бегунками Томаса Джеймса (1830, патент США). Характерным результатом второго технологического уклада следует считать появление паровых котлов для привода машин, в том числе и в мануфактурном производстве. В 1947 году Англия отменила запрет вывоза текстильного оборудования с территории острова. В Европе экономические теории получают развитие в работах Д. Милля (1948, "Принципы политической экономии"). Второй технологический уклад сопровождался значительным подъемом текстильной промышленности России, появлением и становлением целого ряда всемирно известных мануфактур. Закончился II ТУ Гражданской войной, войной Севера и Юга в США, значительным сокращением поставок хлопкового волокна в Европу и кризисом, вызванным "хлопковым голодом", в результате которого в Великобритании пострадала каждая семья, поскольку каждый четвертый житель

страны был задействован в текстильной промышленности.

Третий технологический уклад (1865–1915 гг.) основывался на приводе механизмов и машин от паровых котлов и послужил расцветом текстильной промышленности в России, став для нее "золотым веком". В 1867 году К. Маркс публикует работу "Процесс производства капитала", Аляска отдается в аренду США, Хива входит в состав Российской империи, а в Москве основывается Товарищество Даниловской мануфактуры. В 1887 году экспорт товаров из Российской империи, в том числе и хлопчатобумажных тканей, превысил импорт, рубль становится мировой твердой конвертируемой валютой. По прогнозам французского экономиста Э. Тэри (1914 г.), при достигнутых темпах роста, к 1948 году население России должно было составить 343,9 миллионов человек, опередив по численности европейские страны (вместе взятые – 336,0 млн. чел.). Закончился III ТУ мировой войной и сменой общественно-экономических формаций в центральной части Европы [4, с. 133...135].

Четвертый ТУ (1915-1965 гг.) характеризовался заменой в текстильной промышленности сельфакторов на кольцевые прядильные машины, началом "века двигателей внутреннего сгорания". В 40-х годах XX века появляется центрифугальное прядение. А в 20–30-е годы, как уже упоминалось, Н. Д. Кондратьев разрабатывает теорию К-циклов. В 30-е годы шведские экономисты Э. Хекшер и Б. Олин создают теорию международной торговли – теорию соотношения различных факторов производства, основанную на трех основных параметрах (труд – *work*, капитал – *capital*, земля – *land*). Вторая мировая война в истории по праву получила название "войны моторов", закончилась в столице Германии, а технологический уклад завершается изобретением ракетных двигателей, ядерного оружия и первым полетом человека – Ю. А. Гагарина в космос.

Пятый ТУ (1965-2015 гг.) в текстильной промышленности характерен изобретением пневмомеханического прядения – безверетенные прядильные машины BD-200 (1967,

ЧССР и СССР, впервые представлены на выставке ИТМА в г. Базель) и бесчелночного пневморепродуктивного ткачества – ткацкие станки АТПР-100 и СТБ. Разработаны роторный (ПР-150-1, ЦНИХБИ, ВНИИЛтекмаш, Москва), аэромеханический (ПАМ-150, ВНИИЛтекмаш, Москва), электромеханический, аэродинамический ("MURATA", Япония), фрикционный (DREF, "AUTEFA", Австрия) способы прядения. В 1974 году Новосибирским СКБ создан многочелночный ткацкий станок. На предприятиях текстильной промышленности широко внедряются средства комплексной механизации и автоматизации технологических процессов прядения и ткачества [5]. Широкое распространение получает робототехника, автоматические кипные рыхлители, автоприсучальщики, системы контроля качества текстильной продукции [6]. В мире появляются персональные компьютеры, создается мировая сеть Интернет, в обществе твердо приживается мобильная связь. С распадом СССР в мире прокатывается серия "цветных революций". На первый взгляд, развитие мировой экономики приходит в тупик. От идеи глобализации мировой экономики, вступления в ВТО люди начинают задумываться о принципах теории меркантилизма и обеспечения национальной безопасности, создания нового мироустройства на основе идеи многополярного мира и формирования таких организаций, как БРИКС, ШОС, ЕвразЭС и т.п. Разделение факторов производства сконцентрировалось в трех условных "полюсах мира": капитал – в США, труд – в Индокитае, земля – в странах СНГ.

Сегодня мировая цивилизация стоит на пороге формирования нового, VI технологического уклада. Наступающий 2016 год – это год начала формирования новых основ мирового порядка, технического, технологического, правового, экономического фундаментов организации человечества, в том числе в легкой и текстильной промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев Н.Д. Мировое хозяйство и его конъюнктура во время и после войны. – Вологда:

Областное отделение Государственного издательства. Гл. 5, 1922.

2. Глазьев С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса. – М.: Экономика, 2010.

3. Плеханов А.Ф., Ильдаров Ш.А. Стратегическое планирование текстильных предприятий в условиях внешнеэкономических санкций // Тез. докл.: Междунар. научн.-практ. конф.: Государство, академическая наука и высшая школа: современное состояние и тенденции развития. –Уфа, РИЦ БашГУ, 2014. С. 52...54.

4. Рыбас С.Ю. Столыпин. – 4-е изд. – М.: Молодая гвардия, 2012.

5. Житникова Е.Н., Плеханов А.Ф. Механизация и автоматизация процессов в прядении и ткачестве. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

6. Рудовский П.Н. Развитие технологии прядильного производства в вузах Российской Федерации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5. С. 117...121.

7. Плеханов А.Ф., Ильдаров Ш.А. Исследование экономических К-циклов и технологических укладов в мировом развитии текстильной промышленности / Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ – 2015). – ч. 3. – М.: МГУДТ, 2015. С. 177...180.

8. Плеханов А.Ф., Ильдаров Ш.А. Исследование технологических укладов в мировом развитии текстильной промышленности / Сб. мат. Междунар. научн.-метод. конф.: Инновационно-образовательные технологии в менеджменте и индустрии моды. – М.: Московск. гос. ун-т технологий и управления имени Г. К. Разумовского, 2015.

#### REFERENCES

1. Kondrat'ev N.D. Mirovye hozjajstvo i ego kon'junktura vo vremja i posle vojny. – Vologda: Oblastnoe otdelenie Gosudarstvennogo izdatel'stva. Gl. 5, 1922.

2. Glaz'ev S.Ju. Strategija operezhajushhego razvitija Rossii v uslovijah global'nogo krizisa. – M.: Jekonomika, 2010.

3. Plehanov A.F., Il'darov Sh.A. Strategicheskoe planirovanie tekstil'nyh predprijatij v uslovijah vneshejekonomicheskikh sankcij // Tez. dokl.: Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Gosudarstvo, akademicheskaja nauka i vysshaja shkola: sovremennoe sostojanie i tendencii razvitija. –Ufa, RIC BashGU, 2014. S. 52...54.

4. Rybas S.Ju. Stolypin. – 4-e izd. – M.: Molodaja gvardija, 2012.

5. Zhitnikova E.N., Plehanov A.F. Mehanizacija i avtomatizacija processov v prjadenii i tkachestve. – M.: Legprombytizdat, 1991.

6. Rudovskij P.N. Razvitie tehnologii prjadil'nogo proizvodstva v vuzah Rossijskoj Federacii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №5. S.117...121.

7. Plehanov A.F., Il'darov Sh.A. Issledovanie jekonomicheskikh K-ciklov i tehnologicheskikh ukladov v mirovom razvitii tekstil'noj promyshlennosti / Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Dizajn, tehnologii i innovacii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (INNOVACII – 2015).– ch. 3. – M.: MGUDT, 2015. S.177...180.

8. Plehanov A.F., Il'darov Sh.A. Issledovanie tehnologicheskikh ukladov v mirovom razvitii tekstil'noj promyshlennosti / Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-metod.

konf.: Innovacionno-obrazovatel'nye tehnologii v menedzhmente i industrii mody. – M.: Moskovsk. gos. un-t tehnologij i upravlenija imeni G.K. Razumovskogo, 2015.

Рекомендована кафедрой производственного менеджмента Института экономики и менеджмента. Поступила 16.11.15.

УДК 621.928

## КИНЕТИКА ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИТОВЫХ ТКАНЫХ ПОЛОТЕН

### KINETICS OF FINE GRANULAR MATERIALS SCREENING WITH APPLICATION OF WOVEN SCREEN CLOTH

*В.А. ОГУРЦОВ, А.П. АЛЕШИНА, А.В. ОГУРЦОВ, Е.Р. БРИК*  
*V.A. OGURTZOV, A.P. ALESHINA, A.V. OGURTZOV, E.R. BRIK*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: ogurtzovvawork@mail.ru, annaricci89@mail.ru

*В статье рассмотрена математическая модель процесса фракционирования мелкодисперсных сыпучих материалов на вибрирующем ситовом тканом полотне, выполненном переплетением тонких нитей из шелковых или синтетических тонких нитей. Модель основана на теории цепей Маркова. Доказано, что эффективность процесса отсева зависит от материала нитей ситовой ткани, формы и размера ячеек просеивающего полотна.*

*A mathematical model of screening of fine granular materials on vibrating woven screen cloth made by weaving of fine silk or synthetic threads is proposed. The model is based on the theory of Markov chains. It is proved that the screening process efficiency depends on the material of threads the screen cloth is made of, on the shape and size of openings in the screen.*

**Ключевые слова:** ситовое тканое полотно, фракционирование, мелкодисперсный сыпучий материал, цепь Маркова, эффективность отсева.

**Keywords:** woven screen cloth, screening, fine granular material, Markov chain, screening efficiency.

Массу сыпучих частиц разделяют на фракции с помощью сит, полученных переплетением тонких нитей из натурального шелка или синтетических материалов [1], [2]. Чтобы движение частиц

к просеивающей поверхности состоялось, необходимо обеспечить их подвижность в слое, то есть привести сыпучую среду в состояние псевдооживления, для чего часто используют вибровоздействие на нее со

стороны просеивающего полотна виброклассификатора. Разделение сыпучей среды на крупную и мелкую фракции происходит на поверхности сита, через ячейки которого проходят мелкие частицы, а крупные задерживаются на нем. При рассеиве мелких частиц с высокой удельной поверхностью распределение сыпучего материала тонким слоем по просеивающему полотну неприемлемо из-за большой требуемой поверхности, и материал приходится подавать на сито относительно толстым слоем. При этом проходовой частице требуется некоторое время, чтобы достичь просеивающей поверхности. Таким образом, физическим содержанием этого процесса является случайная миграция частиц в слое виброоживленного материала с возможностью выхода проходových частиц через нижнюю границу слоя в подситовое пространство. Полный выход всех проходových частиц через эту границу и определяет кинетику фракционирования.

Подход к математическому моделированию процесса основан на теории цепей Маркова, как наиболее естественного инструмента для описания случайной миграции частиц внутри слоя сыпучего материала. Базовые положения этой теории к моделированию процессов в дисперсных средах изложены в работах [3], [4].

Расчетная схема процесса и его ячеечное представление показаны на рис. 1-а, б (рис. 1 – расчетная схема процесса (а), его ячеечная модель (б), пример распределения вероятностей состояний (в) и схема выделения переходных вероятностей (г)). Весь слой материала, содержащего крупные и мелкие частицы, разбит на  $m$  подслоев конечного размера. Толщина подслоя  $\Delta x$  должна быть больше размера самой

крупной частицы, но меньше полной толщины слоя. Вероятности  $S_i$  того, что в данный момент времени частица окажется в  $i$ -й ячейке, различны (рис. 1-в). Их полный набор образует вектор состояния ячеек цепи:

$$S = [S_1 \ S_2 \ \dots \ S_m]^T, \quad (1)$$

где индекс  $T$  означает транспонирование вектора.

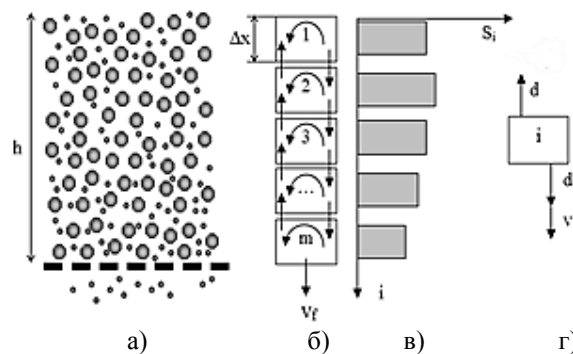


Рис. 1

Процесс протекает в дискретные моменты времени  $t_k = (k-1)\Delta t$ , где  $\Delta t$  – продолжительность, а  $k$  – номер временного перехода. В течение времени одного перехода частицы могут перейти из данной ячейки в соседние ячейки, вверх или вниз, или остаться в ней. Доля частиц, переносимых из ячейки вниз, больше, чем доля частиц, переносимых вверх. Это вызвано сегрегацией частиц мелкой фракции к поверхности сита (рис. 1-в).

Эволюция состояния цепи описывается матричным рекуррентным равенством:

$$S^{k+1} = PS^k, \quad (2)$$

где  $P$  – матрица переходных вероятностей, которая имеет вид:

$$P = \begin{bmatrix} 1-d-v & d & 0 & \dots & 0 & 0 \\ d+v & 1-2d-v & \dots & \dots & 0 & 0 \\ 0 & d+v & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 1-2d-v & d \\ 0 & 0 & 0 & 0 & d+v & 1-d \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где  $d$  – безразмерный коэффициент макро-диффузии, а  $v$  – безразмерная скорость сегрегации.

Выход мелкой фракции в подрешетный продукт может быть описан за пределами матрицы  $P$  следующим образом [5], [6]. Пусть на каждом временном переходе после воздействия на вектор состояния  $S^k$  матрицей  $P$  из нижней ячейки цепи выводится доля  $v_f$  содержащейся в ней мелкой фракции, то есть ее выход составляет:

$$q^{k+1} = S_m^{k+1} v_f, \quad (4)$$

а оставшаяся в ней доля мелкой фракции равна:

$$S_m^{k+1} := S_m^{k+1} (1 - v_f), \quad (5)$$

где  $:=$  – оператор присваивания.

Кинетика извлечения мелкой фракции в подситовое пространство рассчитывается как

$$\varepsilon(k+1) = \sum_{k=1}^{k+1} q(k+1). \quad (6)$$

Пример расчетной эволюции распределения частиц мелкой фракции в ячейках слоя ( $d=0,2$ ;  $v=0,2$ ;  $v_f=0,2$ ) показан на рис. 2.

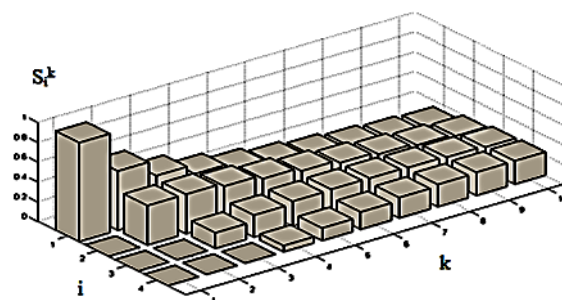


Рис. 2

На рис. 3 показан пример результатов расчета кинетики извлечения проходовой фракции: а)  $d=0,2$ ;  $v=0,2$ ; 1, 2, 3, 4 -  $v_f = 0,01$ ; 0,1; 0,2; 0,4; б)  $d=0,2$ ;  $v_f=0,2$ ; 1, 2, 3, 4 -  $v=0$ ; 0,1; 0,2; 0,4; в)  $v=0,2$ ;  $v_f=0,2$ ; 1, 2, 3, 4 -  $d=0$ ; 0,1; 0,2; 0,4.

На рис. 3-а кривые различаются вероятностями прохождения частиц сквозь сито, на рис. 3-б – величинами скорости сегрегации, на рис. 3-в – величинами дисперсионных коэффициентов. Результаты расчетов показывают, что величина вероятности проникновения частиц через отверстия сита значительно влияет на кинетику процесса, влияние скорости сегрегации меньше, чем влияние вероятности прохождения через сито, а величина коэффициента макро-диффузии практически не влияет на кривую кинетики рассева.

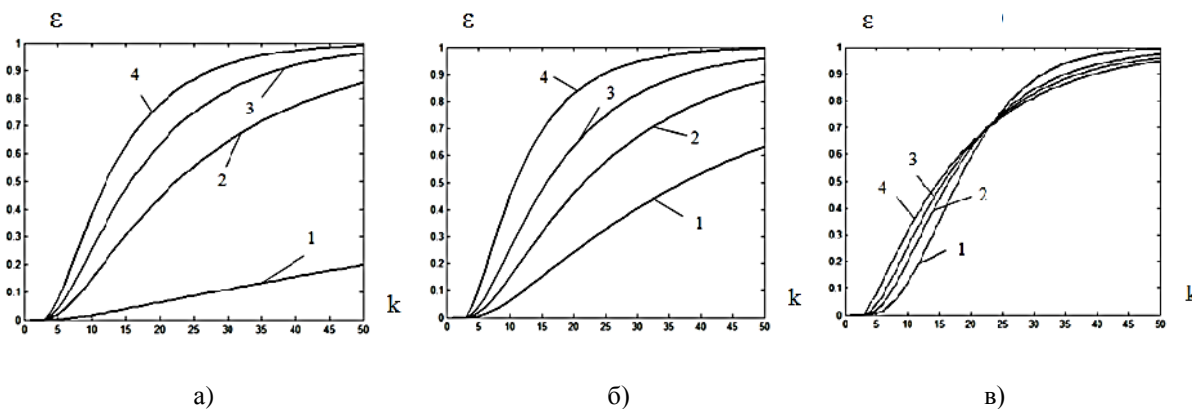


Рис. 3

Стохастические параметры ячеечной модели можно определять согласно [7] по результатам тестовых опытов по рассеву

реальных сыпучих материалов на ситовой ткани, используя лабораторную установку периодического действия.

## ВЫВОДЫ

Скорость проникновения частиц через отверстия сита является определяющей для процесса фракционирования. Эффективность отсева зависит как от параметров колебаний сита, так и характеристик просеивающего полотна: вида ситовой ткани, ее материала, формы и размера ячеек.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сокова Г.Г., Сорокин М.В., Исаева М.В., Соков М.А. Автоматизированное проектирование переплетений технических многослойных сеток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 6. С. 94...98.
2. Заздравных В.С., Юхин С.С. Разработка оптимальных технологических параметров выработки многослойных тканых структур для фильтров // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 48.
3. Машиностроение. Энциклопедия. Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. – Т. IV-12/ Под общ. ред. М.Б. Генералова. – М.: Машиностроение, 2004. (В.Е. Мизонов. Оборудование для классификации сыпучих материалов. С.160...179).
4. Berthiaux H., Mizonov V. Applications of Markov Chains in Particulate Process Engineering: A Review //The Canadian Journal of Chemical Engineering. – V.85, №6, 2004. P.1143...1168.
5. Аleshina А.П., Огурцов В.А. и др. Применение теории цепей Маркова к моделированию кинетики виброгрохочения в слое переменной высоты // Вестник ИГЭУ. – Вып. 5, 2014. С.42...46.
6. Аleshina А.П., Огурцов В.А. и др. Расчетно-экспериментальное исследование сегрегационного механизма миграции ансамбля частиц в слое сыпучего материала при виброгрохочении // Вестник ИГЭУ. – Вып. 1, 2015. С. 50...54.

7. Мизонов В.Е., Огурцов В.А. и др. Процессы сепарации частиц в виброоживленном слое: моделирование, оптимизация, расчет. – Иваново: ИГЭУ, ИВГПУ, 2010.

## REFERENCES

1. Sokova G.G., Sorokin M.V., Isaeva M.V., Sokov M.A. Avtomatizirovannoe proektirovanie perepletений tehnikeskikh mnogoslojnykh setok // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 6. S.94...98.
2. Zazdravnyh V.S., Juhin S.S. Razrabotka optimal'nykh tehnologicheskikh parametrov vyrabotki mnogoslojnykh tkanykh struktur dlja fil'trov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 1. S.48.
3. Mashinostroenie. Jenciklopedija. Mashiny i apparaty himicheskikh i neftehicheskikh proizvodstv. – Т. IV-12/ Pod obshh. red. M.B. Generalova. – М.: Mashinostroenie, 2004. (V.E. Mizonov. Oborudovanie dlja klassifikacii sypuchih materialov. S.160...179).
4. Berthiaux H., Mizonov V. Applications of Markov Chains in Particulate Process Engineering: A Review //The Canadian Journal of Chemical Engineering. – V.85, №6. 2004. P.1143...1168.
5. Aleshina A.P., Ogurcov V.A. i dr. Primenenie teorii cepej Markova k modelirovaniju kinetiki vibrogrochochenija v sloe peremennoj vysoty // Vestnik IGJeU. – Vyp. 5, 2014. S.42...46.
6. Aleshina A.P., Ogurcov V.A. i dr. Raschetno-eksperimental'noe issledovanie segregacionnogo mehanizma migracii ansamblja chastic v sloe sypuchego materiala pri vibrogrochochenii // Vestnik IGJeU. – Vyp. 1, 2015. S. 50...54.
7. Mizonov V.E., Ogurcov V.A. i dr. Processy separacii chastic v vibroozhizhennom sloe: modelirovanie, optimizacija, raschet. – Ivanovo: IGJeU, IVGPU, 2010.

Рекомендована кафедрой технологии строительного производства. Поступила 01.02.16.



СОДЕРЖАНИЕ

**Экономика и организация производства**

<i>Алоян Р.М., Татиевский П.Б., Федосеев В.Н., Зайцева И.А.</i> Оценка степени риска инвестиционных проектов по развитию технопарка Ивановского региона .....	5
<i>Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А.</i> Сравнительный анализ ресурсо- и энергосберегающих характеристик при применении геотекстиля в строительстве .....	10
<i>Кукукина И.Г., Климова С.В.</i> Методология и оценка экономической устойчивости предприятия ХБК "Ситцы" .....	14
<i>Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Петрухин А.Б.</i> Экономическая эффективность воздушно-тепловых насосов для объектов производственного и непромышленного назначения .....	18
<i>Чуланова Г.Ю., Чигиринова М.В., Любименко А.И.</i> Возможность внесения корректирующих изменений в модель управления запасами .....	21
<i>Матушкина О.Е., Лисиенкова Л.Н., Ковалев А.И.</i> Оценка взаимосвязи динамики прибыли и финансовой устойчивости предприятия легкой промышленности .....	26

**Материаловедение**

<i>Бесишпошникова В.И., Жилина Е.В., Жагрина И.Н., Ульвачева Л.А.</i> Совершенствование метода испытания тканых полотен при одноцикловом растяжении .....	30
<i>Виноградова Н.А., Плеханова С.В.</i> Выбор определяющих показателей качества тканей медицинского назначения .....	33
<i>Самсонов Е.Э., Вахонина С.А., Матрохин А.Ю.</i> Формирование информативных показателей распознавания волокнистого состава текстильных материалов .....	35
<i>Замышляева В.В., Смирнова Н.А.</i> Определение влияния швов на характеристики изгиба и сдвига костюмных тканей .....	39
<i>Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю.</i> Текстильное материаловедение перед технологическим рывком .....	42

**Первичная Обработка. Сырье**

<i>Куликов А.В., Пашин Е.Л., Соболева Е.В.</i> Оценка прочности на разрыв ленты из короткого льняного волокна .....	48
<i>Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г.</i> Построение информационной системы для контроля качества длинного трепаного льноволокна .....	51
<i>Безбабченко А.В., Новиков Э.В., Ковалев М.М., Пучков Е.М.</i> Универсальная линия для переработки льна и пеньки в различные виды готовой продукции .....	54
<i>Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Алтухова И.Н.</i> Исследование характеристик тресты масличного льна .....	58

**Прядение**

<i>[Столярков А.А.], Кудряшова В.И., Беляев Д.Н.</i> Исследование влияния конструктивных особенностей зоны выпуска кольцевой прядильной машины на структуру и свойства пряжи .....	62
<i>Ларин И.Ю., Красик Т.Я., Варганова Е.А., Некрашевич С.А., Рыбин В.Э., Стокозенко В.Г.</i> Математическая модель процесса кручения пряжи из элементаризованных льняных волокон на прядильной машине пневмомеханического способа прядения .....	66

**Ткачество**

<i>Кожевникова Л.В., Карева Т.Ю.</i> Сравнительное исследование физико-механических свойств однослойной хлопчатобумажной ткани, вырабатываемой на ткацких станках СТБ-180 и OMNIPLUS фирмы PИCANOL .....	71
<i>Брут-Бруляко А.Б., Рудовский П.Н.</i> Исследование плотности намотки хлопчатобумажной пряжи в цилиндрических бобинах для крашения .....	75
<i>Сильченко Е.В., Николаев С.Д.</i> Металлизированные ткани для защитных костюмов .....	79

**Отделка**

<i>Кузнецова Е.Э., Тяпкин И.И., Сафонов В.В.</i> Оценка эффективности использования водных дисперсий полиуретанов в качестве связующих в пигментной печати .....	85
<i>Сергеева Е.А., Ибатуллина А.Р., Костина К.Д.</i> Применение плазменной модификации для улучшения прочностных характеристик арамидного волокна .....	90

## Технология нетканых материалов

<i>Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н.</i> Исследование изменения теплового сопротивления нетканых материалов в условиях циклического сжатия .....	94
---	----

### Трикотажное производство

<i>Мкоян Р.С.</i> Качественные показатели образцов чулочно-носочных изделий после отделочных операций .....	99
<i>Пивкина С.И., Фомина О.П., Боровков В.В.</i> Трикотаж кулирных производных переплетений с расположением протяжек на лицевой стороне остовов петель .....	104
<i>Николаева Е.В., Рябова И.И., Муракаева Т.В.</i> Разработка элементов машинной визуализации трикотажа ажурных переплетений .....	107
<i>Башков А.П., Башкова Г.В., Алешина Д.А., Румянцева О.С.</i> Анализ механических свойств двухслойных трикотажных полотен с соединительными элементами из индивидуальных нитей .....	111

### Швейное производство и дизайн

<i>Михайлов А.А., Романова К.Е.</i> Студенческая форменная одежда XIX века .....	115
<i>Мизонова Н.Г.</i> Особенности народного текстиля и костюма на территории Ивановской области ...	119
<i>Сурикова О.В., Сурикова Г.И., Кузьмичев В.Е.</i> Адаптация американской системы кроя для российских женских типовых фигур .....	123
<i>Хамматова Э.А.</i> Проектирование и изготовление экспериментальных образцов специальной одежды из наноструктурированных текстильных материалов с повышенными гигиеническими свойствами .....	128
<i>Смолина О.А.</i> Художественная отделка – роспись "тканью по ткани" .....	134

### Текстильные машины и агрегаты

<i>Егоров В.В., Марковец А.В., Мазин Л.С.</i> Исследование процесса сматывания нити со шпули в челноке швейной машины с учетом регулятора натяжения нити .....	137
<i>Селезнев С.В., Шляпугин Р.В., Пирогов Д.А.</i> Исследование динамики механизма привода челноков лентоткацкого станка .....	142
<i>Хозина Е.Н., Гаврилов А.Н., Макаров В.А.</i> Назначение и основные параметры технологической оснастки для ткацких машин .....	147

### Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

<i>Федосов С.В., Акулова М.В., Зиновьева Е.В.</i> Особенности механической активации дистиллированной воды различными насадками роторной мешалки .....	153
<i>Фомин Ю.Г., Петросов С.П., Лемешко М.А., Кожемяченко А.В., Донченко И.Я.</i> Математическая модель теплопритоков в камере холодильной машины .....	158
<i>Лаврентьева Е.П., Разумеев К.Э.</i> Модель остаточного горения образца двумерного плоского текстильного материала .....	161

### Информационные технологии

<i>Ивановский В.А.</i> Определение поперечного профиля нити в структуре трехмерной ткани .....	167
<i>Севостьянов П.А., Ордов К.В., Самойлова Т.А., Монахов В.В.</i> Компьютерная модель изменения характеристик волокнистого материала в технологическом процессе .....	170

### Механика нити и полотен

<i>Киселев А.М., Киселев М.В.</i> Проектирование гибких, ударопоглощающих оболочек при статическом и динамическом нагружениях .....	175
---	-----

### Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Торшин А.С., Третьякова А.Е., Сафонов В.В.</i> Производство тканых полотен с применением наночастиц висмута для защиты от воздействия СВЧ-излучения .....	180
<i>Фраймович Д.Ю., Дмитриев Ю.А.</i> Поиск оптимальных решений в обрабатывающем секторе промышленности .....	183
<i>Кулешова И.Н., Минников В.К.</i> Выделение социально-психологических особенностей коррупции в сфере высшего профессионального образования .....	186
<i>Пушина Л.Ю.</i> Инновационный потенциал молодежи и задачи нравственного воспитания кадров для текстильной промышленности .....	189

<i>Егоров С.А., Коробов Д.В., Свиридов И.А., Фомин Ю.Г.</i> Конструкция парогенератора .....	195
<i>Плеханов А.Ф., Ильдаров Ш.А.</i> Исследование влияния К-циклов на формирование технологических укладов в мировом экономическом развитии общества на примере текстильной промышленности .....	197
<i>Огурцов В.А., Алешина А.П., Огурцов А.В., Брик Е.Р.</i> Кинетика фракционирования мелко-дисперсных сыпучих материалов с применением ситовых тканых полотен .....	201

## CONTENTS

### Economics and Production Planning

<i>Aloyan R.M., Tatiyevsky P.B., Fedoseev V.N., Zaytseva I.A.</i> Risk Assessment of Investment Projects on Development of the Technopark in Ivanovo Region .....	5
<i>Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Oparina L.A.</i> Comparative Analysis of Resource and Energy Saving Characteristics of the Use of Geotextiles in the Construction .....	10
<i>Kukukina I.G., Klimova S.V.</i> Methodology and Evaluation of the Economic Sustainability of the Enterprise KBC "SITSY" .....	14
<i>Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Petrukhin A.B.</i> Economic Efficiency of Air Heat Pumps for Industrial and Non-Use .....	18
<i>Chulanova G.Yu., Chigirinova M.V., Lyubimenko A.I.</i> The Possibility of Introducing Corrective Changes in the Model of Inventory Management .....	21
<i>Matushkina O.E., Lisienkova L.N., Kovalev A.I.</i> Estimation of the Interrelationship between Dynamic of Profits and Financial Stability of Light Industry Enterprises .....	26

### Materials

<i>Besshaposhnikova V.I., Zhilina E.V., Zhagrina I.N., Ulyvacheva L.A.</i> Improvement of the Test Method of Woven Linen During a Single Cycle Stretching .....	30
<i>Vinogradova N.A., Plekhanova S.V.</i> Selection of Defining Quality Indicators for Medical Fabrics .....	33
<i>Samsonov E.E., Vakhonina S.A., Matrokhin A.Yu.</i> Forming of Informative Parameters Recognition of Fibrous Structure of Textile Materials .....	35
<i>Zamyshlyayeva V.V., Smirnova N.A.</i> Definition of the Influence of the Seams on Characteristics of Bending and Shear of Costume Fabrics .....	39
<i>Gusev B.N., Matrokhin A.Yu.</i> Textile Materials before Technological Breakthrough .....	42

### Preliminary Treatment. Raw Materials

<i>Kulikov A.V., Pashin E.L., Soboleva E.V.</i> Estimation Tensile Strength Tape from the Short Flax Fiber ....	48
<i>Dyagilev A.S., Bizyuk A.N., Kogan A.G.</i> Construction of an Information System for Quality Control of Long Scutched Flax Fiber .....	51
<i>Bezbabchenko A.V., Novikov E.V., Kovalev M.M., Puchkov E.M.</i> Universal Line for Processing Flax and Hemp in Various Kinds of Finished Goods .....	54
<i>Novikov E.V., Bezbabchenko A.V., Altukhova I.N.</i> Research of Characteristics Trusts of Olive Flax .....	58

### Spinning

<i>[Stolyarov A.A.], Kudryashova V.I., Belyaev D.N.</i> Research of Influence of Structural Features of Zone of Producing of Circular Spinning Machine on Structure and Properties of Yarn .....	62
<i>Larin I.Yu., Krasik T.Ya., Varganova E.A., Nekrashevich S.A., Rybin V.E., Stokozenko V.G.</i> A Mathematical Model of the Process of Twisting Yarn from the Elementarysecondary Flax Fibers on a Spinning Machine of OE Spinning .....	66

### Weaving

<i>Kozhevnikova L.V., Kareva T.Yu.</i> A Comparative Study of Physico-Mechanical Properties of a Single-Layer Cotton Fabric Produced By Weaving Looms STB and OMNIPLUS Company PICANOL .....	71
<i>Brut-Brulyako A.B., Rudovskiy P.N.</i> Research of Winding Density Cotton Yarn in Cylinder Bobbins for Coloration .....	75
<i>Silchenko E.V., Nikolaev S.D.</i> Metallized Fabric for Protective Clothing .....	79

### Finishing

<i>Kuznetsova E.E., Tyapkin I.I., Safonov V.V.</i> Evaluation of the Efficiency of Use of Polyurethane Water Dispersions As Binding in the Pigmentary Print .....	85
<i>Sergeeva E.A., Ibatullina A.R., Kostina K.D.</i> Application of Plasma Modification for Improvement of Strength Characteristics of Aramide Fiber .....	90

## Technology of Non-Wovens

<i>Deryabina A.I., Lisienkova L.N.</i> The Study Changes of Thermal Resistance of Fiber Mesh Fabric at Cyclic Compression .....	94
---	----

### Knitting

<i>Mkoyan R.S.</i> Quality Indicators of Samples of Hosiery after Finishing Operations .....	99
<i>Pivkina S.I., Fomina O.P., Borovkov V.V.</i> Filling-Knit Derivatives Weaves with the Location of Broaches on the Front Side of the Cores Loops .....	104
<i>Nikolaeva E.V., Ryabova I.I., Murakaeva T.V.</i> Development of Elements of Machine Visualization of the Knitted Fabric of the Delicate Interlacing .....	107
<i>Bashkov A.P., Bashkova G.V., Aleshina D.A., Rumiantseva O.S.</i> Analysis of Mechanical Properties of Two-Layer Knitted Fabrics with the Connecting Element of the Individual Filaments .....	111

### Sewing and Design

<i>Mikhailov A.A., Romanova K.E.</i> Student's Uniform of the XIX Century .....	115
<i>Mizonova N.G.</i> Features of National Textiles and Costumesuit in Ivanovo Region Territory .....	119
<i>Surikova O.V., Surikova G.I., Kuzmichev V.E.</i> Adaptation of the USA Pattern Block Making Manual to the Russian Female Bodies .....	123
<i>Khammatova E.A.</i> Design and Fabrication of Experimental Samples of Special Clothes of Nanostructured Textile Materials with High Hygienic Properties .....	128
<i>Smolina O.A.</i> Artistic Finishing – the Painting "Fabric on Fabric" .....	134

### Textile Machines and Aggregates

<i>Egorov V.V., Markovets A.V., Mazin L.S.</i> Analysis of the Process of Unwinding the Bobbin Thread in the Shuttle of a Sewing Machine Taking into Account the Thread Tension Regulator .....	137
<i>Seleznev S.V., Shlyapugin R.V., Pirogov D.A.</i> The Study of Shuttle Drive Dynamics of the Ribbon-Loom .....	142
<i>Hozina E.N., Gavrilov A.N., Makarov V.A.</i> Function and Main Parameters Technological Equipment for Weaving Machines .....	147

### Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Fedosov S.V., Akulova M.V., Zinovyeva E.V.</i> Features of Mechanical Activation of the Distilled Water by Different Nozzles of the Rotor Agitator .....	153
<i>Fomin Yu.G., Petrosov S.P., Lemeshko M.A., Kozhemyachenko A.V., Donchenko I.Ya.</i> Mathematical Model of Heat Leakage in Camera of Refrigerator .....	158
<i>Lavrentyeva E.P., Razumeev K.E.</i> Model of Residual Burning of a Sample of 2D-Flat Textile Material ...	161

### Information Technologies

<i>Ivanovsky V.A.</i> Definition of a Cross Profile of a Thread in Structure of Three-Dimensional Fabric .....	167
<i>Sevostyanov P.A., Ordov K.V., Samoylova T.A., Monakhov V.V.</i> A Computer Model of Change Characteristics Fibrous Material in the Technological Process .....	170

### Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Kiselyov A.M., Kiselyov M.V.</i> Design Flexible, Shock-Absorbing Shells under Static and Dynamic Loading	175
--	-----

### Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Torshin A.S., Tretyakova A.E., Safonov V.V.</i> The Production of Woven Cloths with the Use of Bismuth Nanoparticles for Protection against Microwave Radiation Influence .....	180
<i>Fraymovich D.Yu., Dmitriyev Yu.A.</i> The Search for Optimal Solutions in the Manufacturing Sector .....	183
<i>Kuleshova I.N., Minnikov B.K.</i> Allocation of Social and Psychological Features of Corruption Higher Education .....	186
<i>Pushina L.Yu.</i> Innovative Potential of Young People and Tasks of Moral Education of Personnel for the Textile Industry .....	189
<i>Egorov S.A., Korobov D.V., Sviridov I.A., Fomin Yu.G.</i> The Design of the Steam Generator .....	195
<i>Plekhanov A.F., Ildarov Sh. A.</i> The Study of the Impact of K-Cycles on the Formation of Technological Orders in Global Economic Development of the Society by the Example of the Textile Industry .....	197
<i>Ogurtzov V.A., Aleshina A.P., Ogurtzov A.V., Brik E.R.</i> Kinetics of Fine Granular Materials Screening with Application of Woven Screen Cloth .....	201