

Министерство образования и науки
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 5 (347)
2013**

Издание Ивановского государственного политехнического университета.
Текстильный институт

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ (д.т.н., проф.).

Заместители главного редактора:

Н.М. АШНИН (д.т.н., проф.),

Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.),

Б.Б. СТРОГАНОВ (д.т.н., проф.).

Б.Н. ГУСЕВ (д.т.н., проф.),

В.Л. МАХОВЕР (д.т.н., проф.),

М.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.),

К.Э. РАЗУМЕЕВ (д.т.н., проф.).

Члены редколлегии:

Р.М. АЛОЯН

(чл.-корр. РААСН, д.т.н., проф.),

В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (к.т.н., д.с.н.),

В.Н. БЛИНИЧЕВ (д.т.н., проф.),

А.П. БОЛОТНЫЙ (д.т.н., проф.),

В.В. ВЕСЕЛОВ (д.т.н., проф.),

В.Ф. ГЛАЗУНОВ (д.т.н., проф.),

В.М. ЗАРУБИН (к.т.н., проф.),

Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.),

С.М. КИРЮХИН (д.т.н., проф.),

А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.),

К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.),

А.Б. КОЗЛОВ (д.т.н., проф.),

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.),

Н.А. КУЛИДА (д.т.н., проф.),

В.В. ЛЮБИМЦЕВ (д.т.н., проф.),

Н.И. МАКСИМОВ (д.т.н., проф.),

Р.М. МАЛАФЕЕВ (д.т.н., проф.),

С.Д. НИКОЛАЕВ (д.т.н., проф.),

Ю.В. ПАВЛОВ (д.т.н., проф.),

Е.Л. ПАШИН (д.т.н., проф.),

А.Б. ПЕТРУХИН (д.т.н., проф.),

К.М. ПИРОГОВ (д.т.н., проф.),

А.Г. РЕПИН (д.т.н., проф.),

Л. П.РОВИНСКАЯ (д.т.н., проф.),

В.Е. РОМАНОВ (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. СМЕРНОВА (д.т.н., проф.),

Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.),

А.П. СОРКИН (д.т.н., проф.),

Ф.Ю. ТЕЛЕГИН (д.х.н., проф.),

В.И. ТЕРЕНТЬЕВ (д.т.н., проф.),

С.В. ФЕДОСОВ

(академик РААСН, д.т.н., проф.),

В.Д. ФРОЛОВ (д.т.н., проф.),

И.Г. ЦИТОВИЧ (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.),

Ф.Н. ЯСИНСКИЙ (д.ф.-м.н., проф.).

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

Статьи печатаются в редакции авторов.

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

Тел.: (4932) 93-78-87. Факс: (4932) 41-50-88.

E-mail: ttp@igta.ru

http://www.igta.ru

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 05.10.2013. Подписано в печать 20.10.2013. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 16,74; Усл. кр.-отг. 16,99. Заказ 43.

Тираж 400 экз.

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"
Издание Ивановского государственного политехнического университета.

Текстильный институт

153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.

E-mail: info@igta.ru; ttp@igta.ru

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

Ministry of Education and Science
of Russian Federation

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**TEXTILE
INDUSTRY
TECHNOLOGY**

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

**№ 5 (347)
2013**

Published by Ivanovo State Polytechnic University
Textile Institute

EDITORIAL BOARD

Chief editor

G.I. CHISTOBORODOV (d.en.s., prof.)

Deputy editors:

N.M. ASHNIN (d.en.s., prof.),

B.N. GUSEV (d.en.s., prof.),

M.V. KISELEV (d.en.s., prof.),

N.L. KORNILOVA (d.en.s., prof.),

V.L. MAKHOVER (d.en.s., prof.),

K.E. RAZUMEEV (d.en.s., prof.),

B.B. STROGANOV (d.en.s., prof.).

Editorial board members:

R.M. ALOYAN

(corr. memb. RAACS, d.en.s., prof.),

V.S. BELGORODSKII (c.en.s., d.soc.s),

V.N. BLINICHEV (d.en.s., prof.),

A.P. BOLOTNYI (d.en.s., prof.),

V.V. VESELOV (d.en.s., prof.),

V.F. GLASUNOV (d.en.s., prof.),

V.M. ZARUBIN (d.en.s., prof.),

E.N. KALININ (d.en.s., prof.),

S.M. KIRYUKHIN (d.en.s., prof.),

A.M. KISELEV (d.en.s., prof.),

K.I. KOBRAKOV (d.en.s., prof.),

A.B. KOZLOV (d.en.s., prof.),

A.R. KORABELNIKOV (d.en.s., prof.),

N.A. KULIDA (d.en.s., prof.),

V.V. LYUBIMTSEV (d.en.s., prof.),

N.I. MAKSIMOV (d.en.s., prof.),

R.M. MALAFEEV (d.en.s., prof.),

S.D. NIKOLAEV (d.en.s., prof.),

YU.V. PAVLOV (d.en.s., prof.),

E.L. PASHIN (d.en.s., prof.),

A.B. PETRUKHIN (d.en.s., prof.),

K.M. PIROGOV (d.en.s., prof.),

A.G. REPIN (d.en.s., prof.),

L.P. ROVINSKAYA (d.en.s., prof.),

V.E. ROMANOV (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.P. SORKIN (d.en.s., prof.),

F.YU. TELEGIN (d.ch.s., prof.),

V.I. TERENCEV (d.en.s., prof.),

S.V. FEDOSOV

(acad. RAACS, d.en.s., prof.),

V.D. FROLOV (d.en.s., prof.),

I.G. TSITOVICH (d.en.s., prof.),

L.P. SHERSHNEVA (d.en.s., prof.),

YU.S. SHUSTOV (d.en.s., prof.),

V.P. TSHERBAKOV (d.en.s., prof.),

S.S. YUKHIN (d.en.s., prof.),

F.N. YASINSKII (d.ph.-m.s., prof.),

Executive secretary *S.L. KHALEZOV*.

The articles are published in authors' editions.

Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.

Tel.: +7(4932)93-78-87, fax: +7(4932)41-50-88.

E-mail: ttp@igta.ru

http://www.igta.ru

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 05.10.2013. Signed for printing on 20.10.2013. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 16.74 conventional sheets. 16.99 conventional. Order 43.

Circulation of 400.

"Proceedings of institutions of higher education. Textile Industry Technology"

Published by Ivanovo State Polytechnic University

Textile Institute

153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.

E-mail: info@igta.ru; ttp@igta.ru

Publishing-printing complex "PresSto"

153025, Ivanovo, Dzerdzinskogo, 39, of. 307

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

E-mail: pressto@mail.ru

УДК 338.45

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ,
ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ
НА ПРОИЗВОДСТВЕННО-СБЫТОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**MATHEMATICAL ASSESSMENT OF THE FACTORS HAVING IMPACT
ON PRODUCTION AND MARKETING ACTIVITY
OF SEWING ENTERPRISES**

С.А. ЛЕОНОВ
S.A. LEONOV

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

В статье рассматривается последовательность математической оценки факторов внешней и внутренней среды, оказывающих влияние на производственно-сбытовую деятельность швейного предприятия, что позволяет определить отклонение максимально допустимого времени выполнения заказа от минимально возможного времени.

The article presents sequence of mathematical assessment of the external and internal factors influencing on production and marketing activity of sewing enterprises, it will make it possible to determine deviation of the most acceptable time of order implementation from the minimum possible time.

Ключевые слова: сбыт, швейные предприятия, математический анализ, корреляционно-регрессионный анализ, экспертная оценка, факторы внутренней и внешней среды.

Keywords: sale, sewing enterprises, mathematical analysis, correlation and regression analysis, expert assessment, external and internal environment factors.

В настоящее время отечественные швейные предприятия испытывают на себе всю силу конкурентной борьбы не только со стороны российских предприятий, но и со стороны стран дальнего и ближнего зарубежья. Настоящее положение дел обусловлено изменением рыночной конъюнк-

туры, появлением новых экономических объединений.

Важным этапом в противостоянии конкурирующим предприятиям может стать выполнение заказа потребителя точно в срок на основе определения и оценки факторов внешней и внутренней среды,

влияющих на показатель отклонения времени выполнения заказа.

Известно, что математические модели довольно адекватно и полно описывают различные процессы, в том числе производственные и экономические. Для построения математической модели зависимости отклонения максимально допустимого времени выполнения заказа от минимально возможного времени от определенных факторов на швейных предприятиях приведем представленную ниже после-

довательность расчетов и выводов, дополняя и расширяя методику Фадеевой Е.А. [3] относительно используемого математического аппарата, учитывая специфику швейных предприятий.

В табл. 1 приведена матрица рангов с результатами опроса экспертов по предложенным факторам влияния на исследуемый параметр. Каждый специалист ранжировал переменные по степени их влияния на некоторый целевой признак.

Таблица 1

Факторы, влияющие на показатель отклонения времени выполнения заказа	Оценка экспертов, баллы									
	Э ₁	Э ₂	Э ₃	Э ₄	Э ₅	Э ₆	Э ₇	Э ₈	Э ₉	Э ₁₀
Наличие материалов для изготовления швейных изделий X ₁	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1
Неравномерность поставок швейных материалов X ₂	8	8	7	8	9	8	8	9	8	7
Степень задержки покупки требуемых швейных материалов, оборудования X ₃	9	9	9	9	8	9	9	8	10	9
Суммарное количество технологических операций для изготовления швейных изделий, включенных в заказ X ₄	4	3	3	4	4	3	5	4	3	3
Степень загрузки технологического оборудования X ₅	5	6	5	5	6	5	4	5	7	4
Наличие резервного технологического оборудования X ₆	11	10	10	10	11	10	10	11	9	10
Процент вышедшего из строя оборудования пошивочного участка и участка влажно-тепловой обработки X ₇	10	11	11	11	10	11	12	10	11	12
Наличие собственной ремонтной базы/специалистов соответствующей квалификации X ₈	13	13	12	12	13	12	11	13	13	11
Наличие трудовых ресурсов соответствующего уровня квалификации X ₉	12	12	14	13	12	13	13	12	12	14
Наличие трудовых ресурсов X ₁₀	7	7	8	7	7	7	7	7	6	8
Наличие резервных трудовых ресурсов X ₁₁	14	14	13	14	14	15	14	14	14	13
Процент готовых швейных изделий, составляющих заказ X ₁₂	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2
Наличие заказанных швейных изделий в текущей производственной программе X ₁₃	3	4	4	3	3	4	3	3	4	6
Количество заказов, принятых к исполнению в текущем и плановом периодах X ₁₄	6	5	6	6	5	6	6	6	5	5
Недостатки планирования отгрузки и формирования отгрузочных партий X ₁₅	16	15	16	15	16	16	15	17	16	17
Недостатки оперативно-производственного планирования X ₁₆	17	17	17	17	17	17	17	16	17	16
Степень задержки документов, платежей, подтверждения заявки (заказа) X ₁₇	15	16	15	16	15	14	16	15	15	15

Оценим степень согласованности мнений экспертов. Для этого вычислим значение коэффициента конкордации по формуле:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (1)$$

где S – сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта от средней

суммы рангов; m – количество порядковых переменных; n – объем выборки.

Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Эксперты Фактор	Э ₁	Э ₂	Э ₃	Э ₄	Э ₅	Э ₆	Э ₇	Э ₈	Э ₉	Э ₁₀	$\sum_{j=1}^m r_{ij}$	$\sum_{i=1}^m r_{ij} - a$	$\left(\sum_{i=1}^m r_{ij} - a\right)^2$
X ₁	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	17	-73	5329
X ₂	8	8	7	8	9	8	8	9	8	7	80	-10	100
X ₃	9	9	9	9	8	9	9	8	10	9	89	-1	1
X ₄	4	3	3	4	4	3	5	4	3	3	36	-54	2916
X ₅	5	6	5	5	6	5	4	5	7	4	52	-38	1444
X ₆	11	10	10	10	11	10	10	11	9	10	102	12	144
X ₇	10	11	11	11	10	11	12	10	11	12	109	19	361
X ₈	13	13	12	12	13	12	11	13	13	11	123	33	1089
X ₉	12	12	14	13	12	13	13	12	12	14	127	37	1369
X ₁₀	7	7	8	7	7	7	7	7	6	8	71	-19	361
X ₁₁	14	14	13	14	14	15	14	14	14	13	139	49	2401
X ₁₂	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	13	-77	5929
X ₁₃	3	4	4	3	3	4	3	3	4	6	37	-53	2809
X ₁₄	6	5	6	6	5	6	6	6	5	5	56	-34	1156
X ₁₅	16	15	16	15	16	16	15	17	16	17	159	69	4761
X ₁₆	17	17	17	17	17	17	17	16	17	16	168	78	6084
X ₁₇	15	16	15	16	15	14	16	15	15	15	152	62	3844
Итого	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	1530	-	40098

Так как средняя сумма рангов совокупности признаков составляет

$$a = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m r_{ij}}{n} = \frac{1530}{17} = 90, \text{ то } S = 40098, \text{ то-}$$

гда коэффициент конкордации равен $W = \frac{12 \cdot 40098}{10^2 \cdot (17^3 - 17)} = 0,983$. По полученному

коэффициенту можно сделать вывод: согласованность мнений экспертов довольно высокая.

Оценим значимость коэффициента конкордации по критерию хи-квадрат:

$$\chi^2 = \frac{12S}{mn(n-1)}. \quad (2)$$

Получили $\chi^2 = \frac{12 \cdot 40098}{10 \cdot 17 \cdot (17-1)} = 176,90$.

Поскольку $\chi^2_{\text{табл}}(0,05;16) = 26,30$, то можно сделать вывод, что полученное значение коэффициента конкордации статистически значимо.

Таблица 3

Эксперты Фактор	Э ₁	Э ₂	Э ₃	Э ₄	Э ₅	Э ₆	Э ₇	Э ₈	Э ₉	Э ₁₀	Сумма ранговых мест	Средний ранг	Относительный ранг
X ₁	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	17	1,7	2
X ₂	8	8	7	8	9	8	8	9	8	7	80	8,0	8
X ₃	9	9	9	9	8	9	9	8	10	9	89	8,9	9
X ₄	4	3	3	4	4	3	5	4	3	3	36	3,6	3
X ₅	5	6	5	5	6	5	4	5	7	4	52	5,2	5
X ₆	11	10	10	10	11	10	10	11	9	10	102	10,2	10
X ₇	10	11	11	11	10	11	12	10	11	12	109	10,9	11
X ₈	13	13	12	12	13	12	11	13	13	11	123	12,3	12
X ₉	12	12	14	13	12	13	13	12	12	14	127	12,7	13
X ₁₀	7	7	8	7	7	7	7	7	6	8	71	7,1	7
X ₁₁	14	14	13	14	14	15	14	14	14	13	139	13,9	14
X ₁₂	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	13	1,3	1

Эксперты Фактор	Э ₁	Э ₂	Э ₃	Э ₄	Э ₅	Э ₆	Э ₇	Э ₈	Э ₉	Э ₁₀	Сумма ранговых мест	Средний ранг	Относительный ранг
X ₁₃	3	4	4	3	3	4	3	3	4	6	37	3,7	4
X ₁₄	6	5	6	6	5	6	6	6	5	5	56	5,6	6
X ₁₅	16	15	16	15	16	16	15	17	16	17	159	15,9	16
X ₁₆	17	17	17	17	17	17	17	16	17	16	168	16,8	17
X ₁₇	15	16	15	16	15	14	16	15	15	15	152	15,2	15

Полученные результаты экспертных оценок подвергнем обработке по методу Борда [1, с. 165...166] (табл. 3) с целью выявления наилучших факторов, влияющих на показатель отклонения времени выполнения заказа.

Наиболее значимыми факторами являются факторы 1, 4, 5, 12 и 13, то есть наличие материалов для изготовления швейных изделий; суммарное количество технологических операций для изготовления швейных изделий, включенных в заказ; степень загрузки технологического оборудования; процент готовых швейных изделий, составляющих заказ; наличие заказанных швейных изделий в текущей производственной программе.

Исследуем зависимость отклонения максимально допустимого времени выполнения заказа от минимально возможного времени для пяти значимых факторов. Зависимость между результативным признаком и входными факторами есть функция, которая имеет следующий вид:

$$Y = f(X_1, X_4, X_5, X_{12}, X_{13}), \quad (3)$$

где Y – отклонение максимально допустимого времени выполнения заказа от минимально возможного времени, %; X_1 – количество материалов для изготовления швейных изделий, тыс. шт.; X_4 – суммарное количество технологических операций для изготовления швейных изделий, включенных в заказ, шт.; X_5 – степень загрузки технологического оборудования; X_{12} – процент готовых швейных изделий, составляющих заказ, %; X_{13} – наличие заказанных швейных изделий в текущей производственной программе, %.

Исходными данными для исследования будут служить статистические данные швейного предприятия. В результате обра-

ботки статистических данных швейного предприятия получена выборка, содержащая $n = 100$ сопряженных значений.

С помощью методов корреляционно-регрессионного [2, с. 320...382] анализа используем матрицу парных коэффициентов корреляции для предварительного отбора факторов с целью включения их в уравнение регрессии. Матрица парных коэффициентов корреляции рассчитана с помощью средств программы Microsoft Excel в операционной среде Windows. Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4

	Y	X ₁	X ₄	X ₅	X ₁₂	X ₁₃
Y	1					
X ₁	0,7408	1				
X ₄	0,7532	0,4859	1			
X ₅	-0,2979	-0,5205	-0,1715	1		
X ₁₂	-0,5163	-0,2714	-0,3260	0,0182	1	
X ₁₃	0,2756	0,1174	0,2179	-0,0223	-0,5273	1

По результатам полученных парных коэффициентов был сделан вывод: в уравнение регрессии не войдут факторы X_5 и X_{13} , так как они слабо связаны с результативным признаком ($r_{YX_5} = -0,2979$, $r_{YX_{13}} = 0,2756$) и хорошо связаны с другими факторами ($r_{X_1X_5} = -0,5205$, $r_{X_{12}X_{13}} = -0,5273$).

Таким образом, дается ответ на вопрос о процедуре отсева и включения в математическую модель определенного количества факторов.

Далее была рассмотрена линейная форма многофакторных связей не только как наиболее простая, но и как форма, описывающая большинство экономических процессов. При условии, что в модель включены три фактора, линейная модель принимает вид:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_4 + a_3X_{12},$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 – коэффициенты уравнения регрессии.

По исходным данным с помощью средств программы Microsoft Excel в опе-

рационной среде Windows были определены параметры уравнения регрессии (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	3,8479	0,9956	3,8651	0,0002	1,8718	5,8241	1,8718	5,8241
X ₁	0,4843	0,0556	8,7092	0,0000	0,3739	0,5947	0,3739	0,5947
X ₄	0,0341	0,0040	8,5154	0,0000	0,0262	0,0421	0,0262	0,0421
X ₁₂	-0,0523	0,0103	-5,0884	0,0000	-0,0727	-0,0319	-0,0727	-0,0319

По результатам вычислений было составлено уравнение множественной регрессии:

$$Y = 3,8479 + 0,4843X_1 + 0,0341X_4 + 0,0523X_{12}.$$

Таким образом, мы получили математическую модель $Y = f(X_1, X_4, X_5, X_{12})$ зависимости отклонения максимально допустимого времени выполнения заказа от минимально возможного времени от следующих факторов: количество материалов для изготовления швейных изделий; суммарное количество технологических операций для изготовления швейных изделий, включенных в заказ; процент готовых швейных изделий, составляющих заказ.

Далее были определены коэффициенты множественной корреляции и множественной детерминации. Результаты расчетов приведены в табл. 6 (регрессионная статистика).

Т а б л и ц а 6

Множественный R	0,8967
R-квадрат	0,8041
Нормированный R-квадрат	0,7980
Стандартная ошибка	2,6286
Наблюдения	100

По данным табл. 6 был сделан вывод, что зависимость Y от X_1, X_4 и X_{12} характеризуется как тесная, в которой 80,41% вариации отклонения максимально допустимого времени выполнения заказа от минимально возможного времени определяются вариацией учтенных в модели факторов:

количество материалов для изготовления швейных изделий; суммарное количество технологических операций для изготовления швейных изделий, включенных в заказ; процент готовых швейных изделий, составляющих заказ. Прочие факторы, не включенные в модель, составляют соответственно 19,59% общей вариации Y .

Далее была проведена проверка гипотезы о статистической значимости уравнения регрессии и показателя тесноты связи:

$$F_{\text{факт}} = \frac{R^2_{YX_1X_4X_{12}}}{1 - R^2_{YX_1X_4X_{12}}} : \frac{m}{n - m - 1} = \frac{0,8041}{0,8041} : \frac{3}{100 - 3 - 1} = 131,34.$$

Табличное значение критерия при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы 3 и 96 равно $F_{\text{табл}} = 2,70$. При сравнении $F_{\text{табл}}$ и $F_{\text{факт}}$ было сделано заключение о статистической значимости уравнения в целом и показателя тесноты связи, которые сформировались под случайным воздействием факторов X_1, X_4 и X_{12} .

Значения случайных ошибок параметров a_0, a_1, a_2, a_3 с учетом округления равны $m_{a_0} = 0,9956, m_{a_1} = 0,0556, m_{a_2} = 0,0040, m_{a_3} = 0,0103$. Значения t-критерия Стьюдента составили $t_{a_0} = 3,8651, t_{a_1} = 8,7092, t_{a_2} = 8,5154, t_{a_3} = -5,0884$. Итак, был сделан вывод о том, что статистически значимыми являются a_0, a_1, a_2, a_3 .

Анализ верхней и нижней границ доверительных интервалов привел к выводу о том, что с вероятностью 0,05 параметры a_0 , a_1 , a_2 и a_3 , находясь в указанных границах, не принимают нулевых значений, то есть не являются статистически незначимыми и существенно отличны от нуля.

Используя данную математическую модель, предприятие сможет оперативно оценить предполагаемое время выполнения каждого конкретного заказа в сложившихся на данный момент условиях сочетания трех рассмотренных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гапоненко Т.В. *Управленческие решения: Учебное пособие.* – Ростов на Дону: Феникс, 2008.
2. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. *Общая теория статистики: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой.* – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2006.
3. Фадеева Е.А. *Совершенствование производственно-сбытовой деятельности текстильных предприятий с учетом потребностей рынка: Дис...канд. экон. наук.* – М, 2008.

Рекомендована кафедрой менеджмента.
Поступила 30.10.13.

УДК 687.017:56.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

RESEARCH OF FLAMMABILITY OF TEXTILE MATERIALS

В.И. БЕСШАПОШНИКОВА, М.В. ЗАГОРУЙКО, Т.В. АЛЕКСАНДРОВА, О.М. СЛАДКОВ, К.И. ПУЛИНА
V.I. BESSHAPOSHNIKOVA, M.V. ZAGORUYKO, T.V. ALEXANDROVA, O.M. SLADKOV, K.I. PULINA

(Энгельсский технологический институт (филиал)
Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.)
(Engels Technological Institute (the branch)
of Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.)
E-mail: vibesvi@yandex.ru

Разработана методика определения показателей воспламеняемости текстильных материалов от открытого пламени и теплового потока разной плотности от 3 до 80 кВт/м² на установке ОПГТМ. Методика также позволяет оценить температуру и влажность пододежного пространства и время безопасного пребывания человека в спецодежде в экстремальных условиях.

The methods of determination of the indicators of textile materials flammability from the open flame and thermal flow of different density from 3 to 80 kWt/m² on the DCLTM installation have been worked out. The methods make it possible to evaluate the temperature and moisture of underclothes space and the time of a person safe stay in overalls in extreme conditions.

Ключевые слова: метод испытания, показатели воспламеняемости, тепловой поток, свойства, текстильные материалы, спецодежда.

Keywords: a test method, flammability indicators, a thermal flow, properties, textile materials, overalls.

По разработанной методике [1] исследовали показатели горючести: огнезащитной ткани арт. 06123-ОП из льняных волокон, которая имеет промышленный выпуск и используется при производстве костюмов металлургов; базальтового композиционного материала БКМ-10 (состав: ткань

базальтовая арт. БТ-10, сополиамид Н005РА, огнезащищенный флис арт. ДТУ-240) и огнезащищенного композиционного материала КТМ-6-ОП (состав: огнезащищенные ткани арт. 49702СН и арт. 1630 и сополиамидный адгезив Н005РА). Ткани модифицировали полифосфатом

аммония АРР-201. Результаты испытания этих материалов на установке ОПГТМ [1]

и по стандартам [2], [3] представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики структуры и свойств образцов	Образец	Данные установки ОПГТМ					По ГОСТ [3]
		плотность теплового потока, кВт/м ²					
		12	28	37	45	75	
Время до воспламенения $t_{\text{воспл}}$, с	КТМ-6-ОП	нет	нет	4528	3114	1428	424
	БКМ-10	нет	нет	4998	3671	1870	446
	Арт. 06123-ОП	нет	нет	4513	3102	1320	439
Время остаточного горения, с	КТМ-6-ОП	нет	нет	2	4	25	2
	БКМ-10	нет	нет	1	1	6	0
	Арт. 06123-ОП	нет	нет	2	4	27	3
Время до начала внешних изменений, с	КТМ-6-ОП	нет	3942	2418	2119	315	367
	БКМ-10	нет	4921	2658	2134	456	399
	Арт. 06123-ОП	нет	3892	2521	2114	259	385
Высота x ширина, см, обугленного участка пробы	КТМ-6-ОП	нет	5x4	12x14	20x22	18x24	5
	БКМ-10	нет	1x2изс	10x14изс	15x19изс	18x24	0
	Арт. 06123-ОП	нет	5 x 5	13x15	19x24	19x24	5
Время t_{37} , с, достижения 37 °С в пододежном пространстве	КТМ-6-ОП	3250	2498	2218	1901	843	-
	БКМ-10	3350	2541	2336	2058	855	-
	Арт. 06123-ОП	3120	2400	2160	1800	840	-
Максимальная температура t_{max} , °С, на поверхности пробы	КТМ-6-ОП	162	220	295	680	1203	215
	БКМ-10	161	219	296	681	1205	218
	Арт. 06123-ОП	160	218	295	680	1200	217
Потеря массы образца Δm , % при t_{max}	КТМ-6-ОП	4,9	7,6	14,9	36,6	44,8	15,7
	БКМ-10	3,6	5,4	9,1	17,2	27,6	5,4
	Арт. 06123-ОП	5,8	8,9	15,4	45,6	58,4	16,3

Примечание. Потери массы по ГОСТ 12.1-044–89 определяли после воздействия пламени $300 \pm 2^\circ\text{C}$; по ГОСТ Р 50810–95 воздействие пламени составляло 15 с.

Установили, что на воспламеняемость полотно значительное влияние оказывает плотность теплового потока. Сравнивая показатели, полученные по стандартным методикам [1...3] и на установке ОПГТМ, можно отметить, что показатели времени воспламенения, начала внешних изменений образцов и достижения максимальной температуры, полученные по стандартным методикам, в 3...10 раз меньше, чем по разработанной. Это связано с условиями проведения эксперимента. По стандартной методике расстояние от образца до горелки должно быть 17 мм, при этом нет информации о плотности теплового потока, в то время как именно плотность теплового потока оказывает существенное влияние на поведение материала под воздействием пламени и теплового излучения. Время остаточного горения, то есть самостоятельного горения материала после удаления источника тепла, определенное по стандартной методике и по разработанной, при воздействии плотности теплового потока

37 кВт/м² одинаковое, и через 1...4 с процесс горения прекращается. С увеличением плотности теплового потока время остаточного горения возрастает. Ткань БКМ-10 способна выдерживать тепловой поток плотностью 75 кВт/м², что обусловлено высокой огнестойкостью лицевого слоя композиционного материала – базальтовой ткани. После самовоспламенения тканей время поддержания горения не превышает 27 с, после чего образец затухает под действием замедлителей горения. Сравнение размеров обугленных участков проб полученных по разным методикам, показало, что данные, полученные по стандартным и по данной методике, при воздействии теплового потока плотностью 28 кВт/м² сопоставимы. Аналогично прослеживается идентичность показаний в потерях массы, определенных по стандартной методике и на установке ОПГТМ при плотности теплового потока 37 кВт/м². Максимальная температура на поверхности проб по стандартной методике и при

воздействии теплового потока 28 кВт/м^2 отличаются на $1...5^\circ\text{C}$. Следовательно, можно говорить о сопоставимости результатов исследований, полученных по разработанной и стандартным методикам.

Уменьшение массы пробы при плотности теплового потока 12 и 27 кВт/м^2 в основном обусловлено удалением влаги, так как видимых изменений структуры материала не наблюдается. Учитывая, что ткани арт. КТМ-6-ОП и арт. 06123-ОП содержат гидрофильные волокна, то и потери массы у них больше. Полученные результаты исследований как по стандартным, так и по разработанной методике позволяют отнести исследуемые огнезащитные материалы к трудногорючим и трудновоспламеняемым. Ткани БКМ-10 и КТМ-6-ОП устойчивы к воздействию теплового потока плотность 75 кВт/м^2 и арт. 06123-ОП – до 45 кВт/м^2 .

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате проведенных исследований показано преимущество разработанной методики в том, что она

позволяет определить характеристики огнестойкости материалов в более широком диапазоне плотности теплового потока, по сравнению с аналогами. Кроме того, методика позволяет оценить температуру пододежного пространства от воздействия теплового потока разной плотности, что дает возможность определить время безопасного пребывания человека в тех или иных условиях воздействия теплового потока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бесианошников В.И. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5.
2. НПБ-161-97. Специальная защитная одежда пожарных от повышенных тепловых воздействий. Общие технические требования и методы испытаний. – М., 1998.
3. ГОСТ Р 50810–95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1995.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий. Поступила 25.01.13.

УДК 677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОУПОРНОСТИ ПЛАЩЕВЫХ ТКАНЕЙ

RESEARCH AND SELECTION OF A STATISTICAL MODEL OF DISTRIBUTION OF INDICATORS VALUE OF RAINCOAT FABRIC WATER-RESISTING PROPERTY

А.А. МАВРЯШИН, С.М. КИРЮХИН
A.A. MAVRYASHIN, S.M. KIRYUHIN

(Московский государственный университет технологии и управления им. К.Г. Разумовского,
Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky;
Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: pr@mgutm.ru; office@msta.ac.ru

В статье на примере плащевой ткани были исследованы и выбраны статистические модели определяющих показателей. Для выбора использовались методы асимметрии и эксцесса, вероятностных бумаг, а также статистические критерии Колмогорова и Шапиро-Уилки. Было установ-

лено, что адекватной статистической моделью ОПК тканей является нормальный закон.

The statistic models of defining indicators have been researched and chosen after the example of a raincoat fabric in the article. The methods of skewness and kurtosis, of probability paper, as well as Kolmogorov and Shapiro-Wilke statistical criteria have been used for a choice. It has been established that a normal law is an adequate statistical model of QC fabrics.

Ключевые слова: статистические модели, эмпирические распределения, плащевые ткани.

Keywords: statistical models, empirical distributions, raincoat fabrics.

Целью работы является исследование и выбор статистических моделей – законов распределения определяющих показателей качества (ОПК) тканей.

В качестве объектов исследования были выбраны (ОПК) плащевых тканей (водоупорность, раздирающая нагрузка, разрывная нагрузка, усадка, поверхностная плотность) [1].

Исследование и выбор статистических моделей осуществлялись путем проведения эксперимента – получения эмпирических распределений, подсчета основных статистик (среднего, среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации, асимметрии и эксцесса), оценка соответствия полученного эмпирического распределения теоретическим законам проводилась методом вероятностных бумаг, а также с использованием статистических критериев Колмогорова и Шапиро-Уилки [2].

В качестве теоретических законов, при исследовании ПК текстильных материалов, чаще всего используются нормальное распределение, логарифмически нормальное распределение, распределение экстремальных величин 1-го типа (распределение Гумбеля), распределение экстремальных величин 3-го типа (распределение Вейбулла) [2], [4], [5].

Рассмотрим полученные результаты на примере наиболее значимого ОПК плащевых тканей – водоупорности (коэффициент весомости – 0,25).

Определение водоупорности проводилось по ГОСТ 3816. Ткани текстильные. Методы определения гигроскопических и

водоотталкивающих свойств на приборе пенетрометр при увеличенном числе испытаний. Было проведено десять испытаний, получены следующие результаты: 865; 856; 859; 849; 864; 865; 859; 857; 869; 861 мм вод. ст. По первичным данным были найдены: среднее значение $\bar{X} = 860,4$ мм вод. ст., среднее квадратическое отклонение $\sigma = 5,7$ мм вод. ст., коэффициент вариации $C = 0,66\%$.

Для подсчета асимметрии и эксцесса использовали формулы:

$$as = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^3}{n\sigma_x^3} \text{ и } ex = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^4}{n\sigma_x^4} - 3. \quad (1)$$

Получили: $as = -0,54$; $ex = 0,54$. Основные ошибки as и ex найдены по формулам:

$$\sigma_{as} = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}},$$
$$\sigma_{ex} = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n-1)^2(n+3)(n+5)}}. \quad (2)$$

Для заданного числа в выборке $n=10$ имеем: $\sigma_{as}=0,61$, $\sigma_{ex}=0,92$.

Если выполняется неравенство $|as| \leq \sigma_{as}$ и $|ex| \leq \sigma_{ex}$, то эмпирическое распределение не противоречит статистической модели нормального закона. Можно видеть, что для водоупорности плащевых тканей эти условия выполняются. Оценка по as и ex носит предварительный характер.

Для визуальной оценки соответствия эмпирического распределения теоретическому закону в настоящее время широко

применяется метод вероятностных бумаг [2]. Этот метод основан на построении интегральной функции исследуемого распределения на специальной бумаге соответствующего теоретического закона, на которой строят оси координат, ось абсцисс служит для нанесения значений изучаемой величины, а ось ординат – вероятностей.

Для построения выравнивающей прямой достаточно рассчитать две точки из выборки по формуле:

$$U_p = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma_X}, \quad (3)$$

где X – значение случайной величины; \bar{X} – среднее значение; σ_X – среднее квадратическое отклонение.

В зависимости от расположения точек на вероятностной бумаге относительно выравнивающей прямой делают вывод о возможности или невозможности применения того или иного закона.

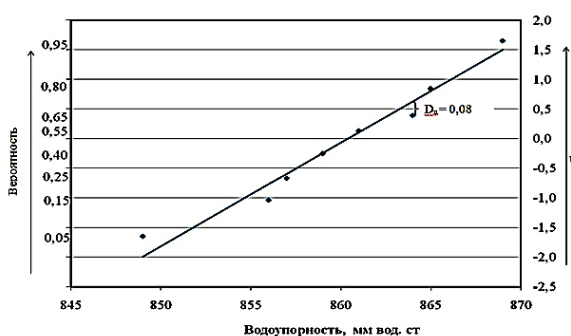


Рис. 1

Результаты определения водоупорности плащевой ткани на вероятностной бумаге нормального закона показаны на рис. 1. Можно видеть, что экспериментальные точки достаточно хорошо группируются около прямой, то есть точки лежат на прямой или находятся на очень небольшом расстоянии от нее. Отсюда можно сделать вывод, что экспериментальное распределение не противоречит теоретическому, поэтому можно использовать нормальный закон распределения результатов испытаний.

Для более точной оценки эмпирического распределения используют статистиче-

ские критерии. Критерий А.Н. Колмогорова λ определяется следующим образом:

$$\lambda = D_n \sqrt{n}, \quad (4)$$

где n – число испытаний; D_m – максимальная величина расхождения между накопленными частотами эмпирического и теоретического распределения.

Для распределения на рис. 1 имеем $D_n = 0,08$ и $\lambda = 0,08 \sqrt{10} = 0,240$. Если выполняется неравенство $P(\lambda) < q = 0,05$ (где $P(\lambda)$ – вероятность того, что критерий достигнет величины λ , q – уровень значимости), то гипотеза о соответствии результатов испытаний нормальному закону распределения отвергается. Из полученных результатов видно, что гипотеза о нормальном распределении результатов испытаний не опровергается.

При малых выборках обычно применяют критерий Шапиро-Уилки:

$$W = b^2 / \varphi^2. \quad (5)$$

Значения φ^2 и b^2 вычисляются по формулам:

$$\varphi^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}, \quad (6)$$

$$b^2 = [\sum_{j=1}^e a_{n-j+1} (x_{n-j+1} - x_j)]^2, \quad (7)$$

где x_i – значение случайной величины; n – объем выборки; a_{n-j+1} – коэффициент, величина которого определяется в зависимости от объема выборки n для каждого обратного порядкового индекса $j \leq e$ по специальной таблице, где $j = 1, 2, \dots, e$, при этом $e = 0,5n$, если n – четное, а если n – нечетное, то $e = 0,5(n - 1)$.

В результате вычислений получили: $\varphi^2 = 294,40$; $b^2 = 283,74$; $W = 0,964$.

Полученные значения W сравнивают с табличным значением $W_{0,05}$. Если $W > W_{0,05}$, то гипотеза о нормальном распределении не отвергается.

При числе испытаний $n=10$, $W_{0,05}=0,842$. Так как $W=0,964 > W_{0,05}=0,842$, гипотеза о нормальном распределении результатов не опровергается.

В качестве альтернативного закона рассматривалось распределение экстремальных величин I типа для минимальных значений (закон Гумбеля). Можно предположить, что появление первых трех капель происходит в наиболее слабом месте ткани, имеющем минимальную водоупорность.

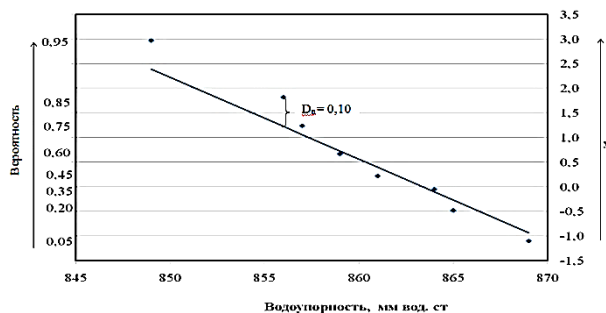


Рис. 2

Расположение точек на вероятностной бумаге закона 1-го типа показано на рис. 2. Там же дана выравнивающая прямая y , рассчитанная по формуле:

$$y = B(X_i - A), \quad B = \frac{k_2}{\sigma_x}, \quad A = \bar{X} + \frac{k_1}{B}, \quad (8)$$

где A и B – параметры, определяющие соответственно центр и форму распределения; X_i – независимая переменная; σ_x – среднее квадратическое отклонение; \bar{X} – среднее значение выборки n ; k_1 и k_2 – коэффициенты, зависящие от числа испытаний в выборке n и находящиеся по специальной таблице [3].

В рассматриваемом примере можно видеть, что экспериментальные точки хуже ложатся на прямую, чем на вероятностной бумаге нормального распределения.

Для более точной оценки использован критерий А.Н. Колмогорова.

Для распределения на рис. 2 (результаты определения водоупорности ткани на вероятностной бумаге распределения экстремальных величин I типа) имеем $D_n = 0,10$ и $\lambda = 0,10\sqrt{10} = 0,316$. Неравенство $P(\lambda) < q = 0,05$ не выполняется, следовательно, можно сделать вывод, что гипотеза о соответствии результатов испыта-

ний распределению экстремальных величин I типа (закон Гумбеля) не опровергается.

Исходя из полученных результатов для определяющих показателей плащевых тканей применимы оба распределения. Для удобства расчетов можно выбрать нормальное распределение.

По описанной выше методике были исследованы эмпирические распределения и других определяющих показателей плащевых тканей, к которым относятся: раздирающая нагрузка, разрывная нагрузка, усадка, поверхностная плотность.

В качестве альтернативных моделей рассматривались: логарифмически нормальное распределение, распределение экстремальных величин III типа (закон Вейбулла). Было установлено, что для всех определяющих показателей качества плащевых тканей в качестве статистических моделей можно использовать нормальное распределение.

ВЫВОДЫ

1. Исследованы и выбраны статистические модели определяющих показателей качества плащевых тканей.

2. Установлено, что в качестве статистической модели ОПК плащевых тканей можно использовать нормальное распределение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирюхин С.М., Маврашин А.А. Сравнительная оценка качества и надежности тканей // Текстильная промышленность. – 2011, № 1. С. 62...67.
2. Кирюхин С.М. Анализ и использование статистических моделей при нормировании, оценке и исследовании показателей качества текстильных материалов: Дис.... докт. техн. наук. – М., 1977.
3. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1974
4. Вейбулл В. Усталостные испытания и анализ их результатов. – М.: Машиностроение, 1964.
5. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений. – М., Мир, 1965

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения МГУДТ. Поступила 30.05.13.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**RESEARCH OF THE CHANGE
OF ELECTROMAGNETIC WAVES REFLECTION COEFFICIENT
WHILE MAKING RADIO ABSORBENT NONWOVEN MATERIALS**

М.В. РЫЛКОВА, Е.С. БОКОВА, А.В. ДЕДОВ
M. V. RYLKOVA, E. S. BOKOVA, A. V. DEDOV

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

Исследована зависимость коэффициента отражения многослойного радиопоглощающего материала от угла падения электромагнитного излучения. Установлено, что коэффициент отражения при различных углах падения электромагнитного излучения зависит от концентрации углеродного волокна в каждом слое. Главным технологическим фактором зависимости коэффициента отражения от угла падения электромагнитной волны является переориентация углеродных волокон в процессе прокалывания материала.

Dependence of the coefficient of reflection of the multilayered radio absorbent material on the angle of electromagnetic radiation has been researched. It is established that the reflection coefficient with different electromagnetic radiation angles depends on the carbon fiber concentration in every layer. The main technological factor of the dependence of the coefficient of electromagnetic wave angle reflection is reorientation of carbon fibers in the process of material needle-punching.

Ключевые слова: радиопоглощающий нетканый материал, коэффициент отражения, угол падения, электромагнитная волна.

Keywords: radio absorbent nonwoven material, a reflection coefficient, an incidence angle, an electromagnetic wave.

В качестве объектов исследования использовали материалы, полученные соединением методом иглопрокалывания трех иглопробивных полотен, два из которых изготовлены из смеси полиэфирных и углеродных волокон "Углен-9" (ТУ 6-06-И137–86), третье – только из полиэфирного волокна. Для получения полотен использовали стандартное полиэфирное волокно линейной плотности 0,33 текс и длиной резки 66 мм. Длина резки углеродного волокна 10 мм. Поверхностная плотность полотен 150...170 г/м².

В табл. 1, приведен состав полотен на основе смесок полиэфирных и углеродных волокон. Распространение электромагнитной волны в материале происходило либо в направлении увеличения содержания углеродного волокна, либо со стороны композиционного материала с меньшим содержанием углеродного волокна.

Коэффициент отражения определяли на панорамном измерителе КСВн Р2-61 с рупорной антенной. Частота электромагнитной волны составляла 10 ГГц, длина – 3 см. Угол падения электромагнитной волны регулировали изменением положения

образца в рупоре с шагом варьирования угла падения 5 град. Для этой цели использовали металлическую насадку на рупор, которая позволяла изменять положение образцов на ее выходе. Металлическая насадка исключала потери падающей и отраженной электромагнитной волны в окружающее пространство.

Для образца 1 (табл.1 – структура и состав образцов РПМ: F – поверхностная плотность; d – общая толщина материала; $d_1/d_2/d_3$ – толщина между отдельными слоями материала с различным содержанием углеродного волокна (d_1 – со стороны падения волны); $C_1/C_2/C_3$ – концентрация углеродного волокна в отдельных слоях материала (C_1 – концентрация углеродного волокна со стороны падения волны)) с относительно небольшим содержанием углеродного волокна характерным является сохранение коэффициента отражения при угле падения электромагнитной волны от 0 до 30 град. При увеличении угла падения от 30 до 45 град наблюдается снижение коэффициента отражения, а при дальнейшем увеличении угла – его возрастание (рис.1 – влияние угла падения электромагнитной волны на коэффициент отражения материала 1 (о) и 2 (□) (обозначение материала согласно табл. 1)).

Т а б л и ц а 1

№	$F, \text{ г/м}^2$	$d, \text{ мм}$	$d_1/d_2/d_3, \text{ мм}$	$C_1/C_2/C_3, \%$
1	500	6	1,5/1,5/3,0	0/1,0/1,2
2	500	6	1,5/1,5/3,0	0/1,4/1,6

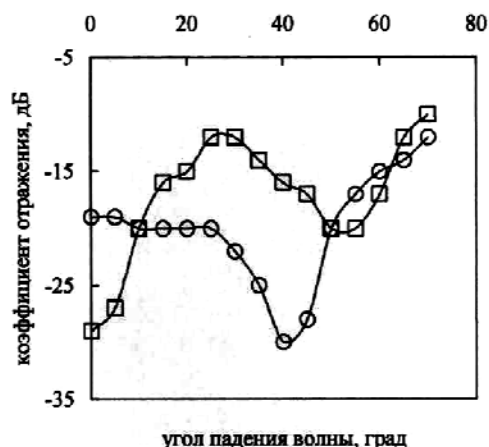


Рис. 1

Для образца 2 (табл.1) с более высоким содержанием углеродных волокон увеличение угла падения до 30 град приводит к значительному возрастанию коэффициента отражения. При изменении угла падения от 30 до 45 град наблюдается снижение коэффициента отражения, а при дальнейшем увеличении – его возрастание (рис. 1).

Таким образом, имеет место различное изменение коэффициента отражения материалов разного состава при изменении угла падения от 0 до 30 град, а также минимальное значение коэффициента отражения для этих материалов при угле падения 40...45.

Поэтому можно утверждать, что полученные зависимости коэффициента отражения материалов различного состава от угла падения электромагнитной волны показывают переориентацию углеродных волокон в слоях при их соединении в многослойный композиционный материал. Механический способ формирования волокнистого холста обеспечивает преимущественную ориентацию полиэфирных и углеродных волокон в плоскости полотна и ее сохранение при иглопрокалывании полотна. Это характерно для каждого единичного полотна многослойного композита. При соединении отдельных полотен в материал возрастает вероятность захвата зазубринами игл различных волокон и соответственно их переориентация по толщине под различными углами относительно плоскости материала.

Уменьшение коэффициента отражения материалов различного состава при угле падения электромагнитной волны, близком к 45 град, показывает, что значительная часть углеродных волокон в процессе иглопрокалывания ориентирована по толщине полотна под этим углом. Такого рода ориентация углеродных волокон по толщине материала является следствием применения активных "корончатых" игл, при помощи которых отдельные полотна собираются в нетканый композит.

Зависимость коэффициента отражения от угла падения электромагнитной волны определяется степенью переориентации углеродных волокон, которая имеет место при соединении отдельных полотен в нетканый композит методом иглопрокалывания.

1. Дедов А.В. Многослойный нетканый материал // Нетканые материалы. – 2010, №1. С. 8...11.

Рекомендована кафедрой технологии полимерных пленочных материалов и искусственной кожи.
Поступила 31.05.13.

УДК 658.562.3

**ПОСТРОЕНИЕ МЕТОДИКИ
ДЛЯ УЧЕТА ТРЕБОВАНИЙ ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
К КАЧЕСТВУ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ***

**WORKING OUT THE METHODS FOR THE ACCOUNT
OF REQUIREMENTS OF SEWING ENTERPRISES
FOR TEXTILE MATERIALS QUALITY**

*Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, М.А. ЛЫСОВА, Н.Э. ЧИСТЯКОВА, Т.Н. НОВОСАД
N.A. GRUZINTSEVA, M.A. LYSOVA, N.E. CHISTYAKOVA, T.N. NOVOSAD*

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnic University)
E-mail: ttp@igta.ru

В статье предложена методика учета требований швейных предприятий к качеству текстильных материалов, позволяющая текстильным предприятиям совершенствовать технические условия к производству соответствующего ассортимента тканых полотен.

The article presents the methods of accounting the sewing enterprises requirements for textile materials quality, that makes it possible to improve the technical conditions of production of woven clothes appropriate assortment.

Ключевые слова: швейное предприятие, ткань, требования к качеству, проектирование, номенклатура единичных показателей качества.

Keywords: a sewing enterprise, fabric, quality requirements, design, nomenclature of individual quality indicators.

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Б.Н. Гусева.

В соответствии с жизненным циклом производимой продукции наиболее ответственным является этап, связанный с проектированием необходимого уровня качества продукции. Одним из современных подходов осуществления процесса проектирования качества является методология Развертывания Функции Качества (Quality Function Deployment – QFD) [1], которая требует усовершенствования для объектов текстильной и легкой промышленности. Основным потребителем тканых полотен являются швейные предприятия [2].

В качестве объекта исследования выбрано предприятие "Тверская швейная мануфактура" (г. Тверь), выпускающее бельевые, спортивные и детские швейные изделия из хлопчатобумажных тканей, к которым предъявляются широкие требования по качеству: эксплуатационные (гигиенические и износостойкости), эстетические, экономические и технологические [3]. Новые операции по совершенствованию методологии [1] состояли в введении качественных характеристик (свойств) тканей и построения комплексного показателя качества (КПК).

На первом этапе формировали алгоритм процесса проектирования требуемого уровня качества тканей на основе мнений исследуемого швейного предприятия (рис. 1).

На следующем этапе были выделены требования [4] исследуемого швейного предприятия, предъявляемые к качеству хлопчатобумажных тканей (табл. 1) с использованием шкалы порядка: 5 – очень ценно, 4 – ценно, 3 – менее ценно, но хорошо бы иметь, 2 – не очень ценно, 1 – не представляет ценности.

В центральной части табл. 1 была проведена взаимосвязь между требованиями потребителей и качественными характеристиками (свойствами) ткани также по шкале порядка: 1 – связь слабая, 5 – связь средняя, 9 – связь сильная.

На основании проведенного анализа получили следующий перечень ранжированных качественных показателей (свойств)

в порядке уменьшения их весомости, а именно: износостойкость, прочность, пиллингуемость, материалоемкость, устойчивость окраски, дефектность, ширина, изменение линейных размеров после мокрой обработки, художественно-колористическое оформление, стойкость к осыпанию.

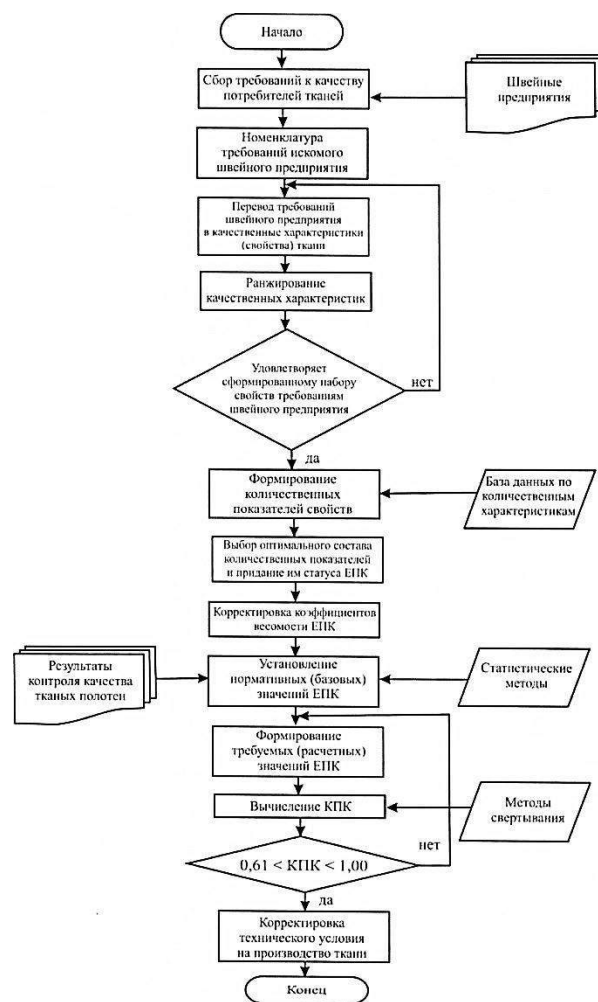


Рис. 1

На основании числовых значений весомости показателей (табл. 1) выделили наиболее значимые качественные показатели: износостойкость; прочность; пиллингуемость; материалоемкость; устойчивость окраски; дефектность и ширину. В дальнейшем с использованием базы данных по количественным характеристикам свойств установили требуемые с присвоенным им статусом единичных показателей качества (ЕПК).

Требования потребителей	Качественные характеристики (свойства)										
	Важность требований	Износостойкость	Изменение линейных размеров после мокрой обработки	Дефектность	Материалоемкость	Прочность	Художественно-колористическое оформление	Стойкость к осыпанию	Пиллингуемость	Устойчивость окраски	Ширина
Имеют стабильные размеры	4		9			5					
Сохраняют первоначальный внешний вид	5	5			1	1	1		9	9	
Не имеют дефектов внешнего вида	5			9							
Обладают эстетичным внешним видом	3		1				9		5	1	1
Обладают большим сроком эксплуатации	5	9			5	9					
Имеют хорошее сцепление нитей в ткани	3			1				9			
Обладают высокой прочностью	5	9			5	9					
Имеют достаточную для раскроя ширину	5										9
Весомость показателей		115	39	48	55	115	32	27	60	48	48

Для единичных показателей качества необходимо провести перерасчет их значимости. Осуществляем это следующим образом. Пусть Y_i , $i = \overline{1, 7}$ (значимость y_i) соответствует k единичных показателей качества. Тогда получение нормированного балла значимости данной качественной характеристики (y'_i) осуществляем по формуле [5]:

$$y'_i = \frac{y_i k}{\sum_{i=1}^7 y_i k}, \quad i = \overline{1, 7}. \quad (1)$$

Например, свойству Y_2 (весомость показателя (табл. 1) $y_2 = 115$) соответствуют два единичных показателя качества: X_2 и X_3 . Нормированная значимость y'_2 определяется по формуле (1):

$$y'_2 = \frac{115 \cdot 2}{115 + 115 \cdot 2 + 60 + 55 + 48 \cdot 3 + 48 + 48} = 0,328.$$

В этом случае нормированную значимость α_2 и α_3 каждого из показателей X_2 и X_3 и вычисляем следующим способом:

$$\alpha_2 = \alpha_3 = \frac{0,328}{2} = 0,164.$$

Таким образом, в итоге получили список единичных показателей качества с указанием их значимости (табл. 2), на основе которого в дальнейшем сформировали комплексный показатель качества ткани.

Комплексный показатель качества (КПК) вычисляли с помощью формулы:

$$\text{КПК} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{\|X_i\|} \right)^{b_i} \alpha_i, \quad (2)$$

где X_i , $\|X_i\|$ – соответственно фактическое и базовое значения i -го единичного показателя качества; $b_i = \begin{cases} +1, & \text{если } X_i < \|X_i\|, \\ -1, & \text{если } X_i > \|X_i\|, \\ 0, & \text{если } X_i = \|X_i\|. \end{cases}$ α_i –

коэффициент весомости ЕПК при условии $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$.

Качественная характеристика (свойство) ткани			Единичный показатель качества ткани					
Наименование	Кодированное обозначение	Значимость y_i	Наименование	Единица измерения	Кодированное обозначение	Числовое значение		Коэффициент весомости (α_i)
						нормативное	проектируемое	
Износостойкость	Y_1	115	Показатель стойкости к истиранию по плоскости	число циклов до разрушения	X_1	600	800	0,164
Прочность	Y_2	115	Разрывная нагрузка по основе	Н	X_2	22	27	0,164
			Разрывная нагрузка по утку	Н	X_3	15	21	0,164
Пиллингуемость	Y_3	60	Показатель пиллингуемости	Число пиллелей на 10см^2	X_4	3	2	0,086
Материалоемкость	Y_4	55	Поверхностная плотность	$\text{г}/\text{м}^2$	X_5	144	151	0,079
Устойчивость окраски	Y_5	48	Устойчивость окраски к стирке	балл	X_6	4	4	0,069
			Устойчивость окраски к глажению	балл	X_7	4	4	0,069
			Устойчивость окраски к химчистке	балл	X_8	4	4	0,069
Дефектность	Y_6	48	Дефект отделки ткани	порок	X_9	0	0	0,068
Ширина	Y_7	48	Показатель ширины	см	X_{10}	95	96,5	0,068

С использованием данных табл. 2 определили КПК проектируемой ткани:

$$\text{КПК} = 0,78.$$

Согласно предлагаемой функции желательности [2] можно сделать вывод, что значение спроектированного КПК по шкале отношений соответствует градации 0,61...0,80, а по шкале порядка: "хорошо", и, следовательно, учитывает предъявляемые требования потребителей текстильной продукции.

ВЫВОДЫ

1. Усовершенствована методика учета требований швейных предприятий к необходимому уровню качества текстильных

материалов, а именно к формированию номенклатуры ЕПК и их нормативных (базовых) значений.

2. Предложенная методика позволяет текстильным предприятиям совершенствовать технические условия при производстве тканых полотен соответствующего ассортимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагин Ю.В., Корольков В.Ф. Путь QFD: проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителя. – Ярославль: Центр качества, 2003.
2. Гусев Б.Н., Грузинцева Н.А., Сташева М.А. Проектирование конкурентоспособности тканых полотен. – Иваново: ИГТА, 2007.
3. http://www.ttm-textile.ru/predl_beltkan.html
4. Лысова М.А., Ломакина И.А., Лунькова С.В. Гусев Б.Н. Математические методы в проектирова-

нии и оценивании качества текстильных материалов и изделий. – Иваново: ИГТА, 2012.

5. Пирогов Д.А., Тувин А.А., Гусев Б.Н. Комплексная оценка качества тканых металлических сеток // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– 2011, №1. С.19...22.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 03.06.13.

УДК 677.017

ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

EXAMINATION OF QUALITY OF THE FABRICS OF MEDICAL PURPOSE

Ю.С.ШУСТОВ, Н.А.ВИНОГРАДОВА, С.В.ПЛЕХАНОВА
YU.S. SHUSTOV, N.A. VINOGRADOVA, S.V. PLEHANOVA

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail:sys@staff.msta.ac.ru

Наиболее распространенными тканями медицинского назначения являются смесовые ткани, обладающие хорошими потребительскими свойствами. В результате анализа нормативно-технической документации были определены исследуемые показатели качества: разрывная нагрузка; стойкость к истиранию; несминаемость; изменение размеров после мокрой обработки; воздухопроницаемость; гигроскопичность; художественно-эстетические показатели. По выбранным показателям проведен сравнительный анализ натуральных и смесовых тканей медицинского назначения.

The most widespread fabrics of medical purpose are mixed fabrics having good consumer properties. As the result of the analysis of technological normative documents the studied quality factors have been defined: breaking loading, abrasion resistance, wrinkle resistance, dimensional change after wet treatment, air permeability, hygroscopic property, artistic and esthetic factors. The comparative analysis of natural and mixed fabrics of medical purpose has been carried out by the chosen indicators.

Ключевые слова: ткани медицинского назначения, потребительские свойства, натуральные ткани, смесовые ткани, эксплуатационные свойства, показатель качества, изнашивание, износ.

Keywords: fabrics of medical purpose, consumer properties, natural fabrics, mixed fabrics, operational characteristics, a quality parameter, wear, wearout.

В качестве объектов исследования были выбраны 7 образцов тканей для меди-

цинской одежды, краткая характеристика которых представлена в табл. 1.

Таблица 1

Ткань	Сырьевой состав	Вид переплетения	Поверхностная плотность, г/м ²	Плотность ткани, нитей/100 мм		Линейная плотность нитей, текс	
				основа	уток	основа	уток
1	50% ХЛ, 50% ПЭ	полотняное	196	525	287	15,2	12,6
2	35% ХЛ, 65% ПЭ	саржевое	201	363	236	31,6	44,8
3	35% ХЛ, 65% ПЭ	саржевое	147	350	237	40,5	42,4
4	35% ХЛ, 65% ПЭ	саржевое	119	500	278	15,1	15,1
5	100% ХЛ	полотняное	157	280	234	25,6	37,5
6	45% ХЛ, 55% Л	полотняное	108	174	153	24,3	29,4
7	100% Л	полотняное	184	174	177	42,5	55,6

В результате анализа нормативно-технической документации [1...3] была определена следующая номенклатура показателей качества: разрывная нагрузка; стойкость к истиранию; несминаемость; изменение размеров после мокрой обра-

ботки; воздухопроницаемость; гигроскопичность; художественно-эстетические показатели. Результаты исследования физико-механических свойств тканей медицинского назначения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Ткань						
	1	2	3	4	5	6	7
Разрывная нагрузка, Н:							
- основа	889	1245	919	651	500	225	427
- уток	426	764	758	538	333	252	548
Норма, не менее, Н:							
- основа	245	294	294	294	245	196	196
- уток	177	196	196	196	177	196	196
Стойкость к истиранию, циклы	11100	4450	4200	6500	5000	2300	3900
Норма, не менее, циклы	400	2000	2000	2000	400	3000	3000
Несминаемость, %	44	58	60	47	48	30	22
Норма, не менее, %	-	30	30	30	-	42	42
Усадка, %:							
- основа	- 0,8	0	- 0,1	- 0,1	- 0,8	- 4,6	- 2,3
- уток	- 0,6	- 1,2	- 1,1	- 0,6	- 0,1	0	- 1,0
Норма, не более, %:							
- основа	- 1,5	- 3,0	- 3,0	- 3,0	- 1,5	5	5
- уток	± 1,5	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 1,5	2	2
Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² ·с	55	61	55	84	210	695	440
Норма, не менее, дм ³ /м ² ·с	100	300	300	300	100	100	100
Гигроскопичность, %	3	4	3	5	4	9	8
Норма, не менее, %	12	4	4	4	12	7	7

Сравнительный анализ физико-механических свойств смесовых (образцы 1, 2, 3 и 4) и натуральных (5, 6 и 7) тканей выявил следующее – прочностные характеристики смесовых тканей значительно выше натуральных: по основе в среднем в 2,4 раза, по утку – в 1,5 раза. Разрывная

нагрузка смесовых тканей значительно превышает нормы стандартов: по основе в 3,4 раза, по утку – в 3,1 раза (у натуральных тканей соответственно в 1,9...2,0 раза). Стойкостью к истиранию смесовых тканей превышает показатели натуральных тканей в 1,4 раза, превышение норм

стандартов – в 2,5 раза (1,2 раза у натуральных тканей). Фактические значения несминаемости смесовых тканей в 1,6 раза выше, чем у натуральных, и почти в 2 раза превышают нормы стандарта. Следует отметить, что значения несминаемости у натуральных тканей (образцы 6 (30%) и 7 (22%)) не укладываются в нормы стандарта (не менее 42%). Средние значения по усадке после мокрых обработок составляют -0,25% по основе и -0,88% по утку, что значительно ниже значения усадки тканей натуральных (соответственно -2,6% и -0,4%). Среднее значение коэффициента воздухопроницаемости у смесовых тканей $64 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$, у натуральных $448 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$. Причем, если воздухопроницаемость смесовых тканей в 4,5 раза ниже норм стандарта, то натуральные ткани превосходят нормы в 4,5 раза. Гигроскопичность смесовых тканей в среднем хуже значений натуральных тканей почти в 2 раза. По показателю гигроскопичности можно отметить, что смесовые ткани не соответствуют нормам, только образец 4 имеет гигроско-

пичность 5% при норме 4%. Образцы 6 и 7 имеют гигроскопичность 9 и 8% соответственно при норме 7%. У образца 5 фактическое значение 4%, что в 3 раза хуже норматива (12%).

Сравнивая между собой смесовые ткани по физико-механическим свойствам, можно отметить, что изменение сырьевого состава (50% ХЛ, 50% ПЭ; 35% ХЛ, 65% ПЭ) не повлияло на значения показателей качества. Наблюдалось уменьшение разрывной нагрузки с уменьшением поверхностной плотности (2 образец – 1245 Н, 4 образец – 651 Н). Наибольшая стойкость к истиранию наблюдалась у образцов смесовых тканей с повышенной плотностью ткани по основе (500 нитей/100 мм – у 1 образца и 525 нитей/100 мм – у 4 образца).

Для смесовых тканей было проведено исследование пиллингуемости, которая наблюдается в процессе эксплуатации. Результаты исследования пиллингуемости тканей медицинского назначения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование показателя	Ткань						
	1	2	3	4	5	6	7
Пиллингуемость, число пиллей	5	8	7	4	-	-	-
Пиллингуемость, число пиллей на 10 см^2	0,2	0,4	0,3	0,2	-	-	-
Норма, число пиллей на 10 см^2 , не более	-	3	3	3	-	-	-

ВЫВОДЫ

Проведены сравнительные исследования физико-механических свойств тканей медицинского назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 29298–2005. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия.

2. ГОСТ 15968–87. Ткани чистольняные, льняные и полульняные одежные. Общие технические условия.

3. ГОСТ 11518–88. Ткани сорочечные из химических нитей и смешанной пряжи. Общие технические условия.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 30.09.13.

УДК 677.021.256

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИАМЕТРА НАЖИМНЫХ РОЛИКОВ
НА СИЛУ ЗАЖИМА СЛОЯ
В РЕМНЯХ ТРЕПАЛЬНОЙ МАШИНЫ**

**RESEARCH OF PRESSING ROLLERS DIAMETER INFLUENCE
ON THE FORCE OF LAYER CLIP
IN SCUTCHING MACHINE BELTS**

Н.И.КОВАЛЕНКО, С.Н.ПАЗИН, А.В.СОКОЛОВ
N.I. KOVALENKO, S.N. RAZIN, A.V. SOKOLOV

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

Зажимной транспортирующий механизм трепальной машины для льна состоит из транспортирующих ремней и нажимных роликов. В работе исследовано влияние диаметра ролика на силу зажима слоя льна в транспортирующих ремнях.

A clamping transporting mechanism of a flax scutching machine consists of transporting belts and pressing rollers. The paper presents the research of roller diameter influence on the force of flax layer clip in transporting belts.

Ключевые слова: сила зажима, нажимные ролики, транспортирующие ремни.

Keywords: clamping force, pressing belts, transporting belts.

В существующей модели трепальной машины мяльно-трепального агрегата МТА-2Л транспортирующий механизм состоит из резиновых транспортирующих ремней и прижимных роликов. Ролики имеют диаметр 160 мм, расстояние между ними составляет 390 мм. Эти параметры выбраны в основном экспериментально без теоретического обоснования. В данной работе на основе компьютерного имитационного моделирования построена модель транспортирующего механизма трепаль-

ной машины. С использованием данной модели проведен компьютерный эксперимент по определению влияния диаметра ролика на величину силы зажима слоя, зажатого в транспортирующих ремнях. От величины силы зажима и характера ее распределения как по сечению ремней, так и вдоль транспортерной секции машины зависит надежность фиксации обрабатываемого слоя [1].

Исследование влияния расстояния между роликами на распределение силы за-

жима на участке между роликами показывает, что при исходных размерах прижимных роликов при любом их взаимном расположении на ремне существуют участки, на которых отсутствует контакт между транспортирующими ремнями из-за выгибания верхнего ремня. Для того чтобы обеспечить силу зажима, достаточную для удержания слоя, необходимо уменьшить размеры прижимных роликов и сдвинуть их на меньшее расстояние.

Представляет интерес задача по определению влияния диаметра ролика на

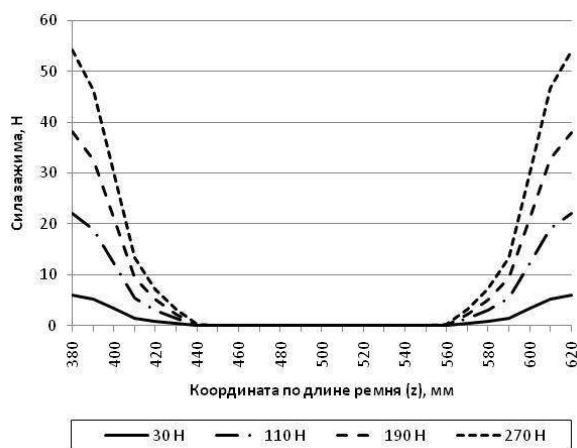


Рис. 1

Анализ графиков позволяет сделать вывод о том, что изменение диаметра ролика практически не влияет на длину участка, на котором отсутствует контакт между ремнями. При этом уменьшение диаметра ролика приводит к увеличению сил зажима непосредственно под осью ролика. Так, например, при силе прижима, равной 110 Н, сила зажима под осью ролика при его диаметре 80 мм составляет 22 Н, а при диаметре 40 мм – 28 Н. То есть уменьшение диаметра ролика в два раза приводит к увеличению силы зажима примерно на 30%. При силе прижима 190 Н сила зажима соответственно изменяется от 38 до 48 Н. Однако, следует заметить, что при диаметре ролика 80 мм распределение силы зажима по длине транспортерной секции в любом сечении ремней носит более равномерный характер, чем при диаметре ролика 40 мм. При уменьшении диаметра ро-

распределение силы зажима слоя на участке между двумя прижимными роликами. В работе проведен расчет силы зажима при диаметрах роликов, равных 160, 80 и 40 мм, различной силе прижима и исходном положении прижимных роликов, толщина слоя равнялась нулю (рис. 1 – распределение силы зажима при диаметре роликов, равном 80 мм, и различной силе прижима и рис. 2 – распределение силы зажима при диаметре роликов, равном 40 мм, и различной силе прижима).

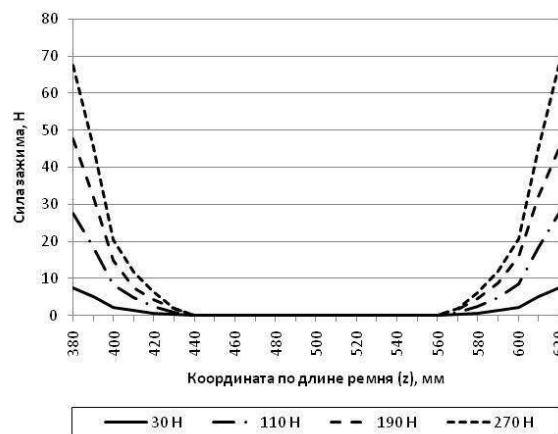


Рис. 2

лика со 160 до 40 мм сила зажима увеличивается с 35 до 47 Н, что нежелательно, так как при этом возрастут контактные напряжения. Это может привести к сокращению срока службы ремня. В то же время уменьшение диаметра ролика позволяет уменьшить расстояние между ними и тем самым обеспечить надежность зажима слоя в любом сечении ремней по всей длине транспортерной балки. Для определения такого расстояния между роликами, при котором зажим слоя будет осуществляться по всей длине ремня, проведено исследование напряженно-деформированного состояния ремней при различных расстояниях между роликами и их диаметрах 160 мм, 80 мм, 40 мм.

Результаты расчета показывают, что при расстоянии между роликами, меньшем 130 мм, пропадает участок, на котором отсутствует зажим слоя.

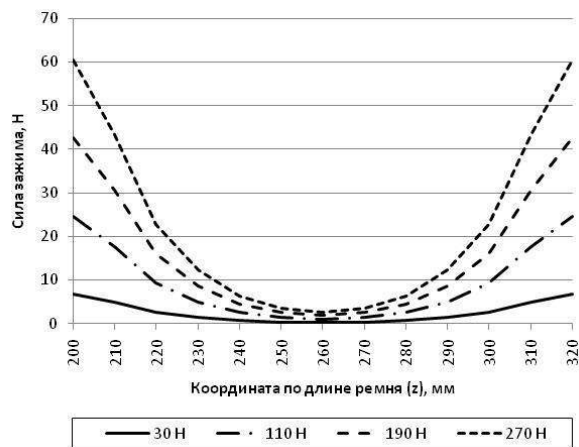


Рис. 3

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что для обеспечения необходимых сил зажима слоя при выбранных параметрах ремней необходимо уменьшить диаметры роликов и уменьшить расстояние между ними, как минимум, до 130 мм (рис. 3 – распределение силы зажима при диаметрах роликов 40 мм, расстоянии между роликами 130 мм и различных силах прижима). Это позволит обеспечить более равномерное распределение сил зажима и даст возможность регулировать ее при помощи увеличения силы прижима в любом сечении ремней между прижимными роликами. Исследование влияния диаметра ролика на распределение сил зажима слоя в любом сечении ремней по длине транспортной балки позволило установить, что увеличение диаметра роликов приводит к уменьшению сил зажима под осью ролика и к увеличению сил зажима на участке между роликами. На рис. 4 (распределение силы зажима при диаметрах роликов 40 мм, расстоянии между роликами 90 мм и различных силах прижима) видно, что уже при расстоянии между роликами, равном 90 мм, сила зажима в “слабом” сечении даже при небольшой силе прижима (30 Н) составляет около 2 Н и увеличивается при возрастании силы прижима. Поэтому диаметр роликов следует выбирать 80 мм при расстоянии между ними 90 мм. Это позволит уменьшить напряжения в зоне контакта между роликом и ремнем и повысит дол-

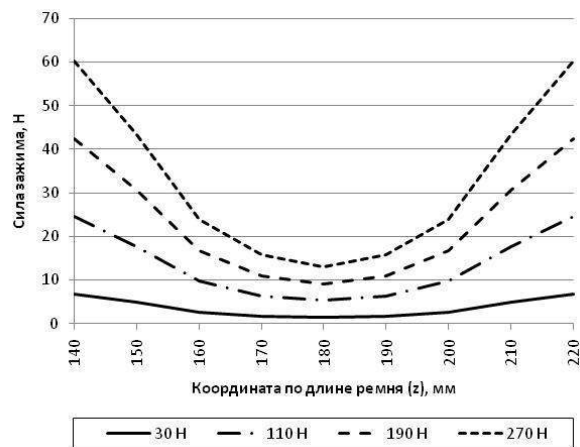


Рис. 4

говечность ремня. Кроме того, диаметр ролика 80 мм позволит создать более равномерное распределение сил зажима на участке между роликами. Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать расстояние между роликами 90 мм, диаметр роликов 80 мм, что следует учитывать при проектировании транспортирующих механизмов новых трепальных машин. Предложенные мероприятия по совершенствованию транспортирующего механизма позволят более равномерно зажимать пряди сырца льна и тем самым обеспечивать более высокий выход длинного волокна в процессе трепания.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования напряженного состояния транспортирующих ремней позволят обеспечить более надежный зажим слоя льна путем выбора более рациональных параметров механизма, что приведет в итоге к увеличению выхода длинного волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко Н.И. Совершенствование транспортирующего механизма трепальной машины: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2005.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 28.01.13.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЕСКОСТРИВАНИЯ ЛЬНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАССИВНЫХ РАБОЧИХ ПЛАНОК*

INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF FLAX DECHAFFING USING PASSIVE WORKING SLATS

Д.А. ВОЛКОВ, М.С. ЕНИН, Е.Л. ПАШИН, С.В. БОЙКО
D.A. VOLKOV, M.S. ENIN, E.L. PASHIN, S.V. BOYKO

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State University of Technology)
E-mail: info@kstu.edu.ru

В статье проверена эффективность применения пассивной криволинейной планки, расположенной под зажимным транспортером трепальной машины для получения длинного льняного волокна. Экспериментально доказано статистически значимое снижение заостренности в средней части длинного волокна при использовании нового технического решения по сравнению с типовым вариантом обработки.

The efficiency of application of the passive curvilinear slat, placed under a clamping transporter of a scutching machine for making long flax fiber, has been tested. Statistically significant decrease of chaffing in the middle part of a long fiber is experimentally proved using a new technical decision in comparison with a standard variant of treatment.

Ключевые слова: трепание, сила натяжения, заостренность длинного волокна, выход длинного волокна.

Keywords: scutching, tightening force, chaffing of a long fiber, long fiber output.

По результатам теоретических исследований были обоснованы условия интенсификации процесса обескостривания льна при его трепании [1]. Реализация таких условий возможна на основе использования пассивных направляющих планок, установленных под зажимным транспортером. Их рабочая кромка является криволинейной. Предусматриваются разные варианты установки этих планок. Например, на рис. 1 схематично изображена установка пассивной планки на существующей трепальной машине. На рис. 1 обозначено: 1 – трепальные барабаны, оси которых расположены в разных плоскостях по вертикали; 2 и 3 – ветви транспортера; 4 – криволинейная пассивная направляющая.

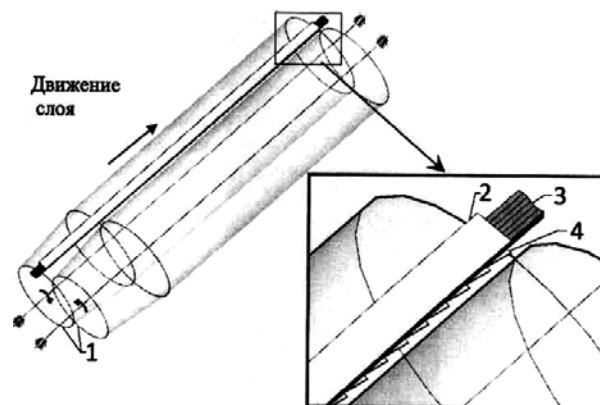


Рис. 1

Было установлено, что применение упомянутых планок, закрепленных вблизи перемещающегося зажимного транспорте-

* В работе принимал участие студент 5-го курса специальности 260701 А.Г. Мырза.

ра, будет обеспечивать дополнительные силовые воздействия на совокупность прядей путем их относительного продольного и поперечного смещения. Возникающие при этом дополнительные динамические эффекты будут улучшать условия для удаления костры, прежде всего из срединных участков прядей, так как именно в этих зонах поперечные смещения прядей друг относительно друга будут наибольшими.

Для подтверждения теоретических выводов на кафедре ТПЛВ КГТУ был проведен комплекс экспериментальных исследований в виде двух этапов, на первом из которых изучали характер силового нагружения прядей с использованием тензометрии, а на втором – оценку технологических результатов переработки льняной тресты (выход длинного волокна и его закостренность). Контрольными результатами были итоги трепания по типовой схеме обработки.

В экспериментах использовали трепальный станок [2], в конструкцию которого были внесены изменения. Снизу продольной балки, по которой перемещается колодка с зажатými прядями сырца, были закреплены металлические планки в виде полос толщиной 3 мм, рабочая кромка которых была криволинейной – в виде выступающих прямоугольных треугольников с высотой малого катета (перпендикулярного направлению движения слоя) 1 см, а другого катета – 5 см. Планки крепились

таким образом, чтобы расстояние до линии зажима прядей составляло не более 15 мм. Наряду с односторонним расположением предлагаемых пассивных планок (рис. 1) был также предусмотрен вариант их двухстороннего закрепления.

Особенностью экспериментального исследования на первом этапе являлось одновременное измерение сил натяжения в четырех точках слоя вдоль колодки длиной 20 см. Расстояние между точками было выбрано с учетом шага выступов у направляющих планок.

В качестве сырья на первом этапе использовали льнотресту № 1,50 (по ГОСТ 24383–89. Треста льняная. Требования при заготовках). Она имела нормальную вылежку: показатель отделяемости в пределах 4...6. На втором этапе при определении выхода волокна и его закостренности использовали тресты разной степени вылежки: нормальной вылежки и недолежалую. При этом оценку закостренности осуществляли не только в среднем по всей пряди, но и по ее длине: в комлевой, вершинной и средней частях.

Опыты проводили при разных скоростях вращения трепальных барабанов. Статистическая обработка данных осуществлялась по общепринятым рекомендациям путем определения средних значений, их интервальных оценок и коэффициента вариации при 95%-ной доверительной вероятности.



а)



б)

Рис. 2

Результаты опытов представлены на рис. 2...4: рис. 2 – средние значения (а) и вариация (б) силы натяжения прядей при

разной частоте вращения барабанов; рис. 3 – выход длинного волокна и его закостренность при трепании льна разной степе-

ни вылежки в изменяющихся условиях обработки (частота вращения барабанов: а – 250 мин⁻¹; б – 300 мин⁻¹); рис. 4 – закрученность льноволокна, полученного из тресты разной степени вылежки в изменяющихся условиях обработки. Изучение напряженного состояния прядей в процессе трепания показало, что применение пас-

сивных планок с криволинейными рабочими кромками не приводит к росту средних значений сил натяжения. Однако при наличии планок наблюдается существенный и статистически доказуемый рост их варьирования.

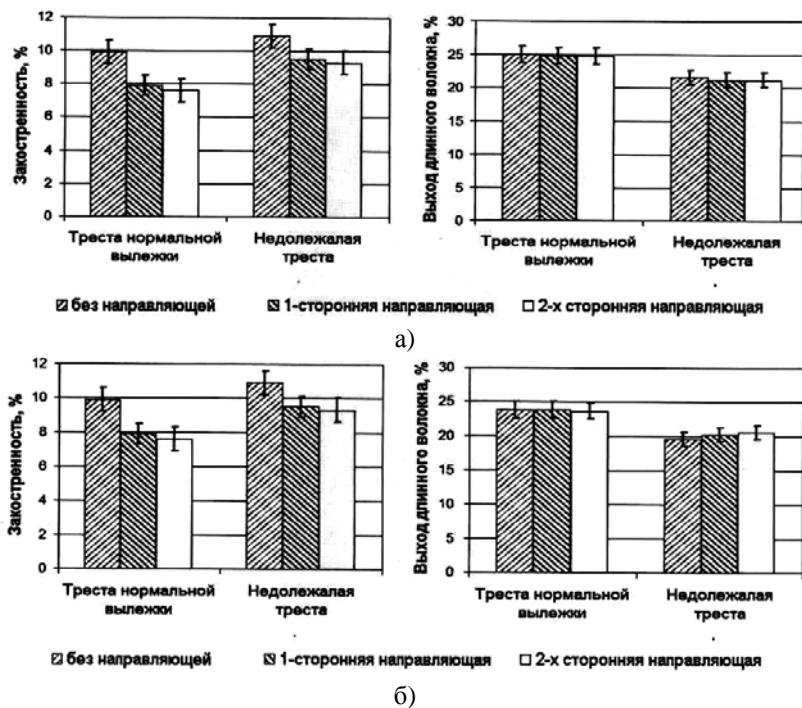


Рис. 3

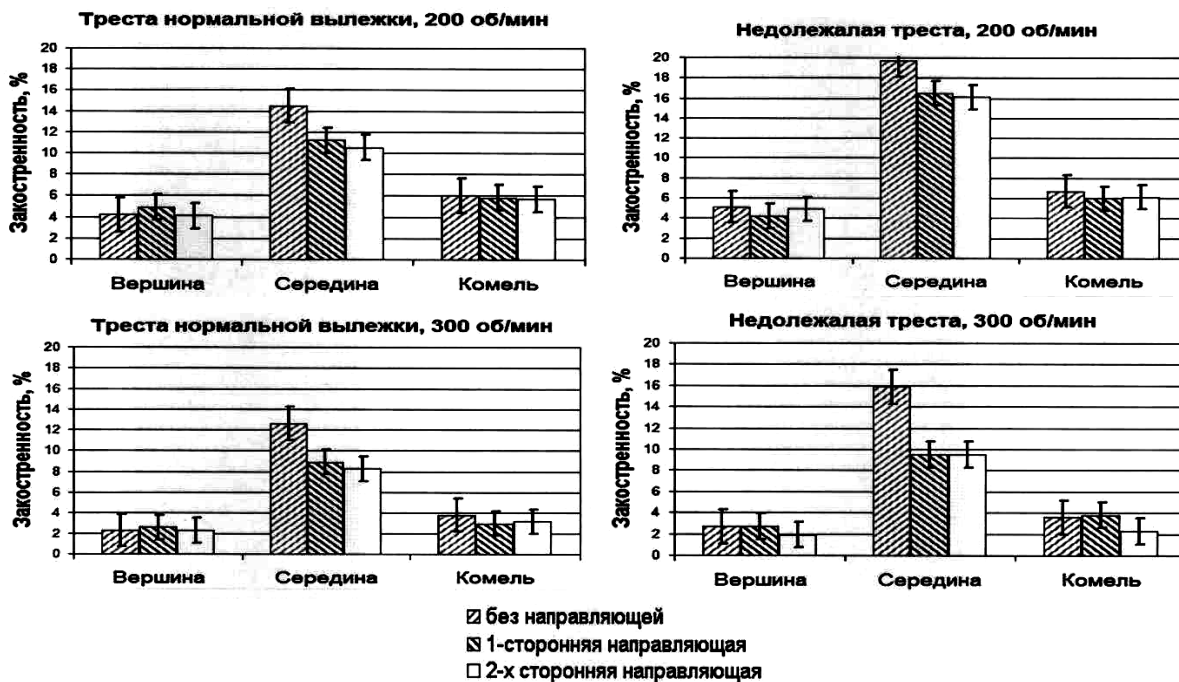


Рис. 4

При анализе технологических результатов обработки установлено, что применение пассивных планок на выход длинного волокна в сравнении с контрольным вариантом не влияет. Этот вывод применим к обоим исследуемым случаям закрепления: одностороннее и двустороннее.

Исследуя изменение заостренности в сравниваемых вариантах опытов, выявлено статистически доказуемое ее снижение при использовании пассивных планок. Сравнивая их одно- и двустороннюю установку под зажимным транспортером, различий по заостренности между этими вариантами не выявлено (на фоне ошибки опыта) (рис. 3). Однако использование планок по отношению к классическому контрольному варианту повышает эффективность обескостривания – заостренность волокна снижается примерно на 2%.

При анализе распределения остаточной кистры в получаемом волокне по его длине оказалось, что предлагаемые планки способствуют снижению заостренности прежде всего за счет удаления кистры из средних частей пряжей (рис. 4). Такие результаты, вероятнее всего, будут способствовать не только общему снижению массовой доли кистры в волокне, но и уменьшению количества недоработанных пряжей, требующих дополнительных производственных затрат.

Таким образом, проведенные эксперименты полностью подтвердили результаты теоретических исследований о возможном повышении эффективности выделения кистры при трепании льна при использовании пассивных планок с криволинейными кромками, установленных вблизи линии зажима обрабатываемого льна. Полученные результаты, с учетом норм действующего стандарта на трепаное волокно, могут обеспечивать повышение его качества

на 1...2 номера, что предопределяет существенный технологический эффект и, как следствие, повышение рентабельности работы льнозаводов.

В Ы В О Д Ы

1. Для интенсификации процесса обескостривания предложено использовать пассивные, закрепленные вблизи зажимного транспортера, планки с криволинейными рабочими кромками, обеспечивающие продольные и поперечные смещения прядей друг относительно друга.

2. Применение пассивных планок существенно увеличивает варьирование сил натяжения прядей, исключая при этом рост их среднего значения.

3. Установлено статистически доказуемое снижение заостренности трепаного волокна. В сравнении с типовым вариантом трепания использование пассивных планок обеспечивает уменьшение этого показателя качества обработки до 2%. Выявлено, что эффективность обескостривания достигается прежде всего за счет уменьшения кистры в средней части длины прядей, располагающейся вблизи зажима.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Волков Д.А., Енин М.С. Моделирование процесса обескостривания при трепании льна // Вестник КГТУ. – Кострома : Изд-во Костромского гос. технол. ун-та, 2012, № 1. С. 11...15.

2. Кузнецов Г.К., Савиновский В.И., Янушевский Д.А. Станок для экспериментального исследования процесса трепания лубяных волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, № 2. С.105..106.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 21.03.13.

УДК 677.494.675'5:62

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
КОМБИНИРОВАННЫХ ОБКРУЧЕННЫХ НИТЕЙ**

**OPTIMIZATION OF STRUCTURE AND TECHNOLOGY
OF MAKING COMPLEX TWISTED THREADS**

Е.В. БЛАГУШИНА, В.А. РОДИОНОВ
E.V. BLAGUSHINA, V.A. RODIONOV

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

В статье рассматривается технология получения комбинированных нитей путем двойного обкручивания нитей Русар пряжей Арселон.

Отражено влияние величины крутки на физико-механические свойства полученного продукта. Анализ разрывных характеристик обкрученной нити показывает, что с ростом величины крутки разрывные характеристики сначала немного возрастают, а потом резко падают; линейная плотность и жесткость увеличиваются. Неравновесность практически не меняется и остается минимальной.

С учетом изменения физико-механических свойств найдено оптимальное число обкручиваний, которое составляет 290 кр/м.

The article presents the technology of making complex threads by double twisting of Rusal threads by Arselon yarn.

Influence of twisting size on physical and mechanical properties of the given product has been reflected. The analysis of breaking characteristics of twisted thread shows that breaking characteristics increase a little at the beginning with twisting size increase, and then they fall dramatically; linear density and rigidity increase. Non-equilibrium almost does not change and stay minimum one.

Taking into account physical and mechanical properties the optimal number of twisting has been found, which is 290 tw/m.

Ключевые слова: комбинированная нить, физико-механические характеристики, обкручивание, высокопрочный, разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, неравновесность, величина обкручиваний, хорошо окрашиваемый, устойчивость к истиранию, кислородный индекс, термостойкость, огнестойкие материалы, пряжа Арселон, нить Русар, защитная одежда, баллистическая защита.

Keywords: a complex thread, physical and mechanical properties, twisting, high-strength, breaking load, elongation when breaking, non-equilibrium, twist value, well-dyed, abrasion stability, oxygen index, thermostability, flame resistant material, Aselon yarn, Rusar thread, protective clothing, ballistic protection.

В настоящее время все большую популярность приобретают технические ткани для создания изделий баллистической защиты для военных, одежды для огнеборцев, металлургов и других опасных профессий. Требования к таким материалам растут с увеличением областей их использования. Баллистические материалы должны обладать высокой прочностью, чтобы смягчать и задерживать удар пули. В то же время ткани для защитных изделий для пожарников и огнеборцев должны быть термо-, огнестойкими, чтобы они могли спастись в экстремальной ситуации [1...3]. Важно и то, чтобы материал, идущий для изготовления этих изделий, хорошо окрашивался и воспринимал печать.

При создании антибаллистических и других защитных материалов большие надежды возлагались на такие материалы, как Кевлар (США), Тварон (Нидерланды), Технора (Япония), Русар (Россия) [1], [2]. Однако эти материалы наряду с превосходными прочностными и эксплуатационными свойствами недостаточно хорошо окрашиваются, что вызывает необходимость использовать другой материал для верхнего слоя защитной одежды.

Возник вопрос о получении универсального материала, отвечающего требованиям нескольких областей применения, эффективного, надежного и экономически выгодного.

В данной статье освещаются этапы исследования огнестойких и высокопрочных материалов, обладающих всеми нужными для защитных изделий свойствами, на примере отечественных нитей Русар и пряжи Арселон, переработанных в комбинированную нить.

Арселон – это материал, который не отличается высокой прочностью, но имеет схожие с Русаром эксплуатационные ха-

рактеристики: высокий кислородный индекс, термостабильность, хемостойкость, гигроскопичность, электроизоляционные свойства. Основными преимуществами служат хорошая окрашиваемость и низкий ценовой уровень на фоне других термостойких материалов.

Целью работы является получение комбинированной нити, состоящей из нити Русар и пряжи Арселон и обладающей всеми необходимыми для защитных изделий свойствами: такими, как высокая разрывная нагрузка, хорошая устойчивость к истиранию, сопротивление к действию открытого огня и, главное, хорошая окрашиваемость.

В качестве исходного сырья были выбраны нити Русар линейной плотности 29,4 текс производства ОАО "Каменское-Волокно" и пряжа Арселон линейной плотности 29,4 текс производства ОАО "Кобринская прядильно-ткацкая фабрика Ручайка".

Для исходных нитей проводились испытания по следующим показателям: разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, линейная плотность, неравномерность, величина крутки, коэффициент жесткости, разрывная нагрузка в петле и в узле. Выполняли по 20 испытаний. Полученные результаты для исходных нитей соответствуют ТУ на нить Русар и пряжу Арселон и приведены в табл. 1.

Арселоновая пряжа перематывалась на катушки на станке СТП-2-1. Катушки в свою очередь устанавливались на полые веретена на стенде обкруточной машины.

При наработке опытных образцов в качестве стержневого компонента использовалась нить Русар, в качестве обкруточных компонентов – пряжа Арселон. На стенде обкруточной машины осуществлялось обкручивание в двух противоположных направлениях.

Таблица 1

Показатели	Вид нити	Русар 29,4 текс		Арселоновая пряжа 29,4 текс	
		Ср	Сv	Ср	Сv
Разрывная нагрузка, сН		4799,55	15,05	622,25	16,38
Удлинение при разрыве, %		2,52	34,20	9,51	13,22
Линейная плотность, текс		29,64	3,22	29,68	5,40
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс		163,09	15,84	21,17	22,40
Неравновесность, в/м		0,49	11,28	1,42	25,61
Крутка, кр/м		97,00	7,19	645,00	4,93
Жесткость при кручении, усл. ед.		35,68	18,94	36,58	23,16
Разрывная нагрузка в петле, сН		3074,75	4,28	400,50	15,38
Разрывная нагрузка в узле, сН		2455,88	6,08	378,50	16,32

С использованием математических методов планирования эксперимента были наработаны комбинированные нити с различным числом обкручиваний: 220; 290; 360; 430; 500 кр/м [4].

Готовые обкрученные нити подвергались тем же испытаниям, что и исходное

сырье, по типовым методикам с использованием стандартных приборов.

Полученные результаты обрабатывались с использованием программы "Статистика"; они приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	К = 220 кр/м		К = 290 кр/м		К = 360 кр/м		К = 430 кр/м		К = 500 кр/м	
	Ср	Сv	Ср	Сv	Ср	Сv	Ср	Сv	Ср	Сv
Разрывная нагрузка, сН	7609,70	3,63	7653,80	3,55	7624,40	3,19	7553,35	2,66	7421,05	3,34
Удлинение при разрыве, %	5,98	9,66	6,10	4,70	6,14	2,82	5,99	2,47	5,86	3,34
Линейная плотность, текс	87,04	3,59	88,36	4,70	95,12	3,09	104,12	6,12	106,96	3,86
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	86,04	5,80	86,80	5,90	80,19	2,90	72,81	6,76	69,66	5,25
Неравновесность, в/м	0,53	8,87	0,50	9,37	0,57	4,38	0,61	19,10	0,62	19,99
K ₁ , кр/м	220,40	4,36	289,80	2,12	360,40	1,76	431,80	1,06	499,00	0,68
K ₂ , кр/м	220,40	4,12	289,80	2,17	360,40	1,52	431,80	1,06	499,00	0,77
Жесткость при кручении, усл. ед.	25,70	9,76	29,18	7,91	31,32	7,16	35,08	10,39	37,72	5,56
Разрывная нагрузка в петле, сН	3019,63	4,72	3143,35	5,03	3188,68	4,46	3332,65	4,36	3309,95	3,05
Разрывная нагрузка в узле, сН	3234,00	9,34	3547,60	9,37	1937,15	4,71	4388,15	2,79	4402,65	3,05

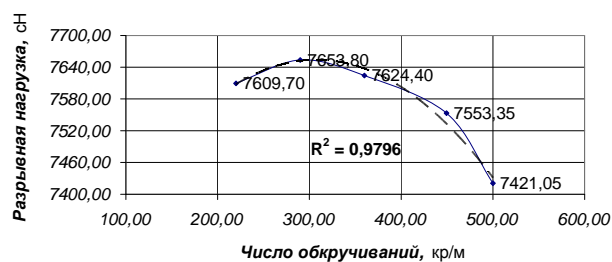


Рис. 1

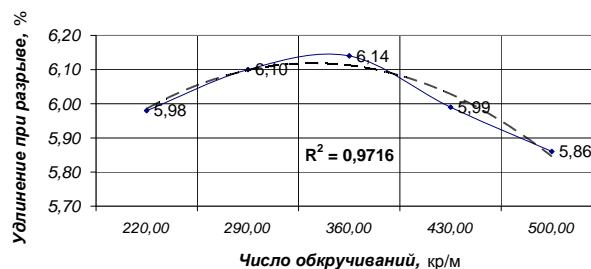


Рис. 2

С учетом полученных результатов были построены графические зависимости физико-механических показателей комплексных нитей от числа обкручиваний: рис. 1 – зависимость разрывной нагрузки от числа обкручиваний, рис. 2 – зависимость удлинения при разрыве от числа обкручиваний.

Математическая регрессионная модель (полиномиальный ряд 2-й степени) имеет следующий вид:

– для абсолютной разрывной нагрузки

$$Y_p = -0,006 x^2 + 3,6992 x + 7085,2, \quad (1)$$

– для удлинения при разрыве

$$Y_p = -0,0493 x^2 + 0,2607 x + 5,774, \quad (2)$$

– для удельной разрывной нагрузки

$$Y_p = -0,6136 x^2 - 0,9936 x + 88,83, \quad (3)$$

– для разрывной нагрузки в петле

$$Y_p = -0,0028 x^2 + 3,1382 x + 2463,7, \quad (4)$$

– для разрывной нагрузки в узле

$$Y_p = 0,0505 x^2 - 31,809 x + 7915,7. \quad (5)$$

Анализ полученных результатов показывает, что при увеличении числа обкручиваний разрывная нагрузка сначала увеличивается с 7609,7 до 7653,8 сН, а затем резко падает до 7421,0 сН, то есть изменяется на 3,1%. Это объясняется тем, что при обкручивании нити Русар увеличивается давление между элементарными нитями, что приводит к увеличению трения между ними, и, как следствие, повышается одновременно их разрыва. Кроме того, обкручивающие нити Арселон также принимают участие в разрывной нагрузке.

С увеличением числа обкручиваний удлинение при разрыве практически не изменяется, однако его величина больше, чем у исходной нити Русар. Это объясняется тем, что в комплексе Русар и Арселон работают как единое целое.

Линейная плотность с ростом крутки значительно увеличивается с 87,4 до 106,96 текс, то есть на 22,5% за счет роста массы обкручивающих компонентов; удельная разрывная нагрузка после 290 кр/м уменьшается до 69,66 сН/текс, то есть на 19,7%; неравновесность имеет малые значения от 0,50 до 0,62 в/м, что обеспечивает ей хорошую перерабатывающую

способность при выработке ткани и трикотажа.

Жесткость нити увеличивается с 25,70 до 37,72 усл.ед., то есть на 46,7%. Это объясняется тем, что при увеличении числа обкручиваний нить становится жесткой и менее гибкой.

Разрывная нагрузка в петле и в узле меньше разрывной нагрузки комбинированной нити на 42,2 и 46,2% соответственно, так как нить Русар довольно хрупкая на изгиб, что приводит к значительной потере прочности.

В результате исследований определено оптимальное число обкручиваний, равное 290 кр/м, что обеспечивает высокие разрывные характеристики и хорошие показатели неравновесности.

В Ы В О Д Ы

1. Обкручивание нити Русар арселоновой пряжей позволило получить материал, обладающий высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также хорошо окрашивающийся и воспринимающий печать.

2. Выбраны оптимальные технологические параметры по числу обкручиваний нити Русар арселоновой пряжей, которые составляют 290 кр/м. Нити с данной круткой обладают большей прочностью и хорошими значениями показателя неравновесности.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Перепелкин К.Е., Мачалаба Н.Н., Кварацхелия В.А. // Химические волокна. – 2001, №2. С. 22...29.
2. Мачалаба Н.Н., Будницкий Г.А., Щетинин А.М., Френкель Г.Г. // Химические волокна. – 2001, №2. С. 31...40.
3. Волохина А.В., Щетинин А.М. // Химические волокна. – 2001, №2. С. 14...21.
4. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 10.12.12.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ
КРУЧЕНИЯ И ОБЕСПЫЛИВАНИЯ
ГЕЛИКОИДНЫМ ВЬЮРКОМ**

**RESEARCH OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS
OF TWISTING AND DEDUSTING
BY A HELICOID TWISTING TUBE**

К.Ю. ПАВЛОВ, Ю.В. ПАВЛОВ
K.YU. PAVLOV, YU.V. PAVLOV

(Ивановская государственная политехническая университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute)
E-mail: ttp@ igta.ru

Предложено техническое и технологическое решение кручения и обеспыливания ленты на чесальной машине с использованием геликоидного крутильного органа.

Technical and technological decision of twisting and dedusting of a carding machine tape using a helicoid twisting body has been offered herein.

Ключевые слова: чесание, чесальная лента, очистка, обеспыливание, чесальная машина.

Keywords: carding process, a carding tape, cleaning, dedusting, a carding machine.

Образование пуха и пыли в волокнистой массе наблюдается в ходе технологического процесса постоянно. Это происходит из-за повреждения волокон в результате воздействия на них рабочих органов машины. В частности, такое негативное явление имеет место на чесальной машине. Вследствие этого лента, образованная на чесальной машине, получает некоторое дополнительное количество пуха и пыли.

Вместе с этим замечено, что использование неподвижных вьюрков в зоне выпуска способствует отделению этих мелких фракций. Следовательно, неподвижные вьюрки наряду с выполнением основной операции – упрочнение и уплотнение ленты ложной круткой – выполняют и дополнительную, сопутствующую операцию – обеспыливание ленты.

При разработке конструкции неподвижного вьюрка такого типа (рис. 1 – геликоидный обеспыливающий неподвиж-

ный вьюрок (патент № 15995)) было предусмотрено усиление эффекта обеспыливания с тем, чтобы наряду с кручением набегающего участка ленты осуществлять ее очистку.

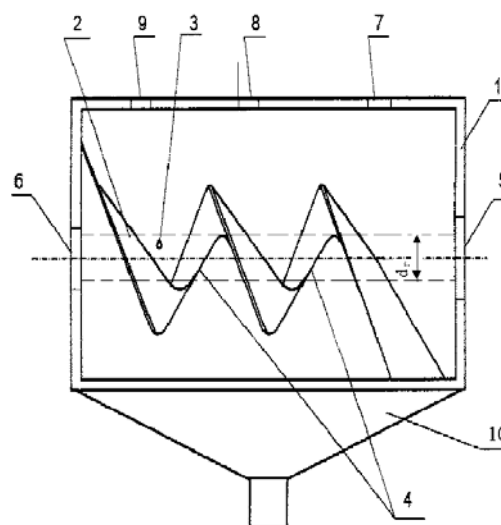


Рис. 1

Устройство содержит капсулу 1, внутри которой расположен направитель 2, выполненный по форме геликоида с каналом 3, диаметр которого равен d_r , и ребром 4. По оси геликоида в капсуле 1 расположены входное 5 и выходное 6 отверстия. На верхней стенке капсулы 1 над каждым из витков геликоида выполнены щели 7, 8 и 9, размещенные параллельно виткам. Под капсулой 1 размещен конфузор 10, соединенный с пневмоотсосом.

Устройство работает следующим образом.

Волокнистый материал, содержащий сорные примеси, поступает в капсулу 1 через входное отверстие 5 и затем в направитель 2, имеющий форму геликоида. При перемещении волокнистого материала по каналу 3 геликоида 2 образующая его криволинейного ребра 4 вдавливаются в волокнистый материал, ось которого располагается по винтовой линии. В этом случае геликоид выполняет роль неподвижного вьюрка. При этом волокнистый материал, испытывая сопротивление продольному движению со стороны этой грани 4, вращается. В результате этого продукту прядения сообщается интенсивное ложное кручение, уплотняющее и упрочняющее его.

При движении волокнистого материала через направитель 2 сорные примеси, содержащиеся в волокнистом материале, выделяются из него при взаимодействии с криволинейным ребром 4 направителя 2. Продувание волокнистого материала струями воздуха через щели 7, 8 и 9 капсулы 1 усиливает выделение из волокнистого материала как мелкой пыли, так и более крупных, тяжелых сорных частиц. Воздушный поток, содержащий сорные примеси, пух и пыль, попадает в конфузор с последующим удалением пневмосистемой.

Таким образом, геликоидный неподвижный вьюрок способен выполнять две функции. Основная функция – это придание продукту ложной крутки. Дополнительная функция заключается в очистке проходящей чесальной ленты от сорных примесей.

Рассмотрим операцию кручения ленты геликоидным вьюрком. Так, из [1] известно, что величина ложной крутки определяется величиной естественного кручения кривой, с которой совпадает ось ленты и определяется выражением:

$$K = 2\pi\chi. \quad (1)$$

На рис. 2 показано движение чесальной ленты диаметром d_l по внутреннему каналу диаметром d_r геликоидного неподвижного вьюрка.

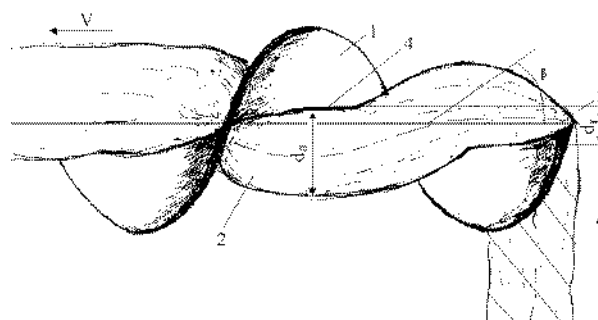


Рис. 2

Здесь 1 – геликоидный неподвижный вьюрок; 2 – лента; 3 – внутренний канал геликоида; 4 – ребро геликоида, образующее внутренний канал.

При условии $d_l > d_r$ ось ленты будет принимать форму винтовой линии, причем диаметр d_b условного цилиндра винтовой линии, с которой совпадает ось ленты будет $d_b = d_l - d_r$, или $r_b = r_l - r_r$, где r_b , r_l , r_r – радиус соответственно винтовой линии оси ленты, радиус сечения лент и радиус внутреннего канала геликоида.

Из [1] известно, что для винтовой линии естественное кручение определяется формулой:

$$\chi = \frac{\sin 2\beta}{2r} = \frac{1}{r} \sin\beta \cos\beta = \frac{h}{r^2 + h^2}, \quad (2)$$

где $\chi = \frac{K}{2\pi}$ – естественное кручение кривой, с которой совпадает ось ленты, рад/м; K – расчетная ложная крутка набегающего участка ленты, кр/м; β – угол наклона оси ленты к оси геликоида; r – радиус ус-

ловного цилиндра, на котором расположена винтовая линия оси ленты; $h = \frac{h_o}{2\pi}$ – коэффициент пропорциональности; h_o – высота витка винтовой линии.

В данном случае очевидно, что максимальное естественное кручение $\chi_{\max} = \frac{1}{2r}$ будет при $\beta = 45^\circ$. Такое состояние винтовой линии наступит тогда, когда

$$h = r. \quad (3)$$

Для того, чтобы обеспечить такое положение ленты на поверхности геликоидного вьюрка, необходимо рассчитать его параметры (рис. 2) [2], [3].

Пусть d_l, r_l – соответственно диаметр и радиус ленты; d_r, r_r – диаметр внутреннего канала геликоидного вьюрка; d_b, r_b – диаметр и радиус условного цилиндра, с винтовой линией которого совпадает ось ленты; $h_r; h_{r_o} = 2\pi h_r$ – соответственно коэффициент пропорциональности и шаг витка ребра 4 (рис. 2), образующий внутренний канал геликоидного вьюрка; $h_b; h_{b_o} = 2\pi h_b$ – соответственно коэффициент подъема и шаг винтовой линии, с которой совпадает ось продукта прядения.

Из условия для χ_{\max} должно иметь место:

$$r_b = h_b.$$

В свою очередь по рис. 2:

$$r_b = r_l - r_r \quad (4)$$

и

$$2\pi h_b = 2\pi h_r - 2r_l,$$

или

$$h_b = h_r - \frac{2r_l}{2\pi}. \quad (5)$$

Приравняв (4) и (5), получим:

$$r_l - r_r = h_r - \frac{2r_l}{2\pi}, \quad (6)$$

или

$$h_r = r_l - r_r + \frac{2r_l}{2\pi}. \quad (7)$$

Отсюда

$$h_{r_o} = 2\pi(r_l - r_r) + 2r_l, \quad (8)$$

или

$$h_{r_o} = \pi(d_l - d_r) + d_l, \quad (9)$$

или

$$h_{r_o} = \pi d_b + d_l = h_{b_o} + d_l. \quad (10)$$

Таким образом, для образования максимальной крутки в ленте геликоидным вьюрком необходимо, чтобы шаг витка h_r геликоида был равен разности длин окружностей сечения ленты и внутреннего канала геликоида $\pi(d_l - d_r)$ плюс диаметр ленты d_l .

В дальнейшем при расчете и проектировании геликоидных вьюрков это условие являлось обязательным.

Ранее были определены оптимальные параметры геликоидного вьюрка для получения максимальной крутки ленты.

Проведем исследования геликоидного вьюрка с целью определения оптимальных режимов его работы для получения максимального эффекта обеспыливания ленты.

Для этого исследовались скоростные режимы потоков воздуха, проходящего через ленту в капсуле геликоидного вьюрка (рис. 1).

Во время работы геликоидного вьюрка задавались различные режимы скорости воздуха в капсуле геликоидного вьюрка. В этом случае воздух принудительно отводился через воздухопровод в нижней части конфузора 10.

Эксперимент проводили по стандартной методике. Отходы на установленный в воздуховоде фильтр собирались в течение 1 часа. Результаты эксперимента сведены в табл. 1 и графически представлены на рис. 3 (зависимость количества выделенных отходов от скорости воздуха в капсуле).

Таблица 1

$V_{к},$ м/с	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
$C,$ мг	7,3	21,2	32,5	34,0	35,2	35,5

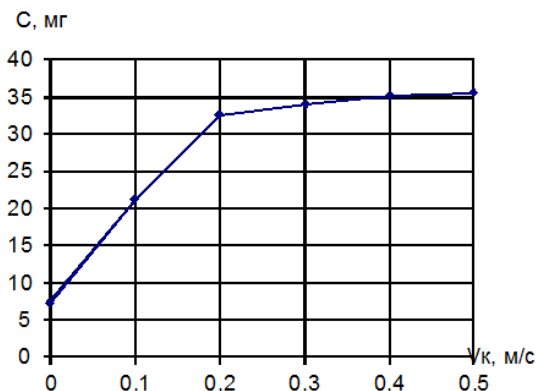


Рис. 3

Как видно из табл. 1 и графика на рис. 3, количество выделенных отходов зависит от скорости воздуха в капсуле.

Практически максимальной величины количество отходов достигает при скорости воздушного потока 0,20...0,30 м/с. Дальнейшее повышение скорости воздуха мало влияет на количество выделяемых отходов, а следовательно, нецелесообразно.

Таким образом, скорость воздуха в капсуле 0,20...0,30 м/с следует считать оптимальной.

ВЫВОДЫ

Получены оптимальные параметры геликоидного вьюрка для достижения максимальной крутки и обеспыливания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов К.Ю. Общие основы классификации и проектирования неподвижных вьюрков // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 4. С. 22...24.
2. Павлов К.Ю. Определение параметров перфорированной поверхности для обеспыливания волокнистой массы на машинах разрыхлительно-очистительного агрегата // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. С. 45...48.
3. Чистобородов Г.И. Разработка научных основ формирования текстильных материалов в процессах подачи и транспортировки: Дис. ... докт. техн. наук. – Иваново, 1997.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 04.06.13.

УДК 677. 024

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ НИТИ В ТКАНИ ПОЛОТНЯНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ

RESEARCH OF THE TREAD FORM IN PLAIN WEAVE FABRIC

А. П. ГРЕЧУХИН, В.Ю. СЕЛИВЕРСТОВ
A.P. GRECHUHIN, V.YU. SELIVERSTOV

(Костромской государственный технологический университет)
 (Kostroma State Technological University)
 E-mail: niskstu@yandex.ru

В статье представлен расчет кривой, описывающей форму нити в ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба. Сопоставлены результаты расчета формы нити в виде кусочно-непрерывной функции с микросрезами ткани и данными, полученными на основе нелинейной теории изгиба.

The paper presents the calculation of the curve describing the thread form in plain weave fabric on the basis of nonlinear theory of bending. The results of calculation of a thread form as a curve-line-curve function with fabric microsections and the data received on the basis of the bend nonlinear theory have been compared.

Ключевые слова: кусочно-непрерывная функция, нелинейная теория изгиба, изгибная жесткость, строение ткани.

Keywords: a curve-line-curve function, a bend nonlinear theory, bending stiffness, fabric structure.

Изучение и моделирование формы нити в ткани имеет практический интерес, так как позволяет прогнозировать все параметры строения ткани. Это обусловлено тем, что форма нити определяет ее длину в элементе ткани, что позволяет прогнозировать все параметры строения ткани и моделировать процессы разрушения тканых материалов, а также визуализировать их структуру [1...4], в том числе получен-

ную с помощью неразрушающих методов исследований [5], [6].

В работах [7], [8] на основе трудов авторов [9...12] предложена система уравнений (1...16 из [7]) для расчета параметров строения тканей на различных этапах формирования на основе нелинейной теории изгиба. Системы уравнений решались нами с помощью разработанного программного обеспечения [8], [13]. На выхо-

де получены параметры строения тканей на различных этапах формирования.

Целью исследований, приведенных в настоящей статье, является расчет формы нити в ткани на основе нелинейной теории изгиба, сопоставление полученных данных с микросрезами тканей и ранее проведенными исследованиями [4], [14], где форма нити в ткани для упрощения расчетов представлялась в виде кусочно-непрерывной функции.

Приведем пример расчета формы нити при ее изгибе (на примере нити основы).

Упрощенная расчетная схема изгиба нити основы в однослойной ткани полотняного переплетения [7], [9...10] представлена на рис. 1.

На рис. 1 обозначены: F_{cp} – горизонтальная составляющая силы, действующей на нить основы; P_0 – равнодействующая сила; N – сила нормального давления нитей основы и утка друг на друга; $L_y/2$ – расстояние между уточинами; $h_0/2$ – половина высоты волны изгиба нити основы в ткани;

M_A – реактивный момент; δ_0 – угол, определяющий направление оси x по отношению к направлению силы P_0 в начальной точке A [12, с. 40]; AB – средняя линия нити основы; C – точка на средней линии нити основы.

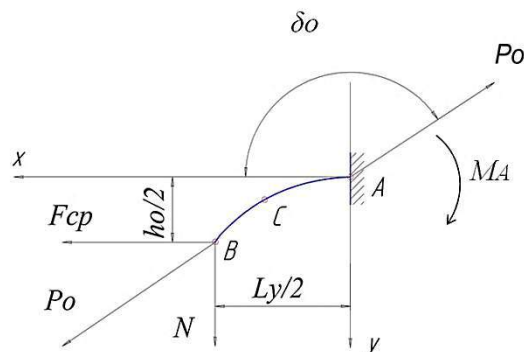


Рис. 1

Согласно [12] система уравнений для расчета формы нити примет следующий вид:

$$\frac{Y}{\ell_0} = \frac{2k(\cos(\varphi_A) - \cos(\varphi_C))}{\sqrt{\frac{P_0 \ell_0^2}{H}}} \cos(\delta_0) - \left(\frac{2 \int_{\varphi_A}^{\varphi_C} \sqrt{1 - k^2 \sin^2(\varphi)} d\varphi}{\sqrt{\frac{P_0 \ell_0^2}{H}}} - \frac{s}{\ell_0} \right) \sin(\delta_0), \quad (1)$$

$$\frac{X}{\ell_0} = \left(\frac{2 \int_{\varphi_A}^{\varphi_C} \sqrt{1 - k^2 \sin^2(\varphi)} d\varphi}{\sqrt{\frac{P_0 \ell_0^2}{H}}} - \frac{s}{\ell_0} \right) \cos(\delta_0) - \frac{2k(\cos(\varphi_A) - \cos(\varphi_C))}{\sqrt{\frac{P_0 \ell_0^2}{H}}} \sin(\delta_0) \quad (2)$$

$$\frac{s}{\ell_0} \sqrt{\frac{P_0 \ell_0^2}{H}} = \int_{\varphi_A}^{\varphi_C} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2(\varphi)}} \quad (3)$$

где ℓ_0 – половина длины нити основы в ткани; φ_A – эллиптическая амплитуда в уравнении упругой линии, описывающей нить основы в точке A ; φ_C – эллиптическая амплитуда в уравнении упругой линии, описывающей нить основы в точке на упругой линии, в которой требуется рассчитать координаты; k – эллиптический модуль в уравнении упругой линии, описывающей нить основы; H_0 – жесткость нитей основы на изгиб; s – длина дуги упругой линии от точки A до точки B ; X – те-

кущая координата по оси абсцисс; Y – текущая координата по оси ординат.

Значения параметров φ_A , k , δ_0 , ℓ_0 , P_0 известны из решения задачи по определению параметров строения ткани [7...10]. Неизвестными параметрами в системе уравнений (1...3) являются: φ_C , s , Y (так как координата X задается). Эти параметры позволяют рассчитать координаты всех точек упругой линии изогнутой нити.

Приведем пример построения средней линии нити в льняной ткани в свободном состоянии (снятой со станка). Натяжение

основной и уточной нити принимали равным нулю. Использовали в основе и в утке льняную пряжу 50 текс, плотность по утку 132 нит/10 см, по основе – 167 нит/10 см. Значения параметров для расчета следующие: $\varphi_A=1,0115$; $k=0,8342$; $\delta_0=\pi/2$; $\ell_0=0,3947$ мм; $P_0 = 0,1376$ Н; $H=0,0251$ Н·мм² (расчеты проводили по методике [7] с использованием программного обеспечения [8], [13]). Результаты расчета представлены на рис. 2 (средняя линия нити в ткани). Пунктирная линия – упругая линия нити, рассчитанная по нелинейной теории изгиба [7...13], сплошная линия – кусочно-непрерывная функция [14].

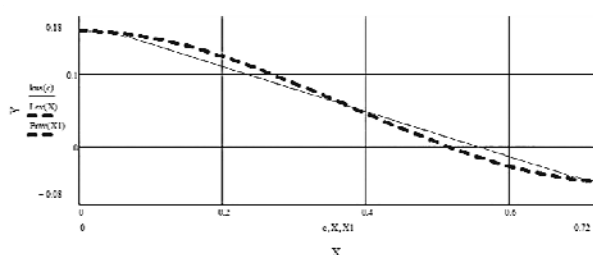
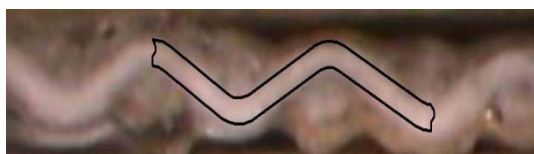


Рис. 2

Длина нити, представленной на рис. 2, составляет 0,7894 мм (для модели по нелинейной теории изгиба – 1 вариант) и 0,7858 мм (для упрощенного представле-



а)

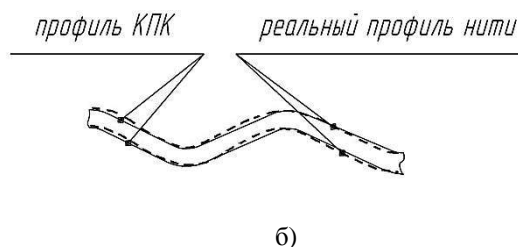
ния нити в ткани – 2 вариант). Разница между длинами нитей составляет около 0,5%. Рассчитаем уработку нитей основы (a_{01} и a_{02}) для обоих вариантов:

$$a_{01} = \frac{0,7894 - 100/132}{0,7894} \cdot 100 \% \approx 4 \%,$$

$$a_{02} = \frac{0,7858 - 100/132}{0,7858} \cdot 100 \% \approx 3,6 \%.$$

Уработка составляет 4 и 3,6% соответственно. Разница составляет 10%. При визуализации структуры ткани такое отклонение несущественно.

На рис. 3-а и б представлены микросрез ткани, кусочно-непрерывная функция (прямая линия на рис. 3-б, обозначена КПК – "кривая-прямая-кривая") и реальный профиль нити в ткани (пунктирная линия на рис. 3-б). Расчет по нелинейной теории изгиба дает более точные результаты. Однако видно, что кусочно-непрерывная функция достаточно точно ложится на профиль нити в ткани. Изогнутость реального профиля нити больше, что подтверждают расчеты, представленные на рис. 2 (форма нити в ткани).



б)

Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. Для рассматриваемой ткани длина нити, рассчитанная с использованием нелинейной теории изгиба, отличается по длине от упрощенного представления нити в виде кусочно-непрерывной функции на величину в пределах 0,5% (значения около 0,5% получены и для других рассчитываемых структур тканей). Это дает погрешность при расчете уработки нити в 10 % (максимально полученное нами отклоне-

ние составляло 15 %). При увеличении горизонтального диаметра нити погрешность снижается.

2. Сопоставление микросрезов ткани с рассчитанными кривыми, описывающими профиль нити, заработанной в ткань, показали пригодность использования этих кривых для моделирования строения нити в ткани. Использование кусочно-непрерывной функции значительно проще. Указанную модель целесообразно использовать для визуального моделирования

строения ткани, а также для визуализации структуры ткани, полученную путем неразрушающих исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ломов С. В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, № 1. С. 41...45; № 2. С. 47...50, № 3. С. 42...45.

2. Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю. Трехмерная модель формы нити в однослойной ткани полотняного переплетения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 5. С. 62...64.

3. Зайцев Д.В., Гречухин А.П. Компьютерное трехмерное моделирование строения ткани полотняного переплетения на различных этапах формирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С. 85...88.

4. Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю. Способ построения границ профиля нити в ткани с переменной плотностью расположения нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 1. С. 46...49.

5. Сокова Г.Г., Бейтина А.А. Неразрушающий метод исследования тканей хроматических цветов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 4.

6. Сокова Г.Г., Бейтина А.А., Осипов А.А. и др. Способ определения параметров переплетения при бесконтактном анализе структуры ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4С.

7. Гречухин А.П., Зайцев Д.В. Совершенствование методики прогнозирования параметров строения ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба // Научный вестник

Костромского государственного технологического университета [электронный ресурс], <http://vestnik.kstu.edu.ru/>, 12 С.

8. Зайцев Д.В., Гречухин А.П. Реализация метода расчета параметров строения ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба // Научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2012, вып. 13. С. 42...46.

9. Мельяченко Ж.В., Николаев С.Д. Взаимосвязь технологических параметров ткачества и параметров строения вырабатываемых тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991, № 1. С. 47...50.

10. Николаев С. Д., Ковалева О.В., Ликучева А.А. и др. Проектирование технологии тканей заданного строения: Монография. – М. : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007.

11. Егоров Н.В., Щербаков В.П. Новый метод расчета жесткости нити при изгибе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С. 23...27.

12. Попов Е.П. Теория и расчет гибких упругих стержней. – М. : Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит, 1986.

13. Зайцев Д.В., Гречухин А.П. Расчет параметров строения тканей полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2012612560 от 11.03.2012.

14. Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю. Способ построения профиля нити в ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С. 52...55.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 30.02.13.

УДК 677.024

РАСЧЕТ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРОЕНИЯ АРАМИДНЫХ ТКАНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР

CALCULATION OF RATIONAL PARAMETERS OF ARAMIDE FABRICS OF DIFFERENT STRUCTURE

П.Е. САФОНОВ, С.С. ЮХИН, Н.М. ЛЕВАКОВА, И.О. КОЖАНОВА
P.E. SAFONOV, S.S. YUHIN, N.M. LEVAKOVA, I.O. KOZHANOVA

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)

E-mail: office@msta.ac.ru

Статья посвящена разработке рациональных параметров строения арамидных тканей, выработанных на станках Dornier. В результате выполненной работы установлено, что большинство высокоплотных арамидных тканей полотняного переплетения имеют ПФС, близкий к VIII,

что не удовлетворяет условию равнодеформативности ткани. Предложены структуры тканей, строение которых приближено к V ПФС.

The article is devoted to development of rational parameters of aramide fabrics' structure, produced on Dornier looms. As a result of carried out work it is established that the most of high-density aramide fabrics of a plain weave have PFS close to VIII, and it does not satisfy to the condition of equal dimensional instability of a fabric. The fabric structures close to V RFS have been offered.

Ключевые слова: арамидные ткани, различные переплетения, изгиб нитей в ткани.

Keywords: aramide fabrics, different weave, fabric thread bending.

Актуальность вопроса совершенствования структур тканей для баллистической защиты на основе арамидных нитей заключается в том, что в тканях существующих структур нити основы и утка имеют различную конфигурацию в ткани и, следовательно, неодинаково воспринимают нагрузку при разрушении материала.

Существует мнение о том, что баллистическая эффективность арамидных тканей достигается за счет выполнения условия равнодеформативности [1...3]. В соответствии с данным условием ткань в направлении основы и утка должна одинаково работать при разрушении.

Однако для большинства серийных артикулов арамидных тканей наблюдается анизотропия свойств по направлению основы и утка. Объяснить неоднородность свойств тканей возможно, если принять во внимание следующий факт. Неоднородность ткани по направлению основы и утка заложена в самой структуре ткани, нити основы и утка имеют различную конфигурацию и изгиб. В большинстве серийных артикулов высокоплотных тканей нити основы имеют максимальную извитость, в то время как нить утка остается практически прямолинейной.

Таким образом, для решения проблемы повышения баллистической эффективности арамидной ткани необходимо добиться "квадратного" строения ткани, при котором нити основы и утка в элементе ткани будут одинаково изогнуты.

Для решения поставленного вопроса необходимо обратиться к методам проек-

тирования тканей по заданным параметрам, основанным на геометрической модели строения ткани (Ф.Т. Peirce [4] и Н.Г. Новиков [5]).

Таким образом, в данной работе по методике кафедры ткачества в соответствии с данными Н.Г. Новикова были определены параметры строения арамидных тканей различных переплетений. ПФС определялся по формуле (1), где значения высот волн изгиба и диаметры нитей основы и утка – экспериментально измеренные характеристики:

$$\text{ПФС} = \frac{\varphi+1}{\varphi+1}, \quad (1)$$

где φ – соотношение высот волн изгиба нити основы и утка в ткани.

Соотношение высот волн изгиба нитей может быть выражено следующим образом:

$$\varphi = \frac{h_o}{h_y} = \frac{P_o^3 E_y I_y}{P_y^3 E_o I_o}, \quad (2)$$

где P_o и P_y – плотности ткани по основе и утку, нить/дм; E_o и E_y – модули упругости основы и утка, МПа; I_o и I_y – моменты инерции эллиптических сечений основы и утка, мм⁴.

Моменты инерции эллиптических сечений нитей основы и утка определяются из соотношения:

$$I_o = 0,05d_{ов}^3 d_{ог} \text{ и } I_y = 0,05d_{ув}^3 d_{уг}. \quad (3)$$

Также известно, что высоты волн изгиба основы и утка можно определить из соотношений [6]:

$$h_o = \frac{\varphi(d_{об}+d_{уб})}{\varphi+1} \text{ и } h_y = \frac{d_{об}+d_{уб}}{\varphi+1}. \quad (4)$$

Таблица 1

Переплетение		Значение среднего диаметра нити, мм	Значения диаметров нитей, мм				I _о , мм ⁴	I _у , мм ⁴
			d _{ог}	d _{об}	d _{уг}	d _{уб}		
Арт. 8353/11	Полотно	0,445	1,017	0,286	0,714	0,189	1,19·10 ⁻³	2,41·10 ⁻⁴
Арт. 86-294-05	Полотно	0,254	0,516	0,185	0,270	0,148	1,634·10 ⁻⁴	4,376·10 ⁻⁵
	Саржа 1/5	0,248	0,395	0,162	0,395	0,150	8,397·10 ⁻⁵	6,666·10 ⁻⁵
	Саржа 3/3	0,251	0,406	0,139	0,412	0,169	5,452·10 ⁻⁵	9,943·10 ⁻⁵
	Репс уточный 3/3	0,232	0,274	0,144	0,440	0,161	4,091·10 ⁻⁵	9,181·10 ⁻⁵
	Рогожка 3/3	0,229	0,350	0,148	0,341	0,155	5,673·10 ⁻⁵	6,349·10 ⁻⁵
Атлас (R=6)	0,241	0,392	0,149	0,385	0,149	6,484·10 ⁻⁵	6,368·10 ⁻⁵	

Таблица 2

Переплетение		Плотность по основе, н/см	Плотность по утку, н/см	Высота волны изгиба основы, мм		Высота волны изгиба утка, мм		ПФС	
				эксп.	теор.	эксп.	теор.	эксп.	теор.
Арт. 8353/11	Полотно	11,2	10,5	0,327	0,381	0,07	0,094	7,6	7,42
Арт. 86-294-05	Полотно	25,5	26,5	0,190	0,269	0,03	0,064	7,9	7,46
	Саржа 1/5	28,0	32,0	0,231	0,204	0,229	0,108	5,02	6,22
	Саржа 3/3	25,0	28,0	0,137	0,134	0,151	0,174	4,81	4,48
	Репс уточный 3/3	27,0	25,0	0,021	0,08	0,233	0,225	1,66	3,09
	Рогожка 3/3	27,0	24,0	0,136	0,117	0,163	0,186	4,65	4,09
Атлас (R=6)	25,0	26,0	0,200	0,159	0,119	0,139	6,02	5,27	

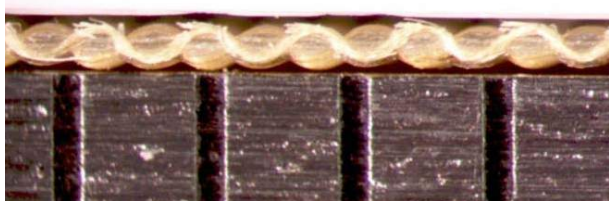
В табл. 1 представлены значения диаметров нитей основы и утка в ткани при учете деформации нити по вертикали и горизонтали и значения моментов инерции сечения нитей.

В табл. 2 представлены экспериментальные и теоретические значения высот волн изгиба основы и утка, а также значения ПФС для тканей различных структур.

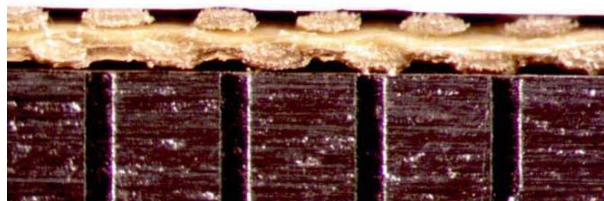
Стоит отметить, что теоретически не удалось предсказать лишь ПФС для ткани

переплетения репс уточный 3/3 (расхождение 46,3%), но для всех остальных образцов тканей расхождение расчетных и экспериментальных значений ПФС находится в пределах от 2,4 до 19,3%.

На рис. 1 и 2 в качестве примера представлены микросрезы (вдоль) арамидных тканей полотняного переплетения и саржи 3/3 соответственно; а) – нити основы; б) – нити утка.



а)



б)

Рис. 1

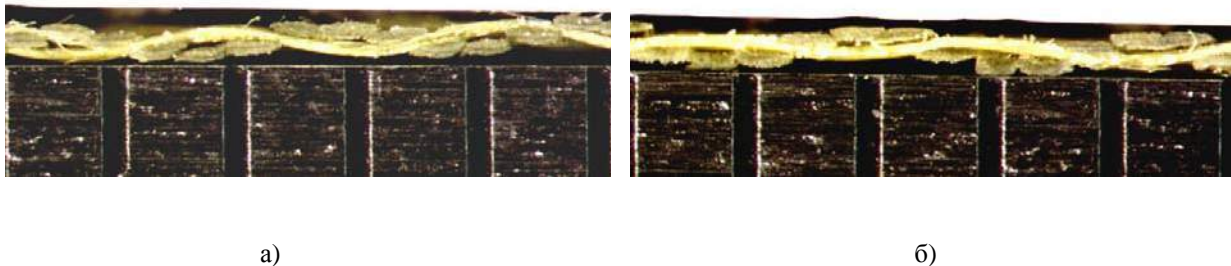


Рис. 2

Из полученных микросрезов и результатов расчета ПФС арамидных тканей различных структур следует, что ткани полотняного переплетения и репс уточный 3/3 в наименьшей степени удовлетворяют условию о равнодеформативности, так как ПФС для полотняного переплетения близок к VIII, а репса уточного 3/3 – к II. То есть для ткани полотняного переплетения свойственно практически прямолинейное расположение нити утка и максимально изогнутая нить основы, а для ткани переплетения репс уточный 3/3 – обратная ситуация: прямолинейная основа и максимально изогнутый уток.

В наибольшей степени условию о равнодеформативности удовлетворяют ткани переплетения саржа 1/5 и саржа 3/3, так как ПФС данных тканей стремятся к V, то есть квадратному строению, ткани переплетений рогожка 3/3 и неправильный атлас также по своему строению достаточно близки к пятому ПФС.

Для серийной ткани полотняного переплетения (ткань близка к VIII ПФС) в целях достижения условия равнодеформативности необходимо стремиться к V ПФС за счет изменения взаимного изгиба нитей основы и утка.

В данной работе добиться изменения взаимного изгиба нитей основы и утка в элементе ткани удалось за счет нанесения эмульсий на нити основы в процессе их перевивания с барабана ленточной сно-

вальной машины Karl Mayer на навой станка Dornier.

В качестве эмульсий были использованы два препарата. Химическая основа препарата № 1: комбинация эфиров жирных кислот, неионогенных эмульгаторов и антистатических активных веществ. Химическая основа препарата № 2: смесь минерального масла и эмульгаторов.

Далее были сделаны микросрезы образцов ткани (рис. 3 – ткань полотняного переплетения (основа обработана препаратом № 1) – срез вдоль: а) – нити основы, б) – нити утка).

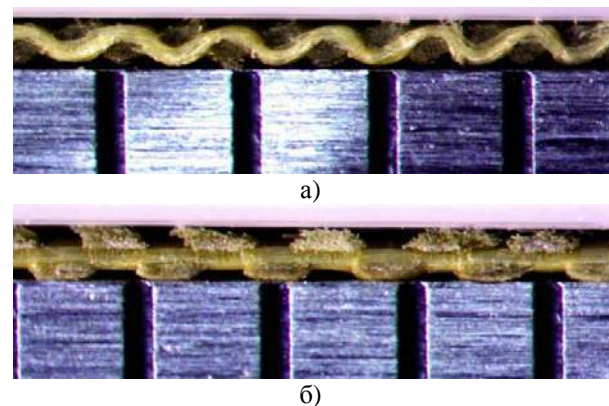


Рис. 3

В результате обработки микросрезов получены значения диаметров нитей, высот волн изгиба и ПФС ткани, они представлены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование эмульсии	Значения диаметров нитей, мм				ПФС	Высота волны изгиба, мм		Момент инерции, мм ⁴	
	d _{ог}	d _{ов}	d _{уг}	d _{ув}		h _о	h _у	I _о	I _у
Без эмульсии	0,516	0,185	0,270	0,148	7,9	0,190	0,030	1,63·10 ⁻⁴	4,38·10 ⁻⁵
Препарат №1	0,468	0,116	0,261	0,129	6,2	0,136	0,075	3,65·10 ⁻⁵	2,80·10 ⁻⁵
Препарат №2	0,432	0,152	0,281	0,153	6,8	0,144	0,054	7,59·10 ⁻⁵	5,03·10 ⁻⁵

Таким образом, в результате анализа полученных данных установлено, что ткани, нити основы которых обработаны эмульсией, существенно изменяют порядок строения. ПФС тканей с эмульсированной основой стремится к значению V , объяснение этого факта в том, что эмульсированные нити основы изменяют свою жесткость, что приводит к увеличению высоты волны изгиба утка.

В итоге получено, что ткань полотняного переплетения с более изогнутым утком и эмульсированной основой приближается к V порядку фазы строения, что в свою очередь удовлетворяет условию равнодеформативности.

ВЫВОДЫ

1. Из микросрезов арамидных тканей различных структур определены параметры строения тканей и их ПФС. Установлено, что в наибольшей степени условию о равнодеформативности удовлетворяют ткани переплетения саржа 1/5 и саржа 3/3, так как ПФС данных тканей стремится к V .

2. Для серийной ткани полотняного переплетения в целях достижения условия

равнодеформативности была произведена операция эмульсирования нитей основы. Получено, что ПФС тканей полотняного переплетения с эмульсированной основой стремится к значению V .

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2126856 Российская Федерация D03D15/00. Ткань для баллистической защиты. Бова В.Г. и др. 16.05.1997.

2. Пат. 2175035 Российская Федерация D03D15/00, F41H1/02. Ткань для баллистической защиты и баллистический тканевой пакет на ее основе. Бова В.Г. и др. 30.12.1999.

3. Григорян В.А., Кобылкин И.Ф., Маринин В.М., Чистяков Е.Н. Материалы и защитные структуры для локального и индивидуального бронирования / Под. ред. Григоряна В.А. – М.: Изд. РадиоСофт, 2008.

4. Peirce F.T. J Text. Inst. – 1937, 28, Т.45.

5. Новиков Н.Г. О строении и проектировании ткани с помощью геометрического метода // Текстильная промышленность. – 1988, №1. С.57...58.

6. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2003.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 23.09.13.

УДК 66.067.12

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ

THE ANALYSIS OF TEXTILE FILTERS USED IN AIR FILTRATION

Л.Я. СУХОТЕРИН, А.И. ПАНИН, И.В. РЫБАУЛИНА, А.А. КАЛМЫКОВ, А. С. НИКОЛАЕВ
L.YA. SUHOTERIN, A.I. PANIN, I.V. RYBAULINA, A.A. KALMYKOV, A.S. NIKOLAEV

(Дмитровградский инженерно-технологический институт - филиал
Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ",
Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Dimitrovgrad Institute of Industrial Engineering (the branch)
of National Research Nuclear University "MEPhI";
Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: Panin79@yandex.ru

Работа многих промышленных предприятий сопряжена с технологическими процессами, связанными с выделением пыли или газозводушных смесей. Поэтому требования экологической безопасности обуславливают

применение новых, высокоэффективных средств очистки воздуха для сохранения чистоты атмосферы, особенно в густонаселенных регионах.

Operation of many industrial enterprises is interfaced with technological processes related to release of dust or gas-air mixtures. Therefore, the requirements of environmental safety cause the use of new, high-efficient air cleaning equipment for keeping the atmosphere clean, especially in densely populated regions.

Ключевые слова: текстильные фильтры, фильтрация, очистка воздуха.

Keywords: textile filters, filtration, air filtration.

В настоящее время широкое применение получили текстильные фильтры различной структуры, основная задача которых состоит в обеспечении минимальных пылегазовых выбросов с тем, чтобы не превышать предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздушной среде.

В текстильных фильтрах насыщенные пылью промышленные газы или воздух аспирации проходят через структуру текстильного полотна, состоящего из нитей, по межволоконному пространству.

При этом на поверхности фильтра образуется слой пылевого осадка, который становится дополнительной фильтровальной перегородкой.

Структура осадка и его толщина, а следовательно, и фильтровальные свойства зависят от целого ряда факторов, таких как:

- структура и плотность переплетения тканых полотен;
- структура и удельная плотность нетканых материалов и намоток;
- вид нитей основы и утка, используемых в переплетении (наружного слоя при многослойных фильтровальных тканях);
- структура и качественный состав пыли;
- размеры микрочастиц пыли и их форма;
- время работы (текстильного фильтра или фильтровальной ткани) до регенерации;
- величина давления на внешней поверхности фильтровальной перегородки и т.д.

В зависимости от вида волокнистого материала, дисперсности частиц пыли и скорости фильтрации в них преобладает броуновская диффузия, эффект касания, а

также инерционное осаждение или седиментация на поверхности волокон, из которых изготовлены нити в полотне [1]. При постоянной скорости фильтрации воздуха или газовой смеси происходит существенное возрастание гидравлического сопротивления, что и обусловлено образованием пылевого осадка.

В данном случае для изучения механизма фильтрации высокозапыленного воздуха (когда запыленность $z > 1 \text{ г/м}^3$) различными плотными фильтровальными полотнами была исследована зависимость гидравлического сопротивления текстильного фильтра и концентрации пыли за ним от толщины пылевого слоя.

Исследования проводились в лаборатории ДИТИ НИЯУ "МИФИ" на специально изготовленном стенде, схема которого приведена на рис. 1.

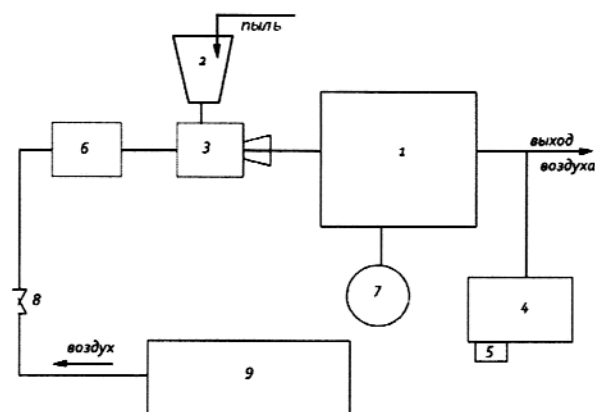


Рис. 1

Исследуемые фильтровальные полотна на рамке вставлялись в корпус фильтра 1. Из пыленагнетателя 2, оснащенного эжек-

тором 3, поток запыленного воздуха направлялся на фильтр.

Нефелометр 4 позволял определять качественные изменения концентрации пыли за фильтром. По воздуховоду 5 воздушно-пылевая смесь подавалась на реометр 6, который использовался для замера расхода воздуха, а манометром 7 фиксировалось изменение сопротивления на фильтровальной перегородке. Расход пылевоздушной смеси регулировался краном 8 подачи воздуха от компрессора 9.

В ходе эксперимента исследовались два вида фильтровальных тканей, сформированных полотняным и саржевым переплетениями из полиэфирных нитей с плотностями по основе и утку соответственно: а) $P_0=P_y=76$ н/дм и б) $P_0=76$ н/дм; $P_y=84$ н/дм, поверхностная плотность тканей соответственно составляла $P_1=160$ г/м², $P_2=140$ г/м², а также нетканое полотно и сомкнутая намотка фильтра.

В качестве текстильного фильтра исследовалось нетканое иглопробивное полотно, изготовленное из полиэфирных волокон на тканом каркасе. Волокнистый холст нетканого полотна был сформирован из смеси полиэфирных волокон линейной плотности 0,84 текс и полиэфирных волокон линейной плотности 0,33 текс в соотношении 20 и 80% соответственно. Волокнистый холст наносился на тканый каркас на иглопробивном агрегате АИН-1800М. Каркасная ткань полотняного переплете-

ния вырабатывалась из полиэфирных комплексных нитей линейной плотности основы и утка по $T_0=T_y=111$ текс.

Поверхностная плотность составляла 110 г/м². Плотность каркасной ткани составляла по основе $P_0=50$ н/дм; а по утку $P_y=46$ н/дм.

В качестве намоточного фильтра использовалась сомкнутая намотка полиэфирных нитей на перфорированный каркас. Линейная плотность нити составляла 130 текс. Удельная плотность намотки γ составляла 0,62 г/м². Поверхностная плотность $P=150$ г/м². Намотка формировалась на мотальной машине Georg SAHM (Германия) на перфорированный сетчатый каркас из оцинкованной проволоки 10x10 мм.

Фильтровальные ткани и нетканое полотно помещались в корпус фильтра и с помощью нефелометра определялись оптические плотности осадка, состоящего из смоделированной цементной пыли, в зависимости от его толщины, пылевого слоя h .

Скорость пылевоздушного потока выбиралась постоянной и составляла 0,6 м/мин при запыленности $z = 5$ г/м³.

На рис. 2 представлены графики зависимостей $O_n = f(h)$ и $\Delta P = f(p)$. На рис. 2-а – зависимости гидравлического сопротивления цементной пыли и оптической плотности осадка, формируемого на фильтровальных перегородках, созданных намоткой и нетканым способом.

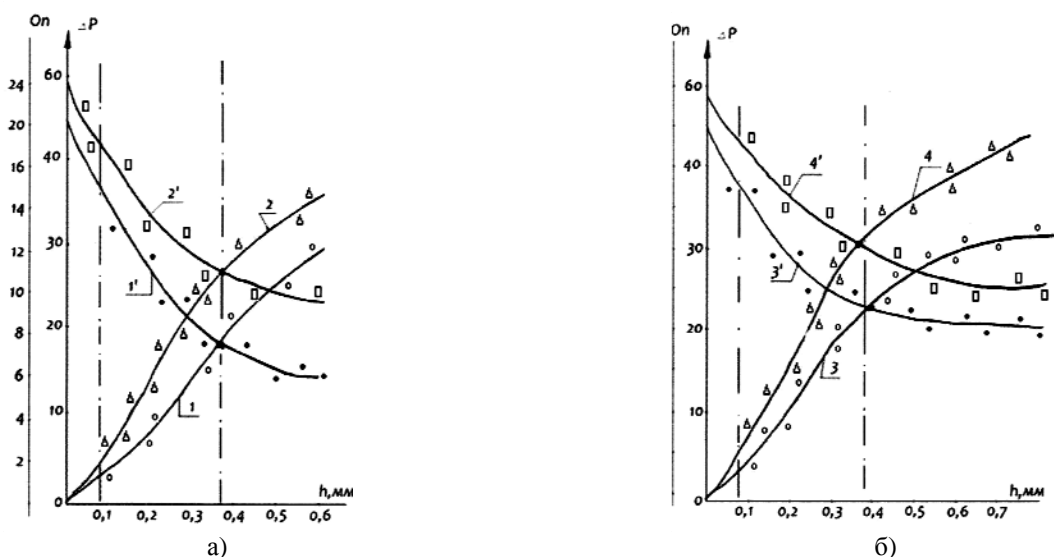


Рис. 2

На рис. 2-б – данные зависимости для тканей полотняного и саржевого переплетений соответственно:

1 и 1' – для фильтра, сформированного сомкнутой намоткой;

2 и 2' – для нетканого полотна (иглопробивного);

3 и 3' – для ткани саржевого переплетения;

4 и 4' – для ткани полотняного переплетения.

Анализ полученных зависимостей показывает, что во всех четырех случаях процесс фильтрации имеет три фазы формирования осадка:

– первая фаза – формирование первичного слоя осадка на поверхности фильтровальной перегородки. Данная фаза характеризуется относительно высоким проскоком мелких частиц пыли через фильтровальную перегородку и незначительным ростом гидравлического сопротивления фильтра. В этой фазе происходит осаждение крупных частиц пыли на нитях и волокнах, а также зацепление их друг за друга с образованием сложных конфигураций (дендридов) осадка. Данная фаза длится короткое время;

– вторая фаза более продолжительная и связана с формированием элементарного фильтрующего слоя осадка пылевых частиц. На данной стадии дендриды, смыкаясь друг с другом, образуют единый пылевой слой, являющийся дополнительной фильтровальной перегородкой, которая обеспечивает улавливание мелкодисперсной пыли. В этой фазе происходит быстрое нарастание гидравлического сопротивления фильтра вследствие уменьшения сечения пор. Проскок микрочастиц пыли резко снижается. Завершение данной фазы определяется моментом установления постоянного значения оптической плотности воздуха за фильтром. Обычно толщина пылевого слоя в этот период достигает 0,3 мм, но зависит от структуры пылевых частиц и их концентрации, а главное – от структуры текстильной фильтровальной перегородки (пористости и воздухопроницаемости ткани, нетканого материала или намотки);

– третья фаза соответствует стабильному процессу фильтрации через пылевой слой, увеличивающийся в размерах, но со-

храняющий примерно постоянную пропускную способность. Гидравлическое сопротивление фильтра в данной фазе нарастает линейно.

Проскок микрочастиц пыли через фильтр на данной стадии невысок и связан с перемещением их в слое осадка пыли, что обусловлено перераспределением давления внутри слоя, однако, как показывают исследования, проход их через весь пылевой слой маловероятен.

Очевидно, что достижения высокой эффективности фильтров будет зависеть от ее структуры и способности сохранять первоначальный пылевой слой при регенерации.

ВЫВОДЫ

1. Наряду с фильтровальной перегородкой из текстильного волокнистого материала в процессе очистки воздуха от пыли принимает участие и сам пылевой осадок, формируемый в виде дендридов на поверхности фильтра.

2. Эффективность очистки воздуха от пыли и величина гидравлического сопротивления фильтровальных перегородок из текстильных материалов определяется их структурой (начальной пористостью и воздухопроницаемостью), а также видом используемых волокон.

3. Как показали теоретические и экспериментальные исследования, использование намоток сомкнутой структуры на перфорированный проволочный (сетчатый) каркас обеспечивает более высокую эффективность очистки воздуха от пыли при меньшем перепаде давления на фильтре, а следовательно, и меньших энергозатратах по сравнению с другими текстильными материалами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин И.Н. и др. Текстильные фильтры. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009. С. 128.

2. Жужиков В.А. Фильтрация. – М.: Химия, 1968.

Рекомендована кафедрой ткачества МГУДТ.
Поступила 05.06.13.

УДК 677;547.979.733

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНГИСТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН,
ОКРАШЕННЫХ ПРЯМЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ**

**RESEARCH OF FUNGISTATIC PROPERTIES OF FLAX FIBERS
DYED BY DIRECT DYES**

В.А. ЛОГИНОВА, А.В. ЧЕШКОВА, Р.А. БАДАУКАЙТЕ, Г.П. ШАПОШНИКОВ
V.A. LOGINOVA, A.V. CHESHKOVA, R.A. BADAUKAJTE, G.P. SHAPOSHNIKOV
(Научно-исследовательский институт макрогетероциклических соединений
Ивановского государственного химико-технологического университета)
(RI of MHCC of Ivanovo State University of Chemistry and Technology)
E-mail: ttoc@isuct.ru

В данной работе проведены исследования фунгистатических свойств фталоцианинов кобальта тетрасульфозамещенного (1) и с фрагментами 1-п-сульфофенил-3-метил-5-окси-пиразола (2), нанесенных на льняные материалы. Установлено, что волокна неотбеленного ферментативно модифицированного льна, окрашенные красителем (2), проявляют фунгистатическую активность, вплоть до полного прекращения роста спор, а также более низкую степень биоповреждения по сравнению с неокрашенными или окрашенными тетрасульфотфалоцианином кобальта (1) волокнами льна и хлопковой ваты.

The article presents the research of fungistatic properties of cobalt phthalocyanines with four sulfogroups (1) and 1-p-sulfophenyl-3-methyl-5-oxypyrazole fragments (2) applied to flax materials. It has been established that the fibers of unbleached enzymatically modified flax, died by the dye (2), display fungistatic activity up to full stop of spores growth, as well as a lower biodamage degree in comparison with undyed flax fibers or dyed ones by tetrasulfosubstituted cobalt phthalocyanine (1).

Ключевые слова: краситель, фталоцианин, фунгистатическая активность, биоповреждение, льняное волокно.

Keywords: a dye, phthalocyanine, fungistatic activity, biodamage, a flax fiber.

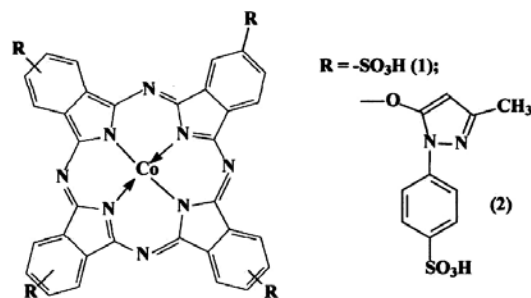
В настоящее время большое внимание привлекает проблема создания нетканых и

трикотажных материалов с антимикробными свойствами, то есть материалов, ус-

тойчивых к биоповреждениям, способных задерживать развитие микроорганизмов или вызывать их гибель [1], [2]. Особенно востребованы материалы с антигрибковыми свойствами, которые широко применяются в медицине, обувной промышленности, для производства чулочно-носочных изделий и нетканых материалов. Известные на сегодняшний день препараты для придания волокнистым материалам антимикробных свойств зачастую либо не позволяют достичь устойчивого антимикробного эффекта, сохраняющегося после длительных и многократных мокрых обработок и химических чисток, либо достаточно дороги для широкого применения в производстве текстиля. Поэтому исследования, направленные на поиск эффективных, но, в то же время, дешевых и безопасных способов придания биоцидных свойств, являются весьма актуальными и своевременными.

Большой интерес представляет сочетание процесса крашения и придания биоцидных свойств, причем выбор красителя во многом определяет биостойкость волокнистых материалов [3]. Известен достаточно широкий ряд красителей, обладающих антимикробной активностью на волокне. Особо интересным классом с этой точки зрения являются прямые красители, которые широко применяются при колорировании трикотажных материалов и изделий. Не все красители, обладающие антибактериальным действием, придают устойчивость к действию плесневых грибов.

В работе использованы красители тетра-(4-сульфо)фталоцианин кобальта (1), синтезированный по известной методике [4], и тетра-{4-[(3'-метил-1'-п-сульфобензил-1'-Н-пиразол-5'-ил)окси]}фталоцианин кобальта (2), синтез которого проводили в лаборатории кафедры ТТОС ИГХТУ. Полученный краситель (2) представляет собой порошок темно-синего цвета, растворимый в воде, ДМФА, водных растворах щелочей, концентрированной серной кислоте.



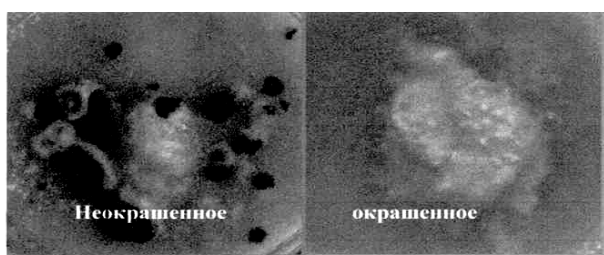
В качестве объектов крашения выбраны перспективные льняные материалы в виде котонина, пригодного для формирования как тканых, так и трикотажных изделий. Для сравнения использовали: котонин, полученный способом ферментативной котонизации с промывкой и без промывки с последующим механическим разволокнением, отбеленное льноволокно (льняная вата) и хлопковая вата медицинская гигроскопическая [5]. Крашение волокон прямыми красителями осуществляли периодическим способом при концентрации красителя в волокне 0,5 и 1 г/л [6]. На окрашенных и неокрашенных образцах проводили оценку противогнилостной активности ("Похоронный тест" EN ISO 11721-1) с последующим измерением сокращения длины волокон. Фунгицидная активность льняного волокна определялась по методике, представленной в работе [3]. Заражение предварительно стерилизованных образцов осуществляли путем их пропитки в мясопептонном бульоне, со смешанной микрофлорой, предварительно культивированной на питательной среде. После заражения образцы выдерживали при $29 \pm 0,2^\circ\text{C}$ и влажности 98...100%, в течение 5 суток. Коэффициент замедления роста рассчитывали по формуле:

$$K = L_0 / L_k,$$

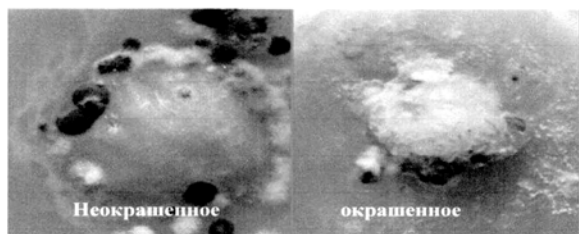
где L_0 – длительность (ч) развития спор до момента появления стадии ветвления в контроле; L_k – то же, на опытных образцах [2].

Полученные результаты (рис. 1 – фотографии волокон после 5 суток микробиологического воздействия смешанной микро-

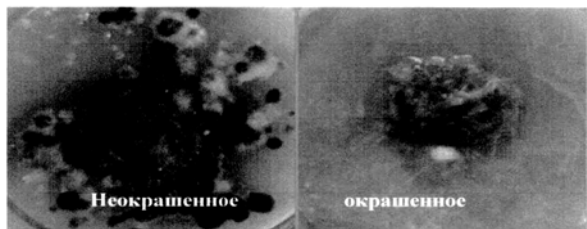
флоры: а – льняного волокна окислительной варки (вата), б – хлопкового волокна, в – котонина, полученного по ферментативной технологии котонизации без промывки; крашение тетра-{4-[(3'-метил-1'-п-сульфобензил-1'-Н-пиразол-5'-ил)окси]}-фталоцианином кобальта проводилось с концентрацией в растворе 0,5 г/л показали, что крашение существенно влияет на устойчивость волокна к развитию смешанной микрофлоры, включающей спектр микробных культур, считающихся условно патогенными: *Aspergillus niger* и *flavus*, *Mucor* и *Penicillium*. Максимально активное разрастание мицелия, состоящего из ветвящихся нитей (гиф) и конидиеносцев, как на поверхности волокна, так и в растворе, а также сокращение длины волокна после воздействия почвенной микрофлоры наблюдалось для неокрашенного котонина льна (табл.1).



а)



б)



в)

Рис. 1

Это связано с наличием питательной среды в виде пектиновых веществ, геми-

целлюлоз, которые не удаляются полностью в процессе механической котонизации. Ферментная котонизация с промывкой значительно увеличивает защитные свойства волокна. Исключение промывки из технологического режима котонизации приводит к снижению устойчивости волокна к действию микрофлоры как в растворе, так и в почве. Это связано с сохранением питательных веществ, необходимых для развития микроорганизмов. Более того, в результате ферментативного гидролиза наличие в субстрате разрушенных не целлюлозных полисахаридов активизирует микробиологические процессы. Коэффициент замедления роста микрофлоры в этом случае в 2 раза ниже результата для ферментной технологии с промывкой.

Повышение защитных свойств котонина льна, полученного по рациональной и сокращенной технологии ферментативной котонизации без промывки решалось путем крашения. При сравнительной оценке выявлено, что крашение волокон способствует подавлению роста мицелия как в случае хлопкового волокна, так и котонина различных способов котонизации: в случае ферментативно модифицированного котонина льна, полученного по технологии без промывки, наблюдается образование зоны подавления роста спор, для льняной отбеленной ваты полное прекращение роста мицелия. Крашение хлопкового волокна дает лишь незначительное повышение защитных свойств (рис. 1-а...в).

Дополнительную информацию о степени устойчивости волокон к микробиологическому воздействию дает оценка длины волокон. Показано, что в процессе 4-недельного воздействия почвенной микрофлоры (*Lenzites trabea*, *Poria monticola*, *Piptoporus betulinus*) происходит в той или иной степени нарушение целостности комплексного волокна. Установлено, что для волокон, окрашенных пиразолсодержащим фталоцианином кобальта (2), сокращение длины волокон происходит в меньшей степени, чем для исходных образцов и окрашенных красителем тетра-(4-сульфо)фталоцианином кобальта (1)

(табл.1 – значения снижения длины неокрашенных и окрашенных прямыми красителями волокон льна и хлопка после биоповреждения). Повреждение волокна после биовоздействия минимально для окрашенного котонина, полученного по ферментной технологии без промывки. Видимо, этот эффект обусловлен взаимо-

усилением биоцидных свойств красителя и лигнинного компонента, содержание которого в волокне по сравнению с другими образцами максимально (до 5...5,5%). Предполагается, что фунгистатическая активность красителя (2) связана с ингибированием ферментов, продуцируемых грибами.

Т а б л и ц а 1

Краситель	Сокращение длины волокна после биоповреждения, %		
	льняная вата	ферментная технология кotonизации с промывкой	ферментная технология кotonизации без промывки
Биоповреждение микрофлорой, выращенной на мясopептонном бульоне, 5 суток			
Не окрашенный	49	37	38
Краситель 1	49	37	30
Краситель 2	47	30	18
Микробиологическое воздействие почвенной микрофлоры (4 недели)			
Не окрашенный	90	77	88
Краситель 1	90	76	68
Краситель 2	81	69	39

В табл. 2 показаны коэффициенты замедления роста смешанной микрофлоры (*Aspergillus niger* Teigh, *Aspergillus flavus* Link, *Penicillium chrysogenum* Thorn,

Ulocladium ilici) на льноволокнах в зависимости от способа их обработки и типа красителя.

Т а б л и ц а 2

Технология обработки льна, кotonизации	Коэффициент замедления роста К
Контрольный опыт (механическое разволокнение без обработки)	1/0,90/0,88
Ферментная обработка (промывкой)	0,16/0,15/0,10
Ферментная обработка (без промывки)	0,33/0,25/0,10
Окислительная варка (льняная вата)	0,18/0,12/0,05

П р и м е ч а н и е. * Первая цифра – образец без крашения, вторая – крашение красителем (1), 3 – крашение красителем (2).

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования показали, что волокна льна, окрашенные фталоцианином кобальта с фрагментами 1-п-сульфофенил-3-метил-5-оксипиразола (2) проявляют высокую фунгистатическую активность. Данный краситель может быть рекомендован к использованию при крашении неотбеленных волокон льна для придания им защитных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мишаков В.Ю., Макарова Н.А., Бузов Б.А., Замела Б.В. Современные антимикробные материалы на текстильных носителях. // Текстильная промышленность. – 2002, № 2. С. 32...33.

2. Савинкин А.В., Горчакова В.М., Измайлов Б.А., Осокина О.А. Создание полифункциональных антимикробных нетканых материалов. Методы оценки их свойств // Сб. научн. тр.: Актуальные проблемы технологии нетканых текстильных материалов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005.

3. Ушкаров В.И., Кобраков К.И., Алафинов А.Л., Станкевич Г.С., Шевелев С.А. Красители на основе метилфлороглюцина для химических волокон // Химические волокна. – 2006, № 3. С. 8...10.

4. Майзлии В.Е., Мочалова Н.Л., Снегирева Ф.П., Бородин В.Ф. Синтез и спектральные свойства сульфокислот макрогетероциклических соединений и их металлокомплексов // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 1986. Т29. Вып. 1. С. 3...20.

5. Карев А.С., Чешкова А.В., Белякова Т.Н., Захарова И.М., Воронин А.М. Влияние влажности короткого льняного волокна на процесс ферментативно - механической кotonизации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 7. С. 64...67.

УДК 677.027.423+677.027.622

**СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
В ПРОЦЕССАХ МАЛОСМИНАЕМОЙ ОТДЕЛКИ ЛЬНА
В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ**

**SYNERGY EFFECT IN THE PROCESSES
OF FLAX UNCRUMPLE TREATMENT
WITH POLYCARBOXYLIC ACIDS**

А.Е. ТРЕТЬЯКОВА, В.В. САФОНОВ, Е.В.МОЛЧАНОВА
A.E. TRETYAKOVA, V.V. SAFONOV, E.V. MOLCHANOVA

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: svv@staff.msta.ac.ru

В работе рассматривается проблема придания относительной устойчивости к смятию текстильных изделий из льна, волокна, обладающего уникальными гигиеническими свойствами, но быстро теряющему привлекательный вид из-за неспособности долго держать форму готового изделия. Особенность разработанной технологии заключается в отсутствии выделяющегося формальдегида и возможности совмещения с процессом крашения, что позволяет снизить не только расходы на химические материалы, но и на энерго- и трудозатраты.

The paper deals with the problem of giving relative stability to wrinkling of textile products from flax which is the fiber having unique hygienic properties but which loses quickly attractiveness because it can not keep shape of a ready-made garment for a long time. Advantage of the given technology is in the lack of exuded formaldehyde and in the possibility of combining with the process of dyeing, which reduces not only the costs for chemicals, but also for energy and labor costs.

Ключевые слова: лен, малосминаемая отделка, поликарбонные кислоты, катализаторы, прямые красители.

Keywords: flax, uncrumple finish, polycarboxylic acids, catalysts, direct dyes.

Лен – источник уникальных свойств и качества, обладает высокой гигиеничностью, гигроскопичностью, привлекательными внешними данными. Из льна изготавливается огромное по ассортименту количество текстильных изделий, отвечающих модным тенденциям многих сезонов [1], [2].

Наряду с ценными свойствами льна имеется и основной недостаток – изделия из льна подвержены смятию. Эту проблему решают различными путями:

– изготавливают смесовые ткани, в состав которых включают полиэфирные нити, устойчивые к смятию. Такой путь мо-

жет привести к тому, что ткани изо льна частично теряют свои ценные качества;

– аппретирование составами на основе предконденсатов терморезистивных смол, но в этом случае страдает экологическая обстановка окружающей среды, поскольку выделяется формальдегид;

– аппретирование кремнийсодержащими латексами, с помощью которых можно придать еще и дополнительные свойства, такие как гидрофобность. Но такой способ является дорогостоящим.

В настоящей работе предлагается совместить два процесса – крашение и заключительную малосминаемую отделку льна при помощи использования органических поликарбоновых кислот [3]. Обзор литературы и проводимые эксперименты выявили, что введение в красильную ванну поликарбоновых кислот способствует повышению таких показателей, как окрашиваемость и малосминаемость, изменение грифа ткани и ее прочностных характеристик [4...8].

На основании анализа литературных данных и проведенных экспериментов предполагается, что поликарбоновые кислоты "сшивают" путем этерификации линейные макромолекулы целлюлозы эфирных мостиков в структуре целлюлозы. Тем самым линейная структура полимера приближается к упругому трехмерному состоянию, схожему с белковыми волокнами, например, кератин шерсти.

Преимущество ряда поликарбоновых кислот – это доступность, дешевизна и экологическая безопасность, так как в отличие от традиционных N-метилольных соединений не выделяется токсичный формальдегид.

В работе использовались двухосновные кислоты: янтарная и адипиновая, кроме того, для сравнения результатов экспериментов взята непредельная двухосновная малеиновая кислота. Эти кислоты и их производные традиционно используют в синтезе различных полимеров, в том числе волокнообразующих – полиамида (адипиновая кислота), полиэфира (малеиновый ангидрид).

Крашение льняной ткани осуществлялось прямыми красителями. Исходя из этого соображения, можно изучить влияние поликарбоновых кислот на прочность получаемой окраски этих красителей, неустойчивых, в первую очередь, к стиркам.

Для того чтобы произошла реакция межмолекулярного взаимодействия между кислотами и целлюлозой, взят ряд различных катализаторов – минеральных солей: NaH_2PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и MgCl_2 . Действие катализаторов, связано с тем, что процесс "сшивки" или этерификации целлюлозы происходит через промежуточное образование линейного или циклического ангидрида путем реакции присоединения, далее катализатор высвобождается в исходное состояние, а на целлюлозе образуется эфирный мостик.

Исследования проводили по четырем критериям: определение характера влияния исследуемых систем поликарбоновые кислоты – катализатор на параметры окрашиваемости, на устойчивость к смятию, жесткость текстильного материала и определение физико-механической прочности льняной ткани.

Кривые зависимостей исследуемых параметров от влияния исследуемых добавок выстраивались на основании трендов, представляющих собой среднеквадратичное отклонение от экспериментальных точек с достоверностью аппроксимации не менее 0,5.

Окрашиваемость оценивалась с помощью коэффициента Гуревича-Кубелки-Мунка относительно эталона, окрашенного образца без исследуемых добавок.

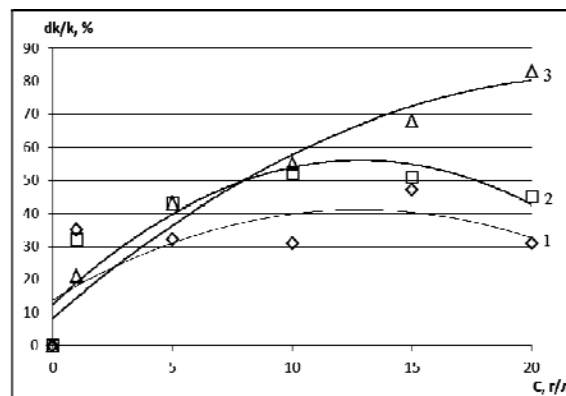


Рис. 1

Первая серия эксперимента посвящена изучению влияния отдельных поликарбонновых кислот на интенсивность окраски (рис. 1 – влияние янтарной кислоты на крашиваемость льна прямым синим светопрочным: 1 – NaH_2PO_4 , 2 – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 3 – MgCl_2). Видно, что введение янтарной кислоты приводит к повышению крашиваемости до 85%; в случае адипиновой кислоты в крашении прямым синим светопрочным крашиваемость повышается до 60%; при использовании малеиновой кислоты интенсивность окраски возрастает до 70%. В случае другого красителя, прямого желтого светопрочного К можно выделить ряд эффективности действия кислот: адипиновая кислота (80...140%) > малеиновая кислота (140%) > янтарная кислота (90...160%).

На основании проведенных серий крашения прямыми красителями выявлен ряд эффективности влияния катализаторов, которая уменьшается в следующем порядке $\text{MgCl}_2 > (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 > \text{NaH}_2\text{PO}_4$.

Во второй серии крашения использовали смесь кислот, так как поставлен вопрос о возможности присутствия синергического эффекта. В качестве катализаторов взяты наиболее эффективные соли NaH_2PO_4 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

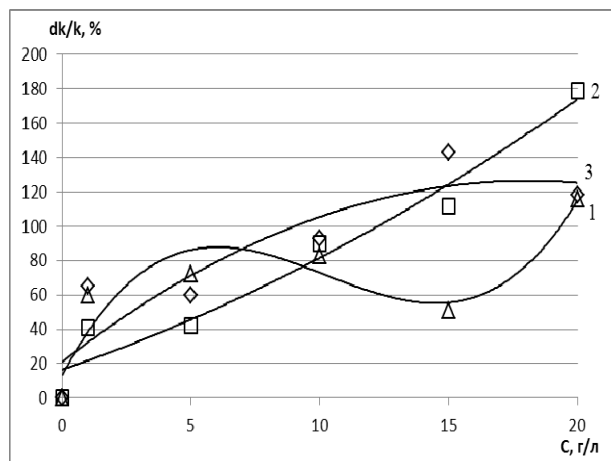


Рис. 2

Как показано на рис. 2 (влияние системы "две кислоты – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ " на крашиваемость льна прямым желтым светопрочным К: 1 – янтарная кислота, адипиновая кислота, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 2 – малеиновая

кислота, адипиновая кислота, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 3 – янтарная кислота, малеиновая кислота, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), крашиваемость увеличивается до 100...180%, что превышает действие каждой кислоты в отдельности. В данном случае можно предположить появление синергизма совместного влияния смесей кислот.

Малосминаемые свойства льняной ткани оценивались по относительной характеристике (ОСУР – относительный суммарный угол раскрытия складки, рассчитанный из соотношения суммарных углов раскрытия складки образца и эталона), которая позволяет оценить способность ткани восстановить форму после снятия нагрузки относительно эталона.

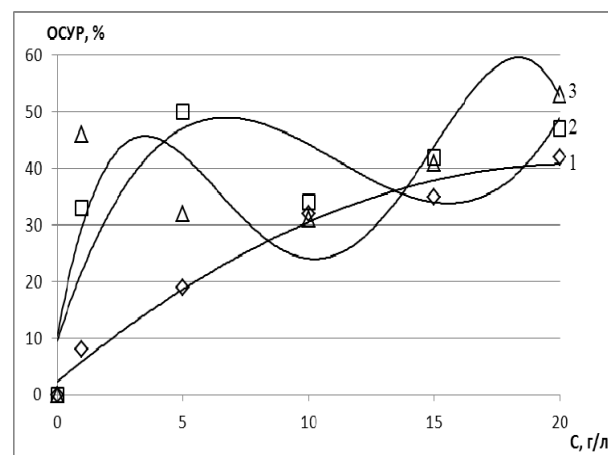


Рис. 3

Из рис. 3 (влияние янтарной кислоты на малосминаемые свойства льна, окрашенного прямым синим светопрочным: 1 – NaH_2PO_4 , 2 – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 3 – MgCl_2) видно, что введение системы янтарная кислота – катализатор способствует повышению устойчивости к смятию до 45...57%, при этом во всех случаях прослеживается возрастающий характер кривых. При введении других кислот – адипиновой и малеиновой – увеличение малосминаемости составляет 15...55%. Следует отметить, что наиболее эффективно внесение в красильную ванну систем адипиновая кислота – NaH_2PO_4 или $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и малеиновая кислота – NaH_2PO_4 или MgCl_2 .

В процессе крашения льна прямым желтым светопрочным К можно опреде-

лить, что введение янтарной кислоты увеличивает показатель малосминаемости на 30...50%, введение адипиновой кислоты – на 35%, а малеиновая кислота является наиболее эффективной, так как позволяет повысить устойчивость к смятию до 60%.

Анализ влияния смесей кислот также показал синергизм влияния систем кислота – кислота – катализатор, то есть показатель ОСУР несколько возрос, но в меньшей степени, чем при оценке окрашиваемости.

Как следствие, повышение малосминаемости влечет за собой изменение грифа текстильных материалов, как правило, в сторону увеличения жесткости.

В данной работе жесткость EI ($\text{мкН}\cdot\text{см}^2$), как и все анализируемые показатели, также оценивалась относительно эталонного образца.

При использовании янтарной кислоты максимальная жесткость достигается в присутствии $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 80%, а минимальная – при наличии MgCl_2 – 20%. Адипиновая кислота "усредняет" действие катализаторов относительно параметра жесткости, достигается увеличение жесткости на 60%. Катализаторы, участвующие в сшивке малеиновой кислоты, напротив, позволяют увеличивать гриф ткани по-разному: MgCl_2 – на 70%, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – на 40% и NaH_2PO_4 – на 25%.

Анализ жесткости образцов, окрашенных прямыми красителями, показал варьирование показателя в зависимости от природы кислоты и катализатора, то есть можно получить при различном концентрационном соотношении разнонаправленный гриф.

Целлюлозные материалы, в том числе и льняные ткани, подвергаются в процессе обработки ряду агрессивных факторов, которые могут снизить прочность волокна: кислая среда, высокая температура обработки, кроме того, повышенная жесткость текстильного материала влечет за собой, как правило, его хрупкость.

В связи с этим проведено исследование окрашенных льняных тканей в присутствии систем поликарбонатовая кислота – ка-

тализатор с точки зрения механической прочности с позиции разрывной нагрузки.

Анализ экспериментов показал, что в случае образцов, окрашенных прямыми красителями в присутствии поликарбонатовых кислот, происходит увеличение разрывной нагрузки на 100...185%, как представлено на рис. 4 – влияние малеиновой кислоты на разрывную нагрузку льняной ткани, окрашенной прямым желтым светопрочным К: 1 – NaH_2PO_4 , 2 – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 3 – MgCl_2 . Этот вывод представляется принципиальным, так как при малосминаемой отделке традиционными N-метилгольными соединениями наблюдается значительная потеря прочности (до 50%).

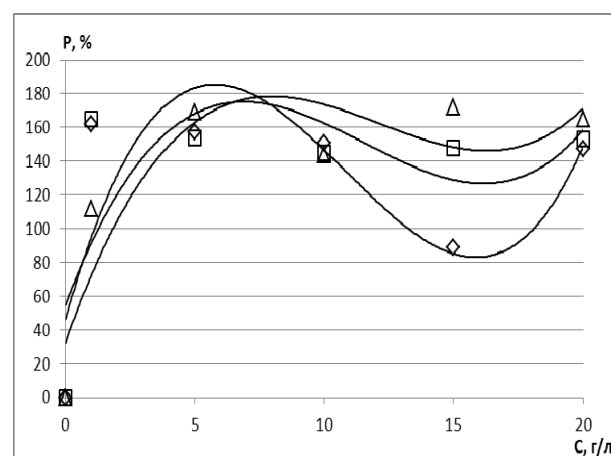


Рис. 4

Если сравнивать действие системы, состоящей из двух кислот, с действием одной кислоты, то следует заметить, что прочность льняного волокна к разрывной нагрузке растет еще на 10...15%.

В целом следует отметить, что роль природы катализаторов в отношении механической прочности волокна не имеет большого значения.

Увеличение механической прочности льняного волокна может подтвердить выдвинутую гипотезу о "сшивке" линейных макромолекул поликарбонатовыми кислотами. Получаемая трехмерная надмолекулярная структура придает волокну дополнительную упругость, которая обеспечивает относительную устойчивость к смятию, сопровождается повышением механической прочности волокна.

Испытание полученной окраски льняной ткани прямыми красителями к стиркам показало повышение устойчивости на 1...2 балла.

ВЫВОДЫ

1. Внесение комплексообразующих препаратов на основе поликарбоновых кислот насыщенного и ненасыщенного ряда совместно с катализаторами сшивки позволяет повысить интенсивность окраски с одновременным увеличением как устойчивости к смятию льна, так и упрочнения волокна и окраски.

2. Модифицирование целлюлозы льна путем этерификации поликарбоновыми кислотами позволило повысить колористические и прочностные параметры получаемой окраски и волокна, что указывает на изменение структурного состояния волокна. Следует отметить, что конечный итог зависит от строения красителя и природы поликарбоновых кислот в совокупности с катализаторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фридлянд Г.И. Отделка льняных тканей. – М., 1982.
2. Фридлянд Г.И. Справочник по химической технологии обрабатываемой льняной ткани. – М., 1983.
3. Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
4. Одицова О., Кротова М., Муравьев И., Титова Е., Мельников Б. Инновационная технология колорирования целлюлозных тканей и трикотажа // Ивановский государственный химико-технологический университет. В мире оборудования. – 2008, №2. С. 24.
5. Trask-Morrell B. J., Kottes Andrews B.A. // Textile Res. J. – 67(11), 1997, p. 846...853.
6. Gillingham E. L., Lewis D. M.//Textile Res. J. – 69(12), 1999, p. 949..955.
7. Пат. №2294415 Российская Федерация. Способ совмещенного крашения х/б тканей с мало-сминаемой безформальдегидной отделкой. Сафонов В.В., Третьякова А.Е., Авдеев А.В. Зарегистрирован 27.02.2007.
8. Safonov V.V., Tretyakova A.E. Combined dyeing technology for formaldehydefree and low-shrinkable finishing of linen and silk fabrics//Textile Industry Technology. – №7(336) 2011,p.92...95

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 19.03.13.

УДК 678.027

РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЛЕ ТОКОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

CALCULATION OF SPECIFIC POWER FOR THE PROCESSES OF TEXTILE MATERIALS TREATMENT IN HIGH HIG FREQUENCY CURRENT FIELD

О.Г. ЦИРКИНА, А.Л. НИКИФОРОВ
O.G. TSIRKINA, A.L. NIKIFOROV

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт,
Ивановский государственный химико-технологический университет)
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute;
Ivanovo State University of Chemistry and Technology)
E-mail: ogtsirkina@mail.ru; anikiforoff@list.ru)

Выявлены основные закономерности изменения энергетического фактора – удельной тепловой мощности в ходе обработки текстильных полотен в отделочном производстве и в процессе получения полимерно-тканевых материалов с использованием в качестве источника нагрева энергии поля токов высокой частоты (ТВЧ). Предложена универсальная методика оценки влияния энергетического фактора и электрофизических характеристик текстильных материалов на эффективность их нагрева в ВЧ-поле.

Basic rules of the change of energy factor – specific thermal power in the process of treatment of textile materials in treatment industry and in the process of making polymeric fabric materials using the current field power of high frequency have been established. The universal technique of assessment the influence of an energy factor and textile materials electric and physical characteristics on efficiency of their heating in the high frequency field has been offered.

Ключевые слова: поле токов высокой частоты, удельная мощность, текстильный материал, полимерное пленочное покрытие.

Keywords: high frequency field, specific power, a textile material, polymeric film covering.

В ранее проведенных исследованиях [1...3], показано изменение температуры полимерного материала во времени для процессов ТВЧ-нагрева модельных диэлектриков, а также выявлена зависимость мощности, поглощаемой нагрузкой, от температуры материала для согласованной и несогласованной системы ВЧ-генератор – аппликатор.

Цель данного этапа работы заключается в выявлении основных закономерностей изменения энергетического фактора – удельной тепловой мощности – в ходе проведения химико-текстильных процессов в условиях отделочного производства и при получении полимерно-тканевых материалов.

Переходя от модельных диэлектриков к реальным полимерным материалам и технологическим составам, применяемым в отделочном производстве и для получения тканей с пленочным покрытием, произведен расчет удельной мощности для различных временных этапов обработки в поле ТВЧ.

На рис.1 приведены кривые, характеризующие изменение мощности при ВЧ-обработке целлюлозных материалов с начальным влагосодержанием 90%. По-

скольку растворы являются водными, то в качестве примера рассмотрено изменение мощности для образцов целлюлозосодержащих тканей: 1 и 1' – авизент, пропитанный раствором активного ярко-красного СТ и водой; 2 и 2' – миткаль, пропитанный раствором активного ярко-красного СТ и водой соответственно.

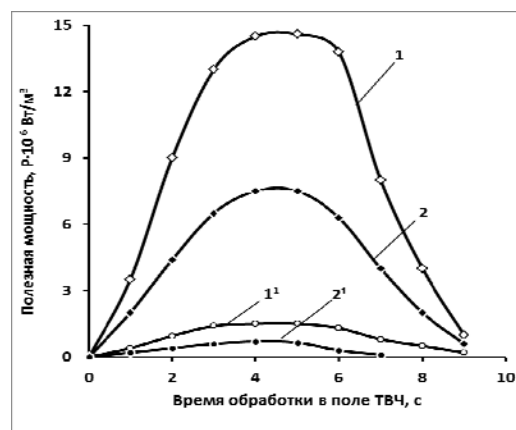


Рис. 1

Из хода кривых видно, каким образом изменяется величина удельной мощности в процессе ВЧ-обработки тканей.

В случае использования технологических растворов с высоким содержанием электролитов (в данном случае, красиль-

ного раствора) удельная мощность выше, в сравнении с мокроотжатой тканью. Кроме того, разогрев материала идет с большей скоростью, и для полного удаления влаги требуется меньшее время, поэтому ниспадающая ветвь кривых для тканей, оплюсованных красильным раствором, смещается влево и соответствует полному высыханию материала. Из хода представленных зависимостей также следует, что чем больше поверхностная плотность и толщина ткани, тем выше значение $P_{уд}$. Представленные данные полностью коррелируют с полученными при изучении диэлектрических характеристик целлюлозосодержащих материалов величинами [4]. В силу того, что величины $tg\delta$ и ϵ напечатанных и пропитанных растворами аппретов целлюлозосодержащих тканей имеют тот же порядок, что и в крашении, изменение мощности при реализации указанных процессов идет аналогичным образом.

На наш взгляд, также представляет интерес выявление особенностей изменения энергетики процесса при получении текстильных материалов с полимерным пленочным покрытием. На сегодняшний день наиболее популярным полимером для получения подобных материалов является поливинилхлорид (ПВХ), что связано с его относительной дешевизной при вполне приемлемых эксплуатационных характеристиках готовых изделий. В основу технологии производства ПВХ покрытий на текстильных основах положен процесс желирования ПВХ-паст при повышенных (210...230°C) температурах. Поэтому одним из важнейших параметров, определяющих качество получаемых изделий, как и в предыдущих случаях, является температура в зоне обработки.

При реализации ВЧ-технологии получение таких композитов реализовано по схеме: приготовление ПВХ-пластизоля, его нанесение на поверхность текстильного полотна, последующая тепловая обработка в поле ТВЧ.

В идеальной системе вся подводимая к материалу мощность должна идти на его разогрев. В реальных условиях полученные кинетические кривые нагрева прояв-

ляют более сложную зависимость, чем ожидающиеся монотонные выпуклые зависимости, характерные для постоянных условий теплообмена и мощности нагрева. Для объяснения причин происходящих изменений проведены измерения температуры нагреваемых полимерно-тканевых образцов за различный период времени. Как было отмечено ранее [2], пропорционально росту температуры увеличивается и мощность. В данном случае также имеет место незначительное возрастание мощности в начальный период нагрева (до 6 с), а в ходе последующей обработки мощность значительно увеличивается. Идущая на нагрев образца мощность была рассчитана на основе перепада температур по толщине обрабатываемого материала и его теплофизических свойств.

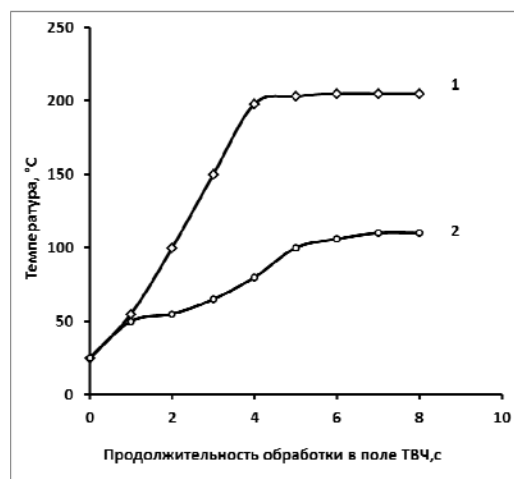


Рис. 2

На рис. 2 приведены зависимости изменения температуры образца в процессе высокочастотной обработки на его оси (кривая 1) и поверхности (кривая 2) при получении полимерно-тканевых материалов. Отмечено, что в представленном случае разогрев материала идет с большей скоростью, нежели при ВЧ-обработке ПВХ-пленок. Данный факт является закономерным вследствие того, что за счет ткани толщина образца увеличивается практически в 2 раза.

Используя уравнение непрерывности теплового потока, размеры образца и кинетические кривые нагрева, рассчитана мощность, выделяющаяся в материале, в

зависимости от продолжительности ВЧ-нагрева при реализации процесса желирования.

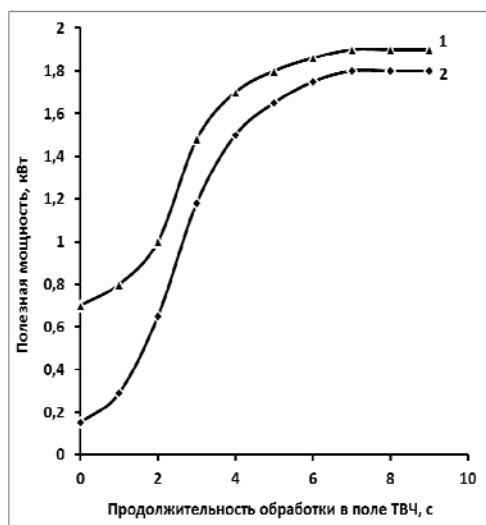


Рис. 3

На рис. 3 представлены экспериментальные (кривая 1) и расчетные (кривая 2) величины полезной мощности при реализации процесса ВЧ-желирования ПВХ-пластизоля. Следует отметить, что характер кривых одинаков, но имеет место отличие в абсолютных величинах, что связано с неучтенными потерями энергии ВЧ-поля в паразитных емкостях аппликатора.

Полученные данные использованы для расчета параметров и создания экспериментального ВЧ-оборудования для непрерывной обработки плоских диэлектриков, в том числе и текстильных полотен.

Необходимо отметить, что на основе полученных ранее математических моделей для расчета величины диэлектрических потерь материала [5] разработана универсальная методика оценки влияния энергетического фактора, параметров внешнего электромагнитного поля и электрофизических характеристик текстильных материалов на эффективность их нагрева в поле ТВЧ.

В качестве примера на рис.4 приведены корреляционные зависимости величин удельной мощности ($P_{уд}$) и диэлектрических показателей ($tg\delta$) хлопчатобумажной ткани бязь для различных этапов отделки:

1 – для мерсеризации, 2 – для крашения, 3 – для малосминаемой отделки. Предложенная методика позволяет с помощью прикладных программ "Анализ данных", входящих в MS Excel-2003, выдать прогноз по величине $tg\delta$ и быстро рассчитать значение удельной мощности, выделяющейся в материале в виде тепла.

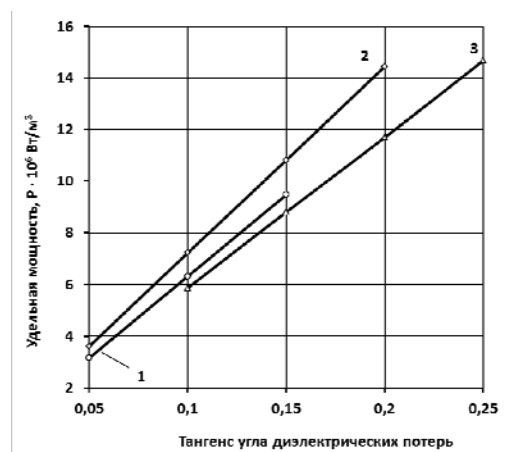


Рис. 4

ВЫВОДЫ

1. На основе экспериментально полученных данных изучена кинетика нагрева полимерных материалов в поле токов высокой частоты. Выявлена корреляционная зависимость между температурой и удельной мощностью, выделяющейся в обрабатываемом материале в виде тепла, от времени его обработки в поле ТВЧ.

2. Отмечено, что максимальная скорость нагрева до рабочей температуры имеет место в процессах обработки мокротканей, пропитанных технологическими растворами, содержащими в своем составе электролиты. При этом в объеме материала выделяется мощность, достаточная для его эффективного нагрева и реализации соответствующего химико-текстильного процесса.

3. Разработана универсальная методика оценки влияния энергетического фактора и электрофизических характеристик текстильных материалов на эффективность их нагрева в поле токов высокой частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулыгин Ю.Н., Циркина О.Г., Никифоров А.Л. Особенности энергетики технологических процессов облагораживания целлюлозосодержащих тканей в ВЧ/СВЧ-полях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 2. С.57...60.

2. Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Удалов М.В. О согласовании системы "источник ВЧ/СВЧ-излучения – нагрузка" при реализации процессов диэлектрического нагрева полимерных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №6. С.60...63.

3. Мельников Б.Н. Современные проблемы текстильной химии // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2008. Т.51, №6. С.3...14.

4. Циркина О.Г., Никифоров А.Л. Комплексная оценка диэлектрических характеристик текстильных материалов с целью определения энергетически выгодного режима их обработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 6. С.85...88.

5. Циркина О.Г., Ермолаев М.Б., Никифоров А.Л. Кластерный анализ диэлектрических характеристик целлюлозосодержащих материалов при реализации процессов колорирования с использованием нагрева в поле ТВЧ // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2012. Т.17, №3. С.113...115.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 04.06.13.

УДК 677.027.5

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕЧАТНЫХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПИГМЕНТОВ

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF PRINTING COMPOSITIONS ON THE BASIS OF INTERFERENTIAL PIGMENTS

В.В. ЖИДКОВА, Н.В. ДАЩЕНКО, А.М. КИСЕЛЕВ
V.V. ZHIDKOVA, N.V. DASHCHENKO, A.M. KISELEV

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)
(Saint-Petersburg State University of Technology and Design)

E-mail: rector@sutd.ru

В статье изучены реологические свойства печатных составов на основе интерференционных пигментов. Показано, что качество печатного рисунка определяется в большей степени реологическими характеристиками печатных красок. Установлено, что пигментные печатные составы на основе природного загустителя более стабильны по сравнению с композициями на основе акриловых сополимеров и позволяют получить рисунки с высокой четкостью контура.

The paper studies rheological properties of printing compositions on the basis of interferential pigments. It is shown that the quality of prints depends mostly on rheological characteristics of printing pastes. It has been established that pigment printing compositions on the basis of a natural thickener are more stable in comparison with the compositions on the basis of acrylic copolymers and make it possible to receive the patterns with high contour acutance.

Ключевые слова: реологические свойства, печатный состав, печатные краски, природный загуститель, акриловые сополимеры.

Keywords: rheological properties, printing composition, printing pastes, a natural thickener, acrylic copolymers.

Качество печати текстильных материалов определяется совокупностью различных факторов, таких как вид самого материала, его поверхностная плотность и тип переплетения ткани, вид печатного оборудования и режим его работы, природа загустителя и других компонентов печатных красок, а также их реологические свойства.

Качество печатного рисунка принято характеризовать комплексом печатно-технических показателей. Наиболее важными из них являются резкость контура, ровнота печати, а также глубина проникновения красителя в волокнистый субстрат, определяющие интенсивность цвета и степень фиксации красителя тканью. Перечисленные показатели определяются физическими свойствами загусток и печатных красок, строением печатаемой ткани и рядом других факторов.

Изучение связи физических свойств загусток и печатных красок и их печатно-технических показателей проводится обычно в одинаковых условиях печатания. К настоящему времени опубликовано значительное число работ [1...3], посвященных исследованию печатно-технических свойств печатных красок, а также попыткам установления связи между печатно-техническими показателями и физическими, главным образом, вязкостными, свойствами загусток и печатных красок. Однако этот вопрос далек от своего окончательного решения и требует основательного изучения. Одной из основных трудностей является то, что большинство перечисленных печатно-технических показателей связано с проявлением различных реологических свойств печатных красок.

Для определения реологических характеристик осуществляются вискозиметрические измерения, позволяющие определить вязкость, текучесть, структурированность, степени тиксотропного восстанов-

ления структуры и других показателей у различных объектов, способных к проявлению вязкого течения под влиянием внешних сдвиговых усилий.

В области химической технологии отделки текстильных материалов такими объектами являются растворы и расплавы полимеров, различные загустки и печатные краски, которые должны обладать комплексом необходимых реологических и печатных свойств для получения на текстильных материалах рисунков высокого качества.

Большинство загусток и печатных красок по своему реологическому состоянию относятся к структурированным вязким жидкостям, обладающим тиксотропными свойствами. В процессе течения под действием внешних сил (давление ракля) их динамическая вязкость понижается, внутренняя структура разрушается в среднем на 5...25%, а степень тиксотропного восстановления составляет соответственно 95...75%, в зависимости от природы и строения макромолекул используемого загустителя [4].

Одной из важнейших реологических характеристик является значение градиента скорости сдвига в момент печати. Для различных способов печати и разных видов печатного оборудования эти значения отличаются друг от друга: при фотофильм-печати – 1000...1300 с⁻¹; при печати металлическими гравированными валами – от 4000 до 10000 с⁻¹. В последнем случае разрушение печатной пасты гораздо сильнее и это надо учитывать при выборе способа нанесения рисунков на текстильный материал.

Измерения реологических характеристик загустителей различной природы и печатных составов на основе интерференционных пигментов проводились на приборе Реотест-2, который представляет собой прецизионный ротационный вискози-

метр, предназначенный для измерения значений динамической вязкости и определения различных реологических показателей в зависимости от величины касательных напряжений в исследуемом образце при фиксированных значениях градиентов скорости сдвига [5].

Для этого измеряемое вещество в рекомендуемом количестве было помещено в кольцевой затвор между двумя коаксиальными цилиндрами. Внутренний цилиндр с радиусом r и длиной ℓ вращается с частотой ω и соединен с цилиндрической винтовой пружиной, угол закручивания которой α является мерой момента вращения и пропорционален величине напряжения сдвига τ_r , возникающего в измеряемом образце:

$$\tau_r = \frac{M}{2\pi r^2}.$$

Градиент скорости сдвига определялся соотношением:

$$D_r = \frac{2\omega R^2}{R^2 - r^2}.$$

Отсюда динамическая вязкость образца:

$$\eta = \frac{\tau_r}{D_r} = \frac{M(R^2 - r^2)}{2\pi \ell r^2 2\omega R^2}.$$

Данное выражение характеризует взаимосвязь между значениями динамической вязкости исследуемых образцов и техническими параметрами прибора Реотест-2.

Расчет величины напряжения сдвига τ , осуществлялся по формуле:

$$\tau = z\alpha,$$

где α – показания шкалы электроизмерительного блока; z – постоянная измерительного цилиндра: $z_1=5,61$ для 1 диапазона шкалы измерений, $z_2 = 56,3$ для 2 диапазона шкалы измерений.

Для построения реологической кривой течения исследуемых образцов измеряли значения α для 13 фиксированных положений градиента скорости сдвига.

Расчет динамической вязкости проводили по формуле:

$$\eta = \frac{\tau}{D} \cdot 100,$$

или

$$\eta = \tau f,$$

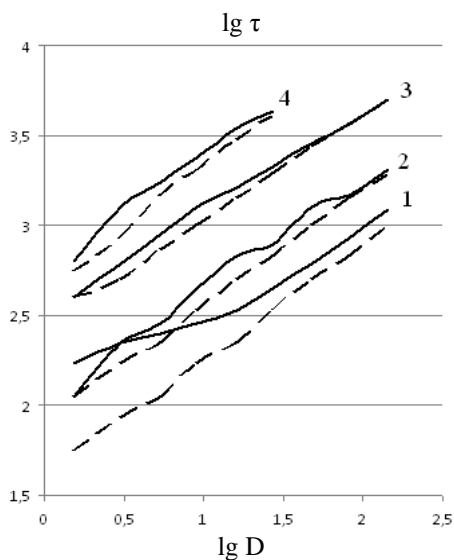
где $f = \frac{100}{D}$.

С учетом представленных выше формул динамическую вязкость рассчитывали следующим образом:

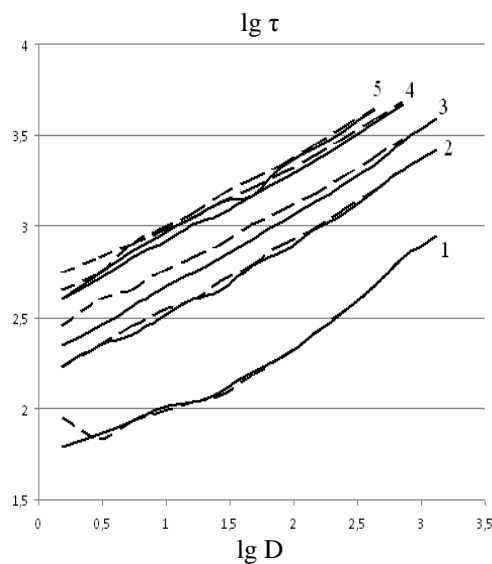
$$\eta = z\alpha f.$$

В работе были использованы загустители различной природы: природный полисахарид на основе полигалактоманана G8 и синтетический акриловый загуститель РТЛ. На основе этих загустителей были приготовлены пигментные печатные краски для вытравной печати, описание которых подробно приведено в работе [6].

Для анализа результатов вискозиметрических измерений полученные и рассчитанные по представленным выше формулам данные были сведены в таблицу, на основании которой осуществлялось построение реологических кривых (рис.1 – реологические кривые водных растворов загустителей различных концентраций: а – природного загустителя полигалактоманана G8: 1...4%, 2...6%, 3...8%, 4...10%, б – синтетического загустителя РТЛ: 1...1,0%; 2...1,4%; 3...1,8%; 4...2,2%; 5...2,6%).



a)



б)

Рис. 1

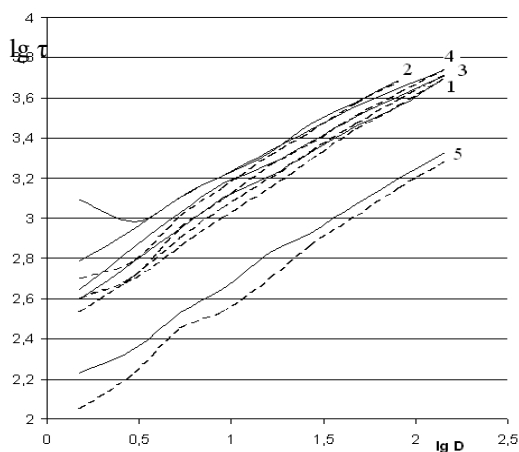


Рис. 2

Также были исследованы реологические характеристики составов с последовательным введением компонентов печатной композиции. Для этого рассчитывали реологические кривые в логарифмических координатах (рис. 2 – влияние компонентов печатной краски на реологические характеристики: 1 – загуститель G-8 – 8%; 2 – загуститель G-8 – 8% + связующее – 120г/кг; 3 – то же с введением сшивающего – 20 г/кг; 4 – с добавлением пигмента КС 123 – 70 г/кг; 5 – оптимизированный пигментный выравной состав): последовательно для водного 8 %-ного раствора загустителя G8 (кривая 1), с введением в раствор загустителя связующего (кри-

вая 2), с добавлением дополнительно к предыдущему составу сшивающего компонента (кривая 3), с включением в предыдущий состав интерференционного пигмента КС-123 (кривая 4) и оптимизированного пигментного печатного состава с вытравляющим компонентом (кривая 5). Следует отметить, что при введении вытравляющего компонента печатной краски (ронгалита), печатный состав на основе синтетического акрилового загустителя коагулировал.

Как видно из представленных реологических кривых, последовательное введение компонентов печатного состава не оказывает существенного влияния на динамическую вязкость системы, однако введение вытравляющего цвет окраски фона вещества (ронгалита) приводит к значительному снижению вязкости печатной краски.

Помимо знания структурно-механических свойств исходных внутренних структур загусток и печатных красок для сравнительной оценки их поведения в процессе печатания необходимо также иметь сведения о степени разрушения этих структур в условиях работы печатной машины. Степень разрушения исходной структуры в ряде случаев была оценена путем анализа полной реологической кривой изучаемой системы. Каждая точка та-

кой кривой определялась по участку установившегося течения на соответствующей кривой, получаемой при $D = \text{const} = D_c$.

Реологической кривой соответствует определенная зависимость эффективной сдвиговой вязкости η от напряжения сдвига τ . Величина η определялась отношением напряжения сдвига τ к градиенту скорости сдвига D .

Наличие гистерезисных петель при не установившихся режимах течения обычно объясняется протеканием релаксационных процессов, являющихся результатом наложения упруго-эластичных деформаций системы на процесс ее вязкого течения. В условиях установившегося режима течения, когда все релаксационные процессы закончены и эластические деформации успели полностью завершиться, появление гистерезисных петель может являться лишь следствием разрушения структуры и низкой скорости тиксотропного восстановления данной системы, не успевающей или неспособной полностью восстановить структуру при данных значениях D . Проявление значительного гистерезиса характерно для растворов разветвленных загустителей и практически отсутствует у растворов линейных загустителей. Отсутствие гистерезиса отвечает полной тиксотропности изучаемых систем в данных интервалах изменения D .

Из этого следует, что в условиях работы печатной машины печатные краски на основе синтетических акриловых загустителей

и полигалактоманана практически полностью тиксотропны.

Понижение концентрации загустителя в загустках приводит к уменьшению степени их структурированности и понижению тем самым как абсолютной величины их вязкости, так и степени отклонения от ньютоновского поведения.

Полные реологические кривые растворов загустителей и печатных красок, построенные в логарифмических координатах $\lg \tau - \lg D$, имеют сложную s-образную форму с отдельными прямолинейными участками различной протяженности. Реологические кривые всех рассмотренных загусток претерпевают разрыв при переходе из области малых значений D в область более высоких значений D . Сдвиговая вязкость η или градиент скорости сдвига D являются неоднозначными функциями напряжения сдвига τ .

После определения значения динамической вязкости при возрастании и убывании градиента скорости сдвига η также были рассчитаны следующие реологические показатели: степень тиксотропного восстановления A и коэффициент кинетической устойчивости системы (КУС), значения которых приведены в табл. 1. Для большинства загусток и печатных красок $A_{cp} = 70 \dots 95\%$, но для каждого из них, которые обладают упругостью составляющих фаз, значения A_{cp} могут превышать 100%, что свидетельствует о проявлении ими реопектических свойств.

Таблица 1

Тип загустителя или состав печатной краски	Концентрация, %	A_{cp} , %	КУС, %
Загуститель G-8	4	68,23	7,59
	6	88,19	18,62
	8	91,29	12,71
	10	85,85	-
Загуститель PTL	1	102,25	2,97
	1,4	103,76	5,86
	1,8	118,51	6,2
	2,2	114,6	6,06
	2,6	107,04	7,09
Загуститель G8 + связующее		87,25	-
То же с введением сшивающего		83,92	11,9
С дополнительным введением пигмента		75,56	4,61
Оптимизированный вытравной пигментный состав		83,94	13,1

Было установлено, что входящие в состав печатных красок красящие вещества обладают различной способностью взаимодействовать с разными загустителями и тем самым оказывают заметное влияние на реологические свойства печатных красок. Также установлено, что вводимые в состав печатной краски красящие вещества вызывают дополнительное повышение эффективной сдвиговой вязкости. Для водонерастворимых красящих веществ, находящихся в печатной краске в виде суспензии частиц интерференционного пигмента коллоидных размеров (2...50 мкм), основной причиной повышения вязкости печатной краски (кривая 4, рис.2) может являться ориентирующее действие поверхности частиц на макромолекулы загустителя, образующие структурную сетку полимера. Иными словами, суспензия частиц пигмента играет роль активного наполнителя.

Наиболее простым печатно-техническим показателем с точки зрения возможности установления связи с реологическими свойствами загусток является резкость контуров рисунка. Растекание в

каком-либо одном направлении ΔL будет равно:

$$\Delta L = (L - L_0)/2.$$

При малом давлении и высокой вязкости печатная краска слабо проникает в ткань, значительная ее масса остается на поверхности, и величина растекания в преобладающей степени определяется реологическими свойствами краски. При понижении вязкости краски и повышении давления скорость проникания печатной краски внутрь ткани может стать выше скорости ее растекания, и основная масса краски окажется внутри субстрата. В этом случае величина растекания печатной краски будет определяться не столько ее реологическими свойствами, сколько структурой и плотностью ткани. Показатели растекания контура печатного рисунка, полученного с помощью вытравного состава на основе интерференционных пигментов с использованием загустителя G8 на предварительно окрашенной полиамидной ткани, приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Красители фона	Пигменты в составе печатной краски	Растекание контура ΔL , мм
Дисперсный фиолетовый К	КС-400	0
	Золото 306	0,05
	2049	0,05
	2011А	0,1
	2018В	0,05
	КС-100	0
	КС-123	0,05
Дисперсный желтый прочный 2К	КС-153	0,025
	Золото 306	0
	2011А	0,15
	2049	0,025
	КС-400	0
	2018В	0,05
	КС-100	0
КС-123	0,05	
КС-153	0,075	

Таким образом, применение загустителя G8, обладающего хорошими реологическими свойствами, позволяет сформировать на текстильном материале рисунки с высокой четкостью контура.

В Ы В О Д Ы

1. Проведено сравнительное изучение реологических свойств загустителей на основе акриловых сополимеров и полисахаридов. Показано, что они имеют псевдо-

пластический характер вязкого течения и высокую степень тиксотропного восстановления структуры.

2. Установлено, что пигментные печатные составы на основе загустителя G8 более стабильны по сравнению с композициями на основе акриловых сополимеров и позволяют получить в процессе фотофильмпечати рисунки с высокой четкостью контура.

ЛИТЕРАТУРА

1. Епишкина В.А., Киселев А.М., Целмс Р.Н., Васильев В.К. Реологические и печатные свойства синтетических загустителей для пигментной печати // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №6. С. 70...72.

2. Алексеева О.В., Пожкова О.В., Прусов А.Н. Влияние природы растворителя на вязкостные

свойства смесей полимеров на основе эфиров целлюлозы // Журнал прикладной химии. – 1999. Т. 66, № 4. С. 679...682.

3. Волхонская Н.С. Основные тенденции в использовании пигментных композиций в текстильной промышленности // Текстильная химия. – 1996, № 1(8). Спец. вып. С. 11...13.

4. Сенахов А.В. Загустки, их теория и применение. – М.: Легкая индустрия, 1972.

5. Киселев А.М. и др. Методические указания по проведению вискозиметрических измерений. – СПб.: СПГУТД, 1995.

6. Жидкова В.В., Дащенко Н.В. Разработка технологии совмещенного способа вытравной и пигментной печати с использованием неорганических пигментов// Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2012, №3. С. 95...98.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна. Поступила 08.07.13.

УДК 677.027.625.121

ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ В ПРОЦЕССЕ ОЛЕОФОБНОЙ ОТДЕЛКИ ФТОРСОДЕРЖАЩИМ ПРЕПАРАТОМ AQUAPHOB SOFTECH

ESTIMATION OF SURFACE ENERGY OF COTTON FABRIC IN THE PROCESS OF OLEOPHOBIC FINISHING BY FLUORINE-CONTAINING PREPARATION AQUAPHOB SOFTECH

Д.Г. САРИБЕКОВА, А.Н. КУЛИШ, Л.В. САЛЕБА, Г.С. САРИБЕКОВ
D.G. SARIBEKOVA, A.N. KULISH, L.V. SALEBA, G.S. SARIBEKOV

(Херсонский национальный технический университет, Украина)
(Kherson National Technical University, Ukraine)
E-mail: dina15box@mail.ru, culish.aleksa@yandex.ua

В статье исследовано влияние катионоактивных полимеров на изменение критической поверхностной энергии хлопчатобумажной ткани, обработанной фторсодержащим препаратом Aquaphob Softech. Установлено, что применение катионоактивного полимера КП.2 позволяет снизить критическую поверхностную энергию ткани до 20 мН/м, значительно повышая ее маслоотталкивающие свойства.

Influence of cationic polymers on the change of critical surface energy of cotton fabric treated by fluorine-containing preparation Aquaphob Softech has been researched in the article. It has been established that the use of cationic polymer

КП.2 reduces critical surface energy of fabric to 20 mN/m, significantly increasing its oil-repellency.

Ключевые слова: олеофобная отделка, критическая поверхностная энергия, катионные полимеры.

Keywords: oleophobic finishing, critical surface energy, cationic polymers.

Для придания текстильным материалам устойчивой несмачиваемости необходимо сформировать новую наружную поверхность с низкой поверхностной энергией, сохранив при этом систему пор.

Для придания олеофобности текстильным материалам используется только один класс соединений – фторированные углеводороды. Действие указанных препаратов иллюстрируется схемой, приведенной на рис. 1.

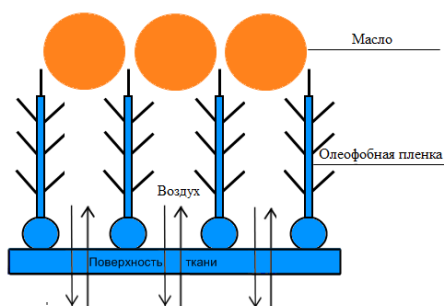


Рис. 1

Известно, что гидрофобизирующие препараты, нанесенные традиционным способом, образуют на поверхности волокон достаточно толстые конденсированные слои, слабо связанные с молекулами волокнообразующего полимера. В результате фторсодержащие препараты легко смываются при стирках и химчистках, истираются при эксплуатации, следствием чего является недолговечность достигнутого эффекта [1].

Для повышения устойчивости связи олеофобной пленки с текстильным материалом в работе предложено применение катионоактивных полимеров (КАП) российского производства КП.1, КП.2, КП.3 и КП.4, которые отличаются между собой плотностью заряда и химическим строением (табл. 1 – характеристика применяемых КАП).

Таблица 1

Наименование	Химический состав	Плотность заряда, мг·экв/г	pH
КП.1	Четвертичный полиамин – полимер на основе эпихлоргидрина и диметиламина	4,8	7
КП.2	Высокомолекулярный сильноосновный катионный полимер, синтезируемый путем радикальной полимеризации мономера диметилдиаллиламмоний хлорида	7,2	8
КП.3	Продукт поликонденсации алифатического диамина и эпихлоргидрина	9,5	8
КП.4	Композиционный состав на основе полидиметилдиаллиламмоний хлорида и полиакриламида	4,2	7

Для оценки влияния КАП на маслооталкивающие свойства текстильного материала в работе использовали показатель критической поверхностной энергии (КПЭ) волокна, который можно охарактеризовать как минимальное значение поверхностного натяжения твердого тела, при котором происходит полное смачивание ткани.

При оценке КПЭ ткани руководствовались работами [2], [3], в которых для характеристики твердого тела предложена величина КПЭ. В основе определения КПЭ лежит метод флотации полупогруженных волокон с круглым сечением в жидкость, причем плотность волокна должна быть больше плотности жидкости.

Суть методики заключается в последовательной замене эталонных растворов до

такого момента, когда поверхность волокна из несмачивающейся превращается в смачивающуюся. При гидрофобной поверхности волокна краевой угол $\sigma > 90^\circ$. При смачивании угол $\sigma < 90^\circ$, распределение сил поверхностного натяжения изменяется, волокно захватывается водой и тонет. В условиях, когда $\cos \sigma$ стремится к 1, натяжение на границе твердое тело – жидкость равно 0, поверхностное натяжение твердого тела ($\sigma_{\text{тТ}}$) тождественно $\sigma_{\text{к}}$ – КПЭ.

Для оценки КПЭ использовали водно-этанольные растворы, а также органические растворители, показатели поверхностного натяжения которых могут изменяться в широком интервале значений и позволяют определить КПЭ ткани с точностью до 0,2 мН/м.

На основании ранее проведенных экспериментальных исследований [4] был выделен оптимальный режим олеофобной отделки, оптимальные концентрации КАП и фторсодержащего препарата Aquarhob Softech, обеспечивающие маслоотталкивающие свойства в 6 баллов по ДСТУ ISO 14419:2005 и 90 у.е. по методу ЗМ. При этом установлено, что полученный защитный эффект с использованием КАП устойчив к 3...4 циклам мыльно-содовых обработок при $t=60^\circ\text{C}$ (без предварительной обработки катионным препаратом – 1 цикл).

Влияние концентрации фторсодержащего препарата Aquarhob Softech на поверхностные свойства хлопчатобумажной ткани представлено на рис. 2.



Рис. 2

Согласно данным, представленным на рис. 2, КПЭ ткани без защитного аппрета составляет 27,1 мН/м; при обработке хлоп-

чатобумажной ткани раствором Aquarhob Softech концентрацией 40 г/л – 23,3 мН/м; 50 г/л – 23,1 мН/м; 60 г/л – 22,8 мН/м; 70 г/л – 22,5 мН/м; 100 г/л – 20 мН/м. Таким образом, с увеличением концентрации фторсодержащего соединения КПЭ ткани снижается на 14...26% по отношению к необработанной ткани. Влияние КАП, используемых при ранее установленных для каждого из них оптимальных концентрациях [4], на изменение поверхностных свойств хлопчатобумажной ткани, обработанной препаратом Aquarhob Softech концентрацией 50 г/л, представлено на рис. 3 (КПЭ хлопчатобумажной ткани: 1 – Aquarhob Softech 50 г/л; 2 – КП.1 20г/л + Aquarhob Softech 50 г/л; 3 – КП.2 7г/л + Aquarhob Softech 50 г/л; 4 – КП.3 5г/л + Aquarhob Softech 50 г/л; 5 – КП.4 30г/л + Aquarhob Softech 50 г/л).

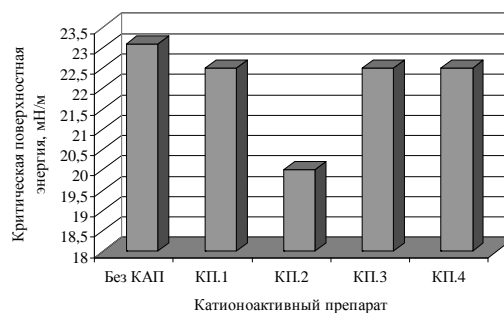


Рис. 3

Анализ полученных данных (рис. 3) показывает, что при аппретировании текстильного материала препаратом Aquarhob Softech с использованием препаратов КП.1, КП.3 и КП.4 КПЭ волокна составляет 22,5 мН/м, препарат КП.2 снижает КПЭ волокна до 20 мН/м, что отвечает значению КПЭ ткани, обработанной препаратом Aquarhob Softech концентрацией 100 г/л.

Таким образом, установлено, что КПЭ хлопчатобумажной ткани, обработанной фторсодержащим препаратом Aquarhob Softech концентрацией 50...100 г/л, составляет 23,1...20 мН/м, что значительно уступает данным, разрекламированным в научно-технической литературе (6...8 мН/м). Полученные результаты согласуются с невысокими маслоотталки-

вающими свойствами ткани, аппретированной препаратом Aquarhob Softech (при 50 г/л препарата – 5 баллов по ДСТУ ISO 14419:2005 и 90 у.е. по методу ЗМ до стирки, а также 4 балла и 80 у.е. после стирки).

Применение предварительной пропитки текстильного материала препаратом КП.2 концентрацией 7 г/л приводит не только к повышению устойчивости защитного аппрета к мыльно-содовым обработкам [4], но и к снижению КПЭ ткани до 20 мН/м.

По нашему мнению, упрочнение связи "хлопчатобумажная ткань – олеофобная пленка" при использовании препарата КП.2 происходит как за счет электростатических сил, возникающих между фторсодержащим соединением и КАП, так и за счет специфического действия реакционных групп КАП, способных к образованию полимерной пленки, которая фиксирует олеофобизатор на ткани в процессе термообработки. Кроме того, препарат КП.2 способен к образованию ковалентной связи с целлюлозным волокном, что дополнительно способствует фиксации олеофобной пленки на ткани. Механизм действия КАП представлен на рис. 4, где R_1 , R_2 , R_3 – алкильные радикалы КАП, X – активные группы фторорганического соединения, - - - - вероятная связь.

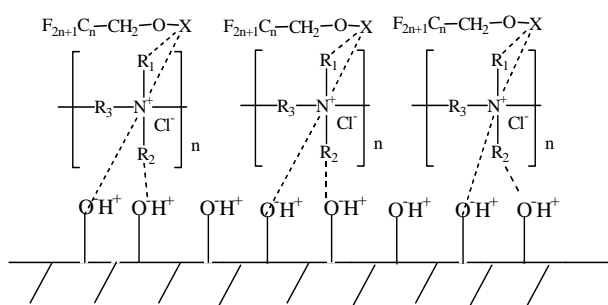


Рис. 4

Согласно данным, представленным на рис. 4, препарат КП.2 выступает в роли промежуточного агента, дополнительно фиксирующего олеофобизатор на поверхности текстильного материала.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что поверхностное натяжение хлопчатобумажной ткани, обработанной препаратом Aquarhob Softech концентрацией 50...100 г/л, составляет 23,1...20 мН/м.

2. Применение препарата КП.2 концентрацией 7 г/л приводит к снижению КПЭ ткани до 20 мН/м при концентрации фторсодержащего препарата – 50 г/л, что отвечает значению КПЭ ткани, обработанной препаратом Aquarhob Softech концентрацией 100 г/л.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кумеева Т.Ю., Пророкова Н.П. Придание гидро- и олеофобных свойств // В мире оборудования. – 2009, №2(85). С. 22...23.
2. Zisman W.A. Influence of constitution on adhesion // Ind. Eng. Chem. – 1963, Vol. 55, №1. P. 18...24.
3. Zisman W.A. Relation of the equilibrium contact angle to liquid and solid constitution // Adv. Chem. Ser. – 1964, Vol. 43, №1. P. 1...17.
4. Томашевская Н.В., Кулиш А.Н., Сарибекова Д.Г. Применение производных полиаминов для улучшения качества олеофобной отделки ткани // Тез. докл. Всероссийск. научн. студ. конф.: Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (Интекс-2013). – М.: МГУДТ, 2013. С. 59.

Рекомендована кафедрой химических технологий и биохимического синтеза. Поступила 29.09.13.

УДК 677-486.2:539.11

**РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИИ КУЛИРНОГО ТРИКОТАЖА
ПРИ ДВУМЕРНОЙ СИММЕТРИЧНОЙ НАГРУЗКЕ
С ПОМОЩЬЮ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ**

**CALCULATION OF DEFORMATION OF METAL JERSEY
UNDER TWO-DIMENSIONAL SYMMETRIC LOADING
WITH THE HELP OF NONLINEAR THEORY OF ELASTICITY**

Л.А. КУДРЯВИН, О.Ф. БЕЛЯЕВ, Н.В. ЗАВАРУЕВ
L.A. KUDRYAVIN, O.F. BELYAEV, N.B. ZAVARUYEV

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)

E-mail: vlzavaruev@yandex.ru

В работе описано использование компьютерной программы, разработанной нами ранее, для расчета двумерной деформации металлического кулирного трикотажа переплетения гладь. Наблюдается хорошее соответствие между экспериментальными результатами и теоретическими расчетами.

The paper describes the use of computer program, developed earlier for calculation two-dimensional deformation of metallic jersey of satin-stitch weave. There is a sufficient correspondence between experimental results and theoretical calculations.

Ключевые слова: металлический трикотаж, двухосное нагружение, нелинейная теория упругости.

Keywords: metallic jersey, biaxial loading, nonlinear theory of elasticity.

В статьях [1], [2] была описана разработанная нами программа для расчета двумерной деформации металлического трикотажа, а в статьях [3], [4] – использование этой программы для расчета деформации трико одnogребеночное открытое и трико одnogребеночное закрытое. В настоящей статье мы опишем результаты ис-

пользования разработанной программы для расчета двумерной деформации металлического кулирного трикотажа переплетения гладь, изготовленного из стальной микропроволоки Ø50 мкм в 2 сложения (сдвоенной микропроволоки). Образец имел форму квадрата. Деформация образ-

ца проводилась в двух взаимно перпендикулярных направлениях (по вертикали и по горизонтали) одинаковой силой. Такую нагрузку будем называть далее симметричной. Каждая стадия деформации сопровождалась микросъемкой. Анализ микрофотографий показал, что точки контакта между элементами структуры при симметричной нагрузке практически не перемещаются по микропроволоке, следовательно, не перемещаются и точки приложения сил. Это одно из основных требований программы. При расчетах, как и ранее [1...4], мы полагали, что элементы петли в недеформированном металлическом трикотаже уже пластически деформированы и форма петли, освобожденной от взаимодействия с другими петлями, соответствует ее форме в недеформированном трикотаже. Исследуемый трикотаж, как и в предыдущих работах, представляли в виде совокупности одинаковых так называемых повторяющихся элементов. Их относительная деформация соответствует относительной деформации всего образца. Повторяющиеся элементы нерастянутого трикотажа аппроксимировали сочетанием частей окружностей различного радиуса и отрезков прямых линий. Рассчитав относительную деформацию повторяющегося элемента, получали относительную деформацию всего образца.

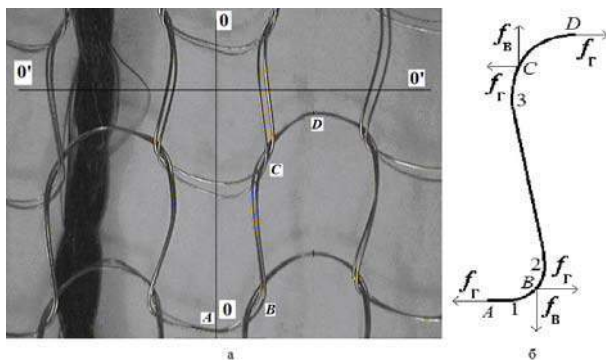


Рис. 1

На рис. 1-а приведена микрофотография этого металлического трикотажа в недеформированном состоянии и схематическое изображение формы повторяющегося элемента (рис. 1-б) с указанием сил, дейст-

вующих на него со стороны других элементов.

На повторяющийся элемент в точках А, В, С, D действуют одинаковые по величине горизонтально направленные силы f_r , а в точках В и С – одинаковые по величине вертикально направленные силы f_b .

Найдем величину этих сил. Для этого мысленно рассежем образец двумя взаимно перпендикулярными линиями – по вертикали 00 и по горизонтали 0'0' (рис. 1-а). Видим, что линии 00 и 0'0' пересекают в каждом столбце и в каждом ряду по одному участку сдвоенной микропроволоки. Поэтому нагрузка по горизонтали на одну сдвоенную микропроволоку будет определяться формулой: $f_r = F_r / N_p$, а нагрузка по вертикали – формулой $f_b = F_b / N_c$. Здесь F_r и F_b – силы, приложенные к образцу в горизонтальном и вертикальном направлениях, N_p , N_c – число рядов и столбиков в образце.

Далее расчет осуществляли следующим образом.

Анализ микрофотографий недеформированных образцов показал, что повторяющийся элемент ABCD (рис. 1-б) можно представить состоящим из двух отрезков прямых линий (участок А-1 длиной L_1 , участок 2-3 длиной L_4) и двух окружностей радиусами R_{10} (участок 1-2) и R_{20} (участок 3-D). Точка В делит окружность радиуса R_{10} на две части с углами охвата φ_1 и φ_2 . Первая часть имеет длину $L_2 = R_{10} \cdot \varphi_1$, а вторая часть – длину $L_3 = R_{10} \cdot \varphi_2$. Вторая окружность делится точкой С также на две части с углами охвата φ_3 и φ_4 . Их длины соответственно равны $L_5 = R_{20} \cdot \varphi_3$ и $L_6 = R_{20} \cdot \varphi_4$.

Общая длина рассматриваемого повторяющегося участка сдвоенной микропроволоки $L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6$. Жесткость сдвоенной микропроволоки на изгиб H , угол между касательной к микропроволоке в данной точке и осью X – θ (рад). Далее записываются операторы, аналогичные описанным в работе [2], только с учетом того, что участков не 2, а 6, и производится расчет.

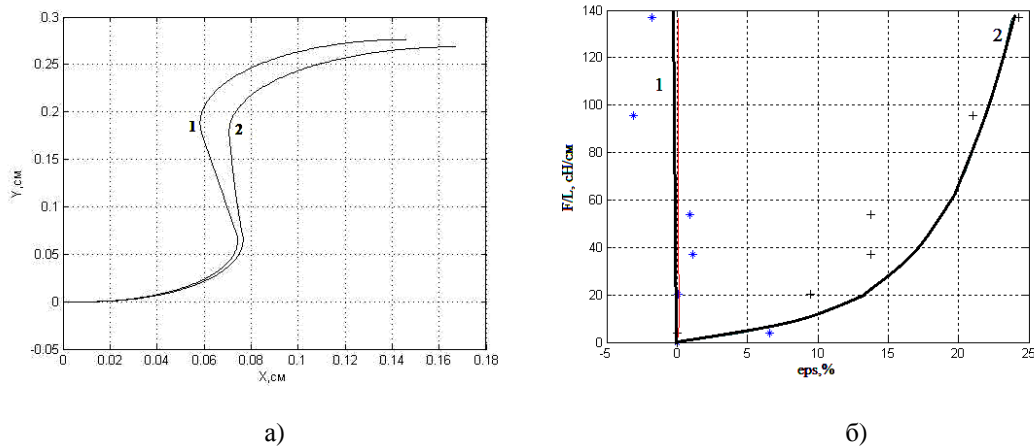


Рис. 2

На рис. 2-а приведены формы повторяющегося элемента ABCD в ненагруженном (кривая 1) и в нагруженном (кривая 2) состояниях, построенные программой, а также показана связь между нагрузкой образца в расчете на единицу его длины или ширины и его относительной деформацией (рис. 2-б) при двумерной симметричной нагрузке; 1 – деформация по вертикали, 2 – деформация по горизонтали. Ось X на данном рисунке направлена по горизонтали, ось Y – по вертикали образца. Форма элемента ABCD в ненагруженном состоянии строится этой же программой при задании всех сил равными нулю.

Затем программа определяет координаты точки D по оси X до деформации (X_0) и после деформации (X), координаты точек B и C по оси Y также до (Y_{B0} , Y_{C0}) и после деформации (Y_B , Y_C). Учитывая, что точка A находится в начале координат, разность $(X - X_0)$ дает изменение размера повторяющегося элемента ABCD по горизонтали, а отношение $(X - X_0) \cdot 100 / X_0$ – относительную деформацию этого элемента и образца – по горизонтали (в процентах).

Удлинение отрезка BC по вертикали определяется величиной $[(Y_C - Y_B) - (Y_{C0} - Y_{B0})]$, а отношение $[(Y_C - Y_B) - (Y_{C0} - Y_{B0})] \cdot 100 / (Y_{C0} - Y_{B0})$ – относительную деформацию в процентах этого отрезка и образца по вертикали.

Результаты расчетов представлены на рис.2-б (сплошные линии). На этом же рисунке представлены также экспериментальные данные (точки). Можно видеть,

что между экспериментом и теорией сравнительно неплохое согласие. Расхождение может быть вызвано тем, что хотя форма и размеры элемента ABCD в недеформированном состоянии получены из микрофотографий образцов, но в разных местах одного и того же образца они имеют несколько отличающиеся форму и размеры.

Применение теории в данном случае позволяет по рассчитанным значениям сил, действующих на повторяющийся элемент, рассчитать деформацию всего образца.

Расчеты проводились с помощью математического пакета MATLAB 2007 (лицензия 360533).

ВЫВОДЫ

По ранее разработанной компьютерной программе проведен расчет относительного удлинения по вертикали и по горизонтали металлического кулирного трикотажа переплетения гладь при его двумерной деформации. Результаты теоретического расчета сравнивались с результатами эксперимента. Между экспериментальными и расчетными данными наблюдается хорошее согласие, что указывает на правильность допущений, положенных в основу разработки программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Заваруев В.А., Котович О.С. Применение нелинейной теории упругости к расчету двумерной деформации трикота-

жа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №8, С.69...72.

2. Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Заваруев В.А., Котович О.С. Расчет двумерной деформации трикотажа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1. С.80...83.

3. Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Заваруев В.А., Котович О.С. Расчет деформации трико одноребеночное открытое // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №2. С.57...60.

4. Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Заваруев В.А., Котович О.С. Расчет деформации трико одноребеночное закрытое // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С. 75...78.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 19.09.13.

УДК 677.055.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОГО ОСНОВВЯЗАНОВОГО ПОЛОТНА С УСИЛИВАЮЩИМИ НИТЯМИ

RESEARCH OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES ON THE NEW WARPKNITTED CLOTH WITH STRENGTHENING THREADS

V.V. КАПРАЛОВ, Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА, Д.А. ОНИПЧЕНКО
V.V. KAPRALOV, G.I. CHISTOBORODOV, E.N. NIKIFOROVA, D.A. ONIPCHENKO

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute)
E-mail: kapralow@mail.ru

В результате экспериментальных и производственных исследований установлено, что новая трикотажная структура с усиливающими нитями, образованная переплетением трико с чередованием по рядам открытых и закрытых петель, обладает наилучшим сочетанием физико-механических и технологических свойств.

As a result of experimental and production research it has been established that the new knitted structure with strengthening threads, formed by interweaving of knitted loops, interchanging along ranks of open and close loops, has the best combination of physical, mechanical and technological properties.

Ключевые слова: новая трикотажная структура, переплетение, открытые и закрытые петли, стеклонити, экспериментальные исследования, физико-механические свойства.

Keywords: a new knitted structure, interweaving, open and close loops, glass-fiber threads, experimental research, physical and mechanical properties.

Авторами предложено новое основовязаное переплетение с усиливающими нитями [1], которое рекомендовано для поло-

тен технического назначения, испытывающих сложные объемные деформации при эксплуатации, например, для изготов-

ления купольных конструкций, армирующих основ композиционных материалов, в качестве укрывных материалов и т.д.

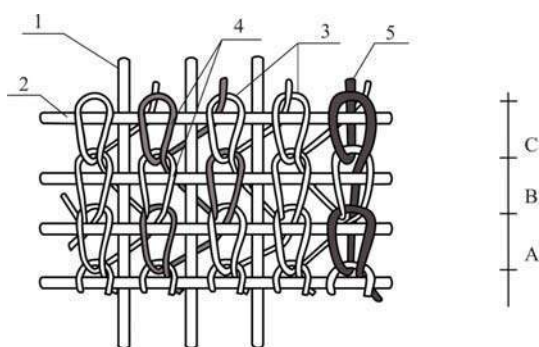


Рис. 1

Полотно вырабатывается на основовязальной машине и представляет собой три системы нитей (рис. 1). Две усиливающие системы – основа 1 и уток 2 накладываются друг на друга под углом 90° не переплетаясь, а третья система нитей вяжется в трикотаж переплетением одинарное трико по всей ширине полотна. В образовавшемся биаксиальном полотне нити утка и основы лежат между головками петель 3. Петли соединяются между собой, образуя петельные ряды А, В, С и т.д. Отличием нового переплетения является чередование открытых и закрытых петель по рядам в определенной последовательности (показано на примере петельного столбика 4).

Предложенное переплетение совмещает достоинства обоих типов петель. Открытые петли переплетения трико придают трикотажному полотну высокую растяжимость при деформациях. Закрытые

петли стабилизируют формоустойчивость полотна, так как при растяжении они затягиваются в узлы, жестко связывая нити основы и утка. Количество чередуемых рядов с открытыми и закрытыми петлями в структуре переплетения трико подбирается индивидуально в зависимости от предполагаемой геометрической формы изделия из данного полотна и необходимой ему формоустойчивости при эксплуатации.

В лабораторных условиях университета Нижнего Рейна (Hochschule Niederrhein), город Менхенгладбах (Германия), во время прохождения международной научно-исследовательской стажировки изучено поведение трикотажных полотен с усиливающими нитями при пространственном растяжении. Использовался разрывной прибор Bursting Strength Tester (Индия), определяющий давление и стрелу прогиба, при которых происходит разрушение материала. Испытанию подвергались образцы основовязанных трикотажных полотен из стеклонитей. Полотна, содержащие усиливающие нити, выполнены переплетением трико. В первом (опытном) образце открытые и закрытые петли из провязочной нити чередуются через один ряд; во втором образце – все петли открытые; в третьем образце – все петли закрытые. Поверхностная плотность образцов 660 г/м^2 . Полученные средние значения характеристик физико-механических свойств занесены в табл. 1.

Таблица 1

Первый (опытный) образец – трико с чередованием рядов из открытых и закрытых петель		Второй образец – трико с рядами из открытых петель		Третий образец – трико с рядами из закрытых петель	
разрывная прочность, кПа	стрела прогиба, мм	разрывная прочность, кПа	стрела прогиба, мм	разрывная прочность, кПа	стрела прогиба, мм
407	67	391	66	404	61

Из табл. 1 видно, что разрывная прочность у трех образцов полотен, полученных связыванием усиливающих нитей переплетением трико с различными типами петель, отличается друг от друга несущественно (изменения в пределах ошибки). В то же время стрела прогиба у опытного

образца на 10% выше, чем у трико с рядами из закрытых петель.

Полученные показатели физико-механических свойств новой текстильной структуры свидетельствуют о ее высоких эксплуатационных свойствах.

Скорость и натяжение провязочной нити на основовязальных машинах зависят от ряда факторов и носят пульсирующий характер. Одним из этих факторов является направление и величина сдвига ушковины гребенки. В процессе основовязания нить неоднократно меняет направление движения по ушковице. Общее перемещение нити по ушковице значительно больше, чем требуется для образования петли [2].

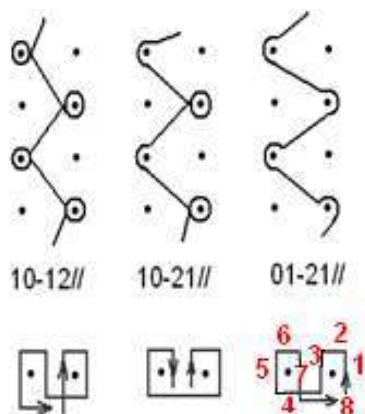


Рис. 2

На рис. 2 представлены графические и цифровые записи прокладывания нити, схема сдвигов гребенок основовязальной машины для переплетения трико из закрытых петель ("закрытое" трико), закрытых и открытых петель, чередующихся через один ряд (трико "1×1"), а также для открытых петель).

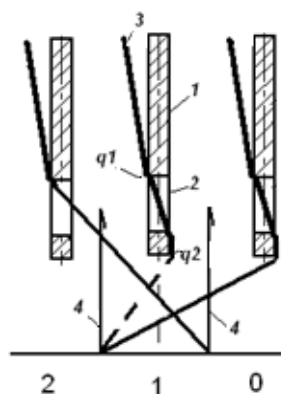


Рис. 3

На рис. 3 – ушковица 1 гребенки с отверстием 2 для нити 3, подаваемой к иглам 4. При сдвигах гребенок, одинаковых по величине, но разных по направлению, уг-

лы обхвата q_2 нижней грани отверстия ушковицы нитью будут различные. Как видно из рис. 3, при правом сдвиге ушковицы сумма углов обхвата поверхности ушковицы нитью q_1+q_2 будет больше, чем при левом сдвиге. В результате петли на иглах формируются из нитей с разным натяжением.

Основным показателем, влияющим на конечное натяжение нити при формировании петли, является суммарный угол обхвата ею граней ушковицы за цикл сдвига гребенки в пределах раппорта. Из схемы сдвигов гребенок (рис. 2) следует, что при провязывании "закрытого" и "открытого" трико ушковая гребенка 8 раз меняет направление сдвига, в то время как при провязывании трико "1×1" гребенка меняет направление лишь 7 раз за раппорт. Предполагаем, что эта схема движения гребенки для трико "1×1" положительно скажется на натяжении нити в зоне вязания и на вибрации машины от сдвигов гребенки.

Экспериментальные исследования натяжения нити и вибрации машины при провязывании трех видов сравниваемых переплетений трико проводились на основовязальной трикотажной машине Liba Max 3 CNC 12 класса. Заправочные данные: число слоев стеклонитей – 2 (раскладка $\pm 45^\circ$); линейная плотность стеклонитей 600 текс; линейная плотность провязочной нити из полиэстера – 160 текс; скорость оборота главного вала – 82 об/мин; длина стежка (прокола) 2 мм; нитеподача пассивного типа.

Для измерения натяжения использовались пьезосенсоры марки TS 44/A1000, размещенные непосредственно перед зоной вязания в центре игольницы. При замерах вибрации использовался индуктивный датчик замеров при смещении гребенки как вдоль, так и поперек игольницы (НВМ inductive Wegaufnehmer). Экспериментальные данные получены и обработаны в среде программирования Lab View с достоверностью 0,97.

Средние значения минимумов и максимумов натяжения провязочной нити составили соответственно:

- для "открытого" трико 2 и 34 сН;
- для "закрытого" трико 3 и 35 сН;
- для трико "1×1" 3 и 30 сН.

Максимумам натяжения соответствовали сдвиги ушковой гребенки между иглами при образовании протяжек, а минимумам – прокачка между иглами. Для переплетения трико "1×1" зафиксировано снижение максимального натяжения провязочной нити на 15% по сравнению с "закрытым" и "открытым" трико.

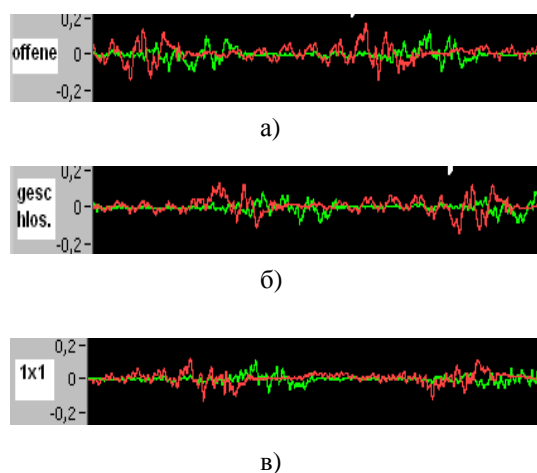


Рис. 4

Осциллограммы изменения вибрации машины от сдвига гребенок представлены на рис. 4 (а – при провязывании "открытого" трико, б – при провязывании "закрытого" трико, в – при провязывании трико "1×1"). Здесь ось Ох фиксирует временной интервал, ось Оу – суммарную амплитуду возмущений (в условных единицах) при движении ушковины на данный момент времени. Кривые светлого цвета отражают возмущение при сдвиге ушковины вдоль игольницы, кривые серого цвета – при смещении между иглами.

При выработке трико "1×1" индуктивным датчиком отмечено снижение вибрации трикотажной машины на 13%. Обеспечение более плавной работы машины в этом режиме особенно важно в случаях использования провязочных нитей из стеклянных, арамидных, карбоновых волокон и из других хрупких материалов.

Наблюдения за обрывностью нитей при выработке исследуемых полотен проводились в производственных условиях ЗАО "Ивановоискож". На основовязальной машине Karl Mayer RS 2 MSUS 18 класса изготавливали трикотажные полотна с усиливающими нитями для производства основы для армированных тентовых материалов. Заправочные параметры машины (кроме типа петель в переплетении) не менялись. Две усиливающие системы накладываются друг на друга под углом 90°; линейная плотность усиливающих нитей – 110 текс (полиэстер); линейная плотность провязочной нити – 8 текс (полиэстер), использовалась пряжа одной партии; поверхностная плотность полотна – 182 г/м²; плотность переплетения по вертикали – 6 петель/см; ширина полотна – 3,3 метра; скорость главного вала – 1200 об/мин; температурно-влажностный режим – температура в цехе +22°, влажность 60%.

В течение двух недель регистрировали число обрывов провязочной нити в зоне вязания за 8 рабочих часов. Обрывность нити при провязывании "закрытого" трико составила 5,3 случаев/смену, трико "1×1" – 4,0 случая/смену. Таким образом, уменьшение колебаний натяжения привело к снижению обрывности на 24%. Производительность машины Karl Mayer RS 2 MSUS при изготовлении полотна переплетением трико из закрытых петель – 80 пог. м/ч (КПВ=80%). Снижение числа обрывов провязочной нити при выработке нового полотна уменьшает время простоев, связанное с ликвидацией обрывности, и повышает коэффициент полезного времени машины.

ВЫВОДЫ

1. Основовязанное полотно с усиливающими нитями, образованное переплетением трико с чередованием по рядам открытых и закрытых петель, обладает наилучшим сочетанием физико-механических свойств в сравнении с переплетением трико с рядами только из открытых или закрытых петель:

- стрела прогиба до разрыва на 10% выше, чем у "закрытого" трико;
- на 15% снижаются колебания натяжения нити в зоне вязания;
- на 24% уменьшается обрывность провязочной нити.

2. При выработке новой текстильной структуры на 13% снижается вибрация трикотажной машины.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Патент на полезную модель №113522 Российская Федерация, МПК D04В 21/14. Полотно основовязаное с усиливающими нитями / В.В. Кап-

ралов, Е.Н. Никифорова, Д.А. Онипченко, П.О. Размолодин; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ивановская государственная текстильная академия" (ИГТА). - №2011126734/12; заявл. 29.06.2011; опубл. 20.02.2012. –Бюл. №5.

2. *Кудрявин Л.А.* Основы технологии трикотажного производства: Учебное пособие для вузов. – М.: Легпромиздат, 1991.

Рекомендована кафедрой инженерной графики.
Поступила 30.09.13.

УДК 687.016.5:004.9

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
ОБЪЕМНО-СИЛУЭТНЫХ ФОРМ ВТАЧНЫХ РУКАВОВ**

**DEVELOPMENT OF COMPLEX CLASSIFICATION
OF SLEEVE-IN SHAPING**

Н.М. КОЧАНОВА, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, Д. АДЛЬФ
N.M. KOCHANOVA, V.E. KUZMICHEV, D. ADOLF

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт;
Университет Верхнего Эльзаса, Мюлуз, Франция)
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute;
University of Upper Alsace, Muluse, France)
E-mail: kshi@igta.ru

Впервые разработана комплексная классификация рукавов, включающая качественные и количественные характеристики объемно-силуэтной формы и значения параметров конструктивного моделирования их чертежей. Предложенная классификация позволяет связать между собой этапы компьютерного проектирования в системе "фигура-модель одежды-чертеж конструкции" за счет установленных функциональных взаимосвязей между параметрами плоских и трехмерных объектов системы.

Complex classification sleeve-in clothes including qualitative and quantitative characteristics of its shape and the parameters of constructive designing of its pattern has been developed for the first time. The offered classification makes it possible to interconnect the stages of computer designing in the system "body-clothes-pattern block" at the expense of the established functional interconnections between the parameters of 2D and 3D system objects.

Ключевые слова: втачной рукав, объемно-силуэтная форма, качественные и количественные критерии, классификация, 3D-проектирование.

Keywords: sleeve-in, shaping, qualitative and quantitative parameters, classification, 3D-designing.

Существующие классификации объемных форм рукавов основаны на вербаль-

ных характеристиках, исторически сложившихся названиях, ассоциациях и сим-

волах (например, фонарик, тюльпан, крылышко, бишоп, окорок и т.п.) [1]. В качестве классификационных признаков также наиболее часто используют высоту и форму оката рукава, расположенную в пройме, степень его наполненности ниже линии проймы (ее определяют по разности объема руки и рукава) и прилегания рукава к поверхности руки, конфигурацию продольных контуров, длину рукава [2]. В частности, создана классификация длин рукавов, в основе которой взята длина руки (7/8, 5/6, 3/4, 1/2 и др.).

Попытки создания количественных характеристик объемно-силуэтных форм рукавов предпринимались давно, в частности, с использованием линейных шкал определены зоны возможных положений крайних точек фронтальных контуров для рукавов разных форм [3].

Такие классификационные признаки понятны большинству, но не могут быть адаптированы к современным компьютерным технологиям сквозного проектирования, начиная от эскиза и заканчивая чертежами деталей, поскольку не содержат количественных значений, необходимых для материального обеспечения и проверки новой формы рукавов в трехмерных системах "фигура-одежда".

Нами поставлена цель разработки комплексной классификации, достаточной для описания и передачи всех особенностей формы рукава в реальной системе "рука-рукав", с одной стороны, и обеспечения путей ее получения из оболочек, раскрытых по чертежам деталей после их конструктивного моделирования, с другой стороны. Для разработки классификации нами были использованы ранее полученные результаты [4], [5], типовые варианты объемно-силуэтных форм рукавов и типовые варианты горизонтальных сечений системы "рука-рукав". В разработанной классификации, структурно повторяющей этапы компьютерного дизайн-проектирования системы "фигура - модель одежды - чертеж конструкции", объедине-

ны следующие показатели, относящиеся к плоским 2D- и трехмерным 3D-объектам:

1 группа – проекционные параметры внешней формы рукавов в профильной и фронтальной проекциях на уровнях параметризации формы рукава (середины оката, глубины оката, середины плеча, локтя и низа рукава). Их выбирают на стадии разработки технического рисунка или реалистичного эскиза модели одежды, представляющих собой фронтальные проекции одежды, для пропорционирования участков одежды;

2 группа – проекционные зазоры в горизонтальных и вертикальных сечениях системы "рука - рукав" на вышеперечисленных уровнях параметризации формы рукава (их используют для уточнения конфигурации передних, боковых и задних контуров в зависимости от размерного и ростового вариантов фигуры);

3 группа – параметры приемов конструктивного моделирования чертежей базовой конструкции рукава, на основе которой была получена новая форма (их используют на стадии конструктивного моделирования для получения желаемой формы).

Для разработки классификации использована фронтальная проекция реальной системы "рука-рукав" в положении свободно опущенной и слегка прижатой к торсу руки. На этой проекции измеряют координаты точек, принадлежащих боковому контуру рукава, в частности, величину максимального расстояния между двумя вертикалями: первой, проведенной через плечевую точку фигуры, и второй, параллельной первой вертикали и касательной к боковому контуру рукава. На рис. 1-а показано расположение осей координат и измерение максимальных расстояний для рукава (т.А). Рис. 1 – схема измерения максимального отстояния бокового контура рукава от поверхности руки (а) и горизонтальные уровни для характеристики объемно-силуэтной формы рукава (б).

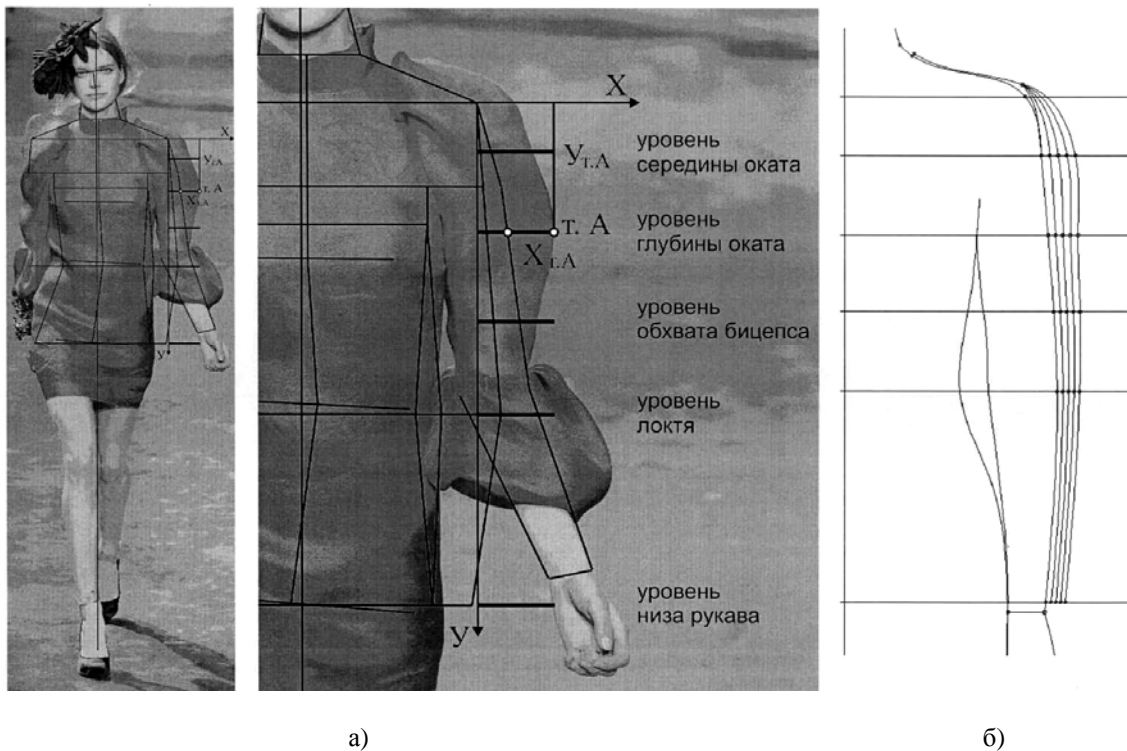


Рис. 1

Кроме того, введены дополнительные горизонтальные уровни, проведенные через середину оката (середину высоты диаметра руки вертикального), глубину оката (диаметр переднезадний), уровень обхвата бицепса, уровень локтя, уровень обхвата запястья (рис. 1-б). Согласно рис. 1-б рукава в зависимости от конфигурации бокового контура разбиты на пять групп:

- 1 – с небольшим объемом в верхней части,
- 2 – со средним объемом в верхней час-

ти,

3 – с умеренным объемом в верхней части,

4 – с увеличенным объемом в верхней части,

5 – с большим объемом по всей длине рукава.

В табл. 1 приведены значения проекционных (воздушных) зазоров между боковыми контурами элементов системы "рукавов" для выделенных объемных форм.

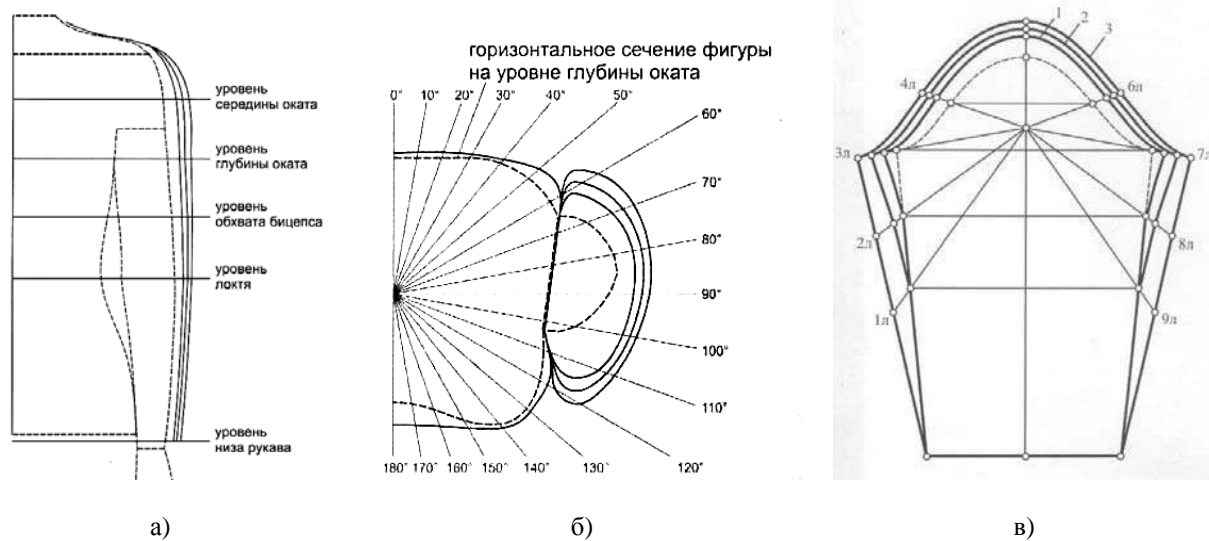


Рис. 2

На рис. 2 показаны типовые боковые контуры для разных форм рукавов (обозначения контуров 1, 2, 3 соответствуют рукавам из табл. 2) (а), горизонтальные сечения системы "рука – рукав" на уровне

глубины оката (б) и типовые схемы чертёжной модельных конструкций одношовных рукавов, обеспечивающих их получение (в).

Т а б л и ц а 1

Уровень рукава	Значения проекционных (воздушных) зазоров между боковыми контурами элементов системы "рука-рукав", см, для разных объёмных форм				
	небольшой объём в верхней части	средний объём в верхней части	умеренный объём в верхней части	увеличенный объём в верхней части	большой объём по всей длине рукава
Середина оката	0,45±0,45	1,45±0,45	2,45±0,45	3,45±0,45	4,45±0,45
Глубина оката	0,25±0,25	0,85±0,25	1,45±0,25	2,05±0,25	2,65±0,25
Уровень обхвата бицепса	0,25±0,25	0,85±0,25	1,45±0,25	2,05±0,25	2,65±0,25
Уровень локтя	0,25±0,25	0,85±0,25	1,45±0,25	2,05±0,25	2,65±0,25
Уровень низа	0,3±0,2	0,8±0,2	1,3±0,2	1,8±0,2	2,3±0,2

Фрагменты разработанной классификации рукавов представлены в табл.2 для ти-

повой женской фигуры с размерными признаками (170-92-100).

Т а б л и ц а 2

Уровень параметризации формы рукава	Проекционные ширины рукава, см		Проекционные зазоры между контурами системы "рука-рукав", см				Количественное значение для модификации ЧБК в ЧМК, равное расстоянию между аналогичными точками вдоль лучей, проведенных из единого центра, см
	фронт	профиль	задний	передний	верхний	нижний	
1. Традиционная характеристика формы рукава - рукав с умеренным объемом в верхней части типа "фонарик"							
середина оката	8,7±1,1	13,6±0,9	1,95±0,35	1,8±0,3	2,45±0,45	-	4,8±1
глубина оката	10,8±1,1	12,1±0,9	1,95±0,35	3,6±0,4	1,45±0,25	-	3,45±0,85
уровень обхвата бицепса	12,5±1,1	12,8±1	1,45±0,25	3,4±0,5	1,45±0,25	0,7±0,1	0
уровень локтя	11,9±0,9	12,2±0,9	1,05±0,15	3,1±0,5	1,45±0,25	3±0,5	0
уровень низа	7,5±0,3	8,2±0,3	2,8±0,5	1,45±0,25	1,3±0,2	2,5±0,4	0
2. Традиционная характеристика формы рукава - рукав с увеличенным объемом в верхней части типа "окорок"							
середина оката	11±1,1	15,5±0,9	2,75±0,35	2,5±0,3	3,45±0,25	-	6±1,3
глубина оката	13,1±1,1	14±0,9	2,75±0,35	4,5±0,4	2,05±0,25	-	5,45±1,45
уровень обхвата бицепса	14,8±1,1	14,9±1	2,05±0,25	4,5±0,5	2,05±0,25	1±0,1	4,45±1,65
уровень локтя	13,8±0,9	14,1±0,9	1,45±0,15	4,2±0,5	2,05±0,25	4,1±0,5	0
уровень низа	8,2±0,3	8,9±0,3	3,7±0,5	2,05±0,25	1,8±0,2	3,4±0,4	0
3. Традиционная характеристика формы рукава - рукав с большим объемом по всей длине рукава							
середина оката	13,3±1,1	17,4±0,9	3,55±0,35	3,2±0,3	4,45±0,25	-	7,5±1
глубина оката	15,4±1,1	15,9±0,9	3,55±0,35	5,4±0,4	2,65±0,25	-	7,65±0,85
уровень обхвата бицепса	17,1±1,1	17±1	2,65±0,25	5,6±0,5	2,65±0,25	1,3: 0,1	6,55±0,85
уровень локтя	15,7±0,9	16±0,9	1,85±0,15	5,3±0,5	2,65±0,25	5,2±0,5	5,9±0,9
уровень низа	8,9±0,3	9,6±0,3	4,6±0,5	2,65±0,25	2,3±0,2	4,3±0,4	0

Применение разработанной классификации, схемы параметризации линии бокового контура и его преобразования в схему чертежа модельной конструкции рукава

осуществляли на примере модели женского платья из коллекции Lanvin, Осень-Зима 2011 - 2012 гг. Разметку антропометрических и конструктивных уровней на фото-

изображении, а также пересчет параметров с учетом их истинного размера осуществляли известными методами [2].

Выполненная проверка в материале реконструированного чертежа модельной конструкции рукава показала, что расхождение между экспериментальными и теоретическими значениями проекционных ширин рукава не превышает 5% при доверительной вероятности 95%.

Таким образом, разработанная классификация объединяет традиционную сложившуюся систему знаний, признанную мировой историографией моды, и новую, ориентированную на компьютерные технологии виртуальной реальности и САПР одежды.

ВЫВОДЫ

1. Впервые разработана комплексная классификация рукавов, основанная на количественных признаках их объемно-силуэтной формы и параметризованных значениях приемов конструктивного моделирования чертежей.

2. Разработанная классификация позволяет последовательно преобразовывать информацию, генерируемую на этапах компьютерного дизайн-проектирования по

схеме "технический рисунок или эскиз - виртуальная система "фигура-одежда" - чертеж модельной конструкции".

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы теории проектирования костюма: Учебник для вузов / Под ред. Т.В. Козловой. – М.: Легпромбытиздат, 1988.

2. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Художественно-конструктивный анализ и проектирование системы "фигура - одежда": Учебное пособие с грифом УМО Легпром для вузов. – Иваново: ИГТА, 2010.

3. DeLong M.R. & B.C. Minshall Categorization of forms of dress // Clothing and Textile Research Journal. – 1988, № 6(4). P.13...19.

4. Кочанова, Н.М., Кузьмичев В.Е., Адольф Д. Обоснование схемы параметризации чертежей модельных конструкций втачных рукавов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С.82...87.

5. Кочанова Н.М., Кузьмичев В.Е., Адольф Д. Разработка математического аппарата для конструктивного моделирования чертежей в соответствии с желаемой формой втачных рукавов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С.110...114.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий Текстильного института ИВГПУ. Поступила 13.06.12.

УДК 687.023:621.791

ГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ НИТОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ

THE GRAPHIC OPTIMIZATION MODEL OF THE PARAMETERS OF THREAD CONNECTIONS IN CLOTHES DETAILS

М.А. ЧИЖИК
M.A. CHIZHIK

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

Предложен геометрический метод построения оптимизационных моделей многофакторных процессов, обеспечивающий наглядность представления экспериментальных исследований. Сформулирован алгоритм определения оптимальной области параметров в зависимости от заданных значений оптимизирующих факторов. Построена графическая модель опти-

мизации параметров ниточного соединения деталей одежды, раскroенных из джинсовой ткани с вложением эластичных нитей.

The geometric method of construction of optimization models of multifactor processes, assuring a clear overview of experimental studies, has been offered herein. The algorithm of definition of parameter field depending on the given values of optimizing factors has been formulated. The graphic optimization model of the parameters of thread connections in clothes details cut out from denim with elastic threads has been constructed.

Ключевые слова: ниточное соединение, моделирование, оптимизация, параметры, факторы, начертательная геометрия, многомерное пространство, чертеж Радищева.

Keywords: thread connection, designing, optimization, parameters, factors, descriptive geometry, multi-dimensional space, Radishchev's drawing.

На сегодняшний день в производстве швейных изделий основным способом соединения деталей одежды остается ниточное соединение. Это объясняется универсальностью его применения, разнообразием параметров образования и свойств, сравнительной легкостью изготовления, широким выбором оборудования для его получения и т.д.

Постоянное обновление и расширение ассортимента текстильных материалов и швейных ниток требует подбора оптимальных режимов соединения деталей, обеспечивающих получение швов с заданными показателями качества. Обеспечение заданного уровня качества соединений представляет собой сложную многофакторную задачу, связанную, прежде всего, с поиском оптимальных параметров их образования.

Вопросам выбора оптимальных режимов соединения деталей одежды посвящено большое количество работ, среди которых особого внимания заслуживают исследования В. Ф. Шаньгиной и П. П. Кокеткина [1], [2]. Анализ этих и других работ показал, что для решения задач оптимизации процессов соединения широко используются математические методы планирования эксперимента, линейного программирования и регрессионного анализа. Авторами получены математические модели в виде уравнений регрессионной зависимости критериев оптимизации от

управляемых параметров соединения. Однако, даже если эти уравнения являются адекватными, то для нахождения допустимой оптимальной области параметров процесса требуется решение отдельной задачи, например, задать сетку возможных значений параметров и для каждого узла сравнивать значения полученной функции с заданными значениями показателей качества. Решение такой задачи возможно только с использованием ЭВМ, при этом существующие на сегодняшний день программные продукты не позволяют получать графическую визуализацию для числа параметров $k > 2$.

Все это делает актуальным вопрос о разработке методов построения и анализа моделей, учитывающих множество независимых параметров, факторов и обеспечивающих наглядность представления экспериментальных данных.

Обеспечение наглядности можно достичь с помощью многомерной начертательной геометрии, представляя исходные данные и полученные результаты в виде графической модели, которая является линейным или нелинейным подпространством многомерного пространства и отношений между ними. Наиболее удобным для графического представления модели многомерного пространства является чертеж Радищева [3]. Доказанная с точки зрения аксиоматической теории адекватность данного чертежа в качестве модели мно-

гомерного пространства позволяет достоверно использовать ее для решения задач оптимизации [4].

Суть построения оптимизационной модели на чертеже Радищева заключается в следующем. Допустим, имеется многокомпонентная система (x_1, x_2, \dots, x_n) и несколько независимых оптимизирующих факторов (f_1, f_2, \dots, f_k) , где f_i – зависимости параметров и оптимизирующих факторов, для которых задан набор табличных данных, полученный в результате измерений, наблюдений и т. д. Для определения оптимизирующей области параметров в зависимости от значений оптимизирующих факторов:

- задают гиперповерхность оптимизирующих факторов путем подбора кривых определенного класса, имеющих определенное расположение относительно исходных точек для каждого фактора f_i ;

- выбирают и задают оптимальные значения факторов $f_i = f_{i \text{ оптим}}$, которые будут геометрически являться гиперплоскостью уровня;

- определяют область пересечения гиперповерхности с гиперплоскостью уровня в пространстве n и получают оптимизирующую область изменения параметров для заданных оптимальных значений факторов.

Рассмотрим действие вышеприведенного алгоритма при решении прикладной задачи швейного производства – оптимизации процесса ниточного соединения деталей одежды.

Основными объектами исследования являлись ниточные соединения, выполненные на машине челночного стежка 1022-М класса. Стачивание производилось под углами 15, 30 и 75° к нитям основы, так как в данных направлениях швы испытывают наибольшие эксплуатационные нагрузки. Образцы швов были изготовлены с использованием швейных ниток различной линейной плотности на тканях различного волокнистого состава с вложением полиуретановых нитей. Характеристика швейных ниток представлена в табл. 1.

В качестве параметров процесса образования ниточного шва были выбраны: x_1 – длина стежка, мм; x_2 – линейная плотность швейных ниток, текс; x_3 – натяжение игольной нитки, даН. Основанием для выбора указанных параметров являлось то, что они наиболее часто выбираются и регулируются внутри технологического процесса. Усилие нажима лапки на ткань и диаметр иглы приняты постоянными, обеспечивающими качественную строчку.

Т а б л и ц а 1

Наименование швейных ниток	Ideal	Dortak	Bestex
Волокнистый состав	100% Пэф	100% Пэф	100% Пэф
Линейная плотность, текс	28	32	37
Разрывная нагрузка, сН	776	937	970

При проведении эксперимента параметры образования ниточного шва варьировались в следующих пределах: x_1 от 2 до 4 мм с шагом 1 мм; x_2 – 28, 32 и 37 текс; x_3 от 0,2 до 0,6 даН с шагом 0,2 даН.

Критериями оптимизации выступали: f_1 – разрывная нагрузка ниточного шва в поперечном направлении, Н; f_2 – жесткость ниточного шва, мкН·см²; f_3 – разрывная нагрузка ниточного шва в продольном направлении, Н. Определение разрывной нагрузки и жесткости ниточных швов осуществлялось стандартными методами [5], [6].

Следует особо отметить, что количество технологических параметров и критериев

оптимизации может увеличиваться в зависимости от требований прикладной задачи.

При конструировании гиперповерхности возникает необходимость в поиске вида кривой или поверхности определенного класса и порядка, определенным образом расположенную относительно данных точек. Данная задача решается с помощью вычисления аппроксимирующих или интерполирующих кривых, инцидентных всем или нескольким точкам из исходного набора данных. В случае если экспериментальные данные получены с некоторой погрешностью, использование интерполяции может дать приближение плохого качест-

ва. Поэтому целесообразно строить приближающую функцию таким образом, чтобы уменьшить и сгладить влияние погрешности измерений и числа узловых то-

чек эксперимента. Такое сглаживание достигается при конструировании приближающей функции методом наименьших квадратов [7].

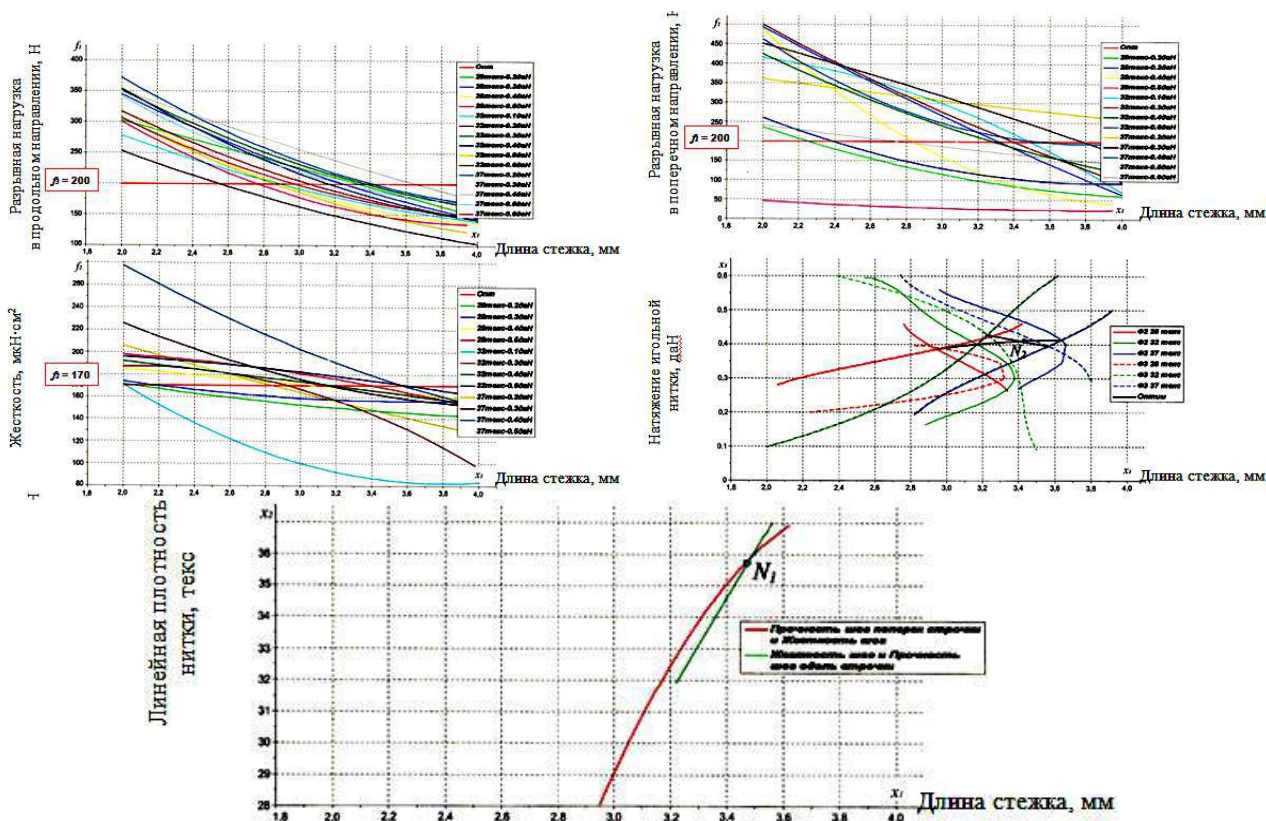


Рис. 1

На рис. 1 представлена оптимизационная модель процесса соединения джинсовой ткани с вложением эластичных нитей (55% ВХ; 40% ВПэф; 5% спандекс) челночной линейной строчкой, выполненной под углом 30° к нитям основы. Линией красного цвета отмечены уровни оптимальных значений критериев оптимизации (гиперплоскости). Например, значения оптимального уровня разрывной нагрузки принято равным $f_{1 \text{ оптим}} = f_{3 \text{ оптим}} = 200 \text{ Н}$ как в продольном, так и в поперечном направлении, а жесткости — $f_{2 \text{ оптим}} = 170 \cdot 10^3 \text{ мкН·см}^2$.

В результате построения пересечения гиперповерхности с гиперплоскостью уровня оптимизационной областью является точка N (N_1, N_2), координаты которой $x_1^N = 3,5$; $x_2^N = 36$; $x_3^N = 0,4$, определяют значения параметров процесса образования ниточного шва, у которого $f_{1 \text{ оптим}} =$

$$= 200 \text{ Н}, f_{2 \text{ оптим}} = 170 \cdot 10^3 \text{ мкН·см}^2 \text{ и } f_{3 \text{ оптим}} = 200 \text{ Н}.$$

С целью автоматизации построения чертежей геометрических моделей разработана компьютерная программа, которая позволяет выполнять оптимизацию многофакторных процессов с различным числом параметров в зависимости от заданных значений показателей качества [8].

Таким образом, чертеж Радищева дает возможность наглядно рассматривать процесс ниточного соединения в виде геометрической модели многих переменных ($n \geq 3$) и позволяет определять качество шва при одновременном учете нескольких критериев оптимизации.

ВЫВОДЫ

1. Сформулирован алгоритм определения области пересечения гиперповерхно-

сти с гиперплоскостью на чертеже Радищева, позволяющий получать результаты решений прикладных задач в виде графических оптимизационных моделей.

3. Построена графическая оптимизационная модель процесса ниточного соединения деталей одежды, позволяющая варьировать значениями основных параметров и выбирать режимы, обеспечивающие требуемые свойства шва.

2. Создано программное обеспечение для автоматизации построения чертежей оптимизационных моделей многофакторных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кокеткин П.П. Механические и физико-химические способы соединения деталей швейных изделий. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983.

2. Шаньгина В.Ф. Оценка качества соединений деталей одежды. – М., 1981.

3. Радищев В.П. О применении геометрии четырех измерений к построению равновесных физико-химических диаграмм // Изв. СФХА. – М., 1947.

4. Волков В. Я., Чижик М. А. Графические оптимизационные модели многофакторных процессов: Монография – Омск : ОГИС, 2009.

5. ГОСТ 28073–89. Изделия швейные. Методы определения разрывной нагрузки шва, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах – введ. 1990 – 01 – 07. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1989.

6. ГОСТ 10550–93. Материалы для одежды. Методы определения жесткости при изгибе. – Взамен ГОСТ 10550 – 63 ; введ. 1977 – 01 – 01. – М.: Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1982.

7. Богачев К. Ю. Практикум на ЭВМ. Методы приближения функций. – М. : Изд-во ЦПИ при механико-математическом ф-те МГУ, 2002.

8. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 5615 Российская федерация. Компьютерная программа "Оптимизация процессов" / О. В. Устинова, В. Я. Волков, М. А. Чижик. – заявл. 31.01.2006; дата регистрации 02.02.2006; дата выдачи 10.02.2006.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 30.07.13.

УДК 687.023:687.7

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ НАНОСЛОИ МЕТАЛЛОВ

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF TREATMENT THE PRODUCTS FROM COMPOSITE MATERIALS CONTAINING SPICALIZED METAL NANO-LAYERS

И.Ю.БЕЛОВА, Е.Е.БАБАШОВА, В.В.ВЕСЕЛОВ
I.YU. BELOVA, E.E. BABASHOVA, V.V. VESELOV

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute)

E-mail: belovairina2012@mail.ru

В работе представлены данные исследований влияния технологий металлизации текстильных материалов на уровень их прорубаемости иглой швейной машины, а также рекомендации по выбору швейных игл, которые целесообразно использовать в процессах изготовления камуфлирующих изделий.

The paper presents the research data of influence of textile materials metallization technologies on the level of their needle-punching, as well as recommendations on the choice of sewing needles, which should be reasonably used in the processes of camouflage products producing.

Ключевые слова: композиционные материалы, металлонапыление, технологические свойства материалов, прорубаемость, иглы, форма заточки иглы, нитки, камуфлирующие изделия.

Keywords: composite materials, metal spattering, material technological properties, needle-punching, threads, camouflage products.

Использование новых материалов, обеспечивающих возможность изготовления швейных изделий специального назначения с заданным комплексом свойств, невозможно без специальной проработки, предполагающей разработку технологических рекомендаций по режимам и параметрам обработки. Для композиционных материалов, содержащих специализированные нанослои металлов, использующихся в процессах изготовления специальных камуфлирующих изделий, разработка таких рекомендаций приобретает особое значение, так как металлизированное покрытие, наносимое на материал только с изнаночной и (или лицевой) стороны, существенно меняет технологические свойства материалов, а к качеству ниточных соединений таких изделий предъявляется высокий уровень требований.

Основная цель представленной работы – исследование композиционных материалов, содержащих частицы металлов в виде покрытия или в составе химической композиции, наносимой на материал, разработка рекомендаций по выбору швейных игл для выполнения ниточных соединений деталей при изготовлении швейных изделий специального назначения.

Для решения поставленной задачи были отобраны материалы, имеющие защитно-маскировочный цвет и рисунок, используемые в производстве одежды для военнослужащих разного волокнистого состава, структуры и поверхностной плотности зарубежных и отечественных производителей. Модификация текстильной основы осуществлялась следующими способами. Первый – на материалы методом

магнетронного напыления наносилось металлизированное покрытие (металл или сплав металлов) с одной (изнаночной) и (или) лицевой стороны [1] (рис. 1-а и б – варианты модификации текстильных материалов). Второй – на текстильную основу наносилась химическая композиция с содержанием частиц металла (рис. 1-в).

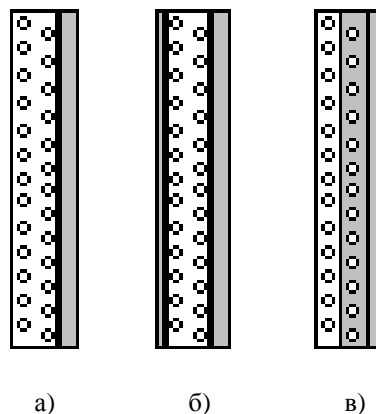


Рис. 1

Металлизация материалов осуществлялась на промышленной установке ИвТех-Маш. На изнаночную сторону наносился слой алюминия в количестве $2,0...2,2 \text{ г/м}^2$ толщиной $70...110 \text{ нм}$, на лицевую – слой нержавеющей стали толщиной в количестве $1,5 \text{ г/м}^2$ толщиной $30...50 \text{ нм}$. Металлизация материалов, содержащих хлопчатобумажные нити (рис. 1-в) осуществлялась в лаборатории ИвНИИПИК, для чего использовалась полимерная композиция из смеси алюминиевой пудры и связующего на основе акриловых и метакриловых сложных эфиров, например, бутилакрилата, акрилонитрила и метакриловой кислоты и акрилового загустителя. Композиция

наносилась на изнаночную сторону текстильного материала ракельным методом с последующей термофиксацией. После нанесения металлизированного слоя поверхностная плотность материала, на который

наносилась композиция, увеличивается приблизительно на 20% [2]. В табл. 1 дана характеристика объектов исследования, в табл. 2 – характеристика машинных игл [3].

Таблица 1

Материал, взятый в качестве текстильной основы, на которую наносилось металлизированное покрытие (артикул, изготовитель)	Поверхностная плотность, г/м ²	Волокнистый состав	Способ модификации текстильной основы
Oxford 240 имп. поставщик Балтийский текстиль	170	100% ПЭ	Металлонапыление с изнаночной стороны (рис. 1-а)
Хантер имп. поставщик Балтийский текстиль	240	100% ПЭ	Металлонапыление с изнаночной стороны (рис. 1-а)
Taffeta имп. поставщик Pro-Textile®	210	100% ПЭ	Двустороннее металлонапыление (рис. 1-б)
Защита классика 240 ОАО Чайковский текстиль	240	67% ПЭ 33% Вис	Двустороннее металлонапыление (рис. 1-б)
Премьер Standart 210 (арт. 81423) ОАО Чайковский текстиль	210	65% ПЭ 35% ХЛ	Пропитка химической композицией, содержащей частицы металла (рис. 1-в)
С19ЮД ОАО Родники	270	100% ХЛ	Пропитка химической композицией, содержащей частицы металла (рис. 1-в)
С27 БЮ Барнаульский меланжевый комбинат	280	80% ХЛ 20% ПЭ	Пропитка химической композицией, содержащей частицы металла (рис. 1-в)







Выбор объектов исследования (материалов) обоснован технологическими ограничениями используемых технологий металлизации текстильных материалов. Метод магнетронного распыления реализуется в глубоком вакууме (порядка $5 \cdot 10^{-5}$ мм рт.ст.), позволяет наносить на ткани тонкие пленки металлов и их сплавов, в соответствии с чем целесообразно для реализации этой технологии использовать материалы, содержащие химические волокна и нити. Хлопкосодержащие материалы для использования этой технологии непригодны по причине того, что при металлизации таких материалов получение глубокой вакуумной среды требует больших временных затрат и энергоресурсов, что экономически нецелесообразно.

По оценкам информационно-аналитического агентства "Анитэкс" [3] в общем объеме российского выпуска готовых тканей для производства корпоративной, спе-

циальной и форменной одежды преобладают ткани хлопчатобумажные (58,1%) и смесовые (35,2%). В соответствии с чем авторами разработана специальная технология металлизации материалов, предполагающая возможность использования в производстве камуфлирующих изделий гигроскопичные материалы, содержащие хлопчатобумажные нити (рис. 1-в) [2].

Толщина машинной иглы и форма заточки ее острия, а также качественные характеристики текстильных материалов оказывают непосредственное влияние на повреждения (прорубаемость) материала в процессе образования ниточной строчки. Для проведения исследований были взяты машинные иглы Schmetz® метрических номеров 90, 100 и 110, характеризующих толщину (диаметр) иглы в сотых долях миллиметра. Форма заточки острия игл представлена в табл. 2.

Таблица 2

Вид острия		Тип	Назначение
		R	Тонкое острие с заостренной заточкой является стандартным острием
		SES	Слегка закругленное острие предназначено для выполнения строчек на тонких трикотажных тканях и джерси. Легко раздвигает нити ткани, исключая повреждение материала
		LR	Режущее острие с правосторонним скосом. Разрез производится под углом 45° к направлению шва, и шов получается с небольшим наклоном влево.

Основные задачи проводимых исследований.

1. Оценить влияние толщины и вида заточки острия иглы швейной машины на прорубаемость материала.

2. Оценить влияние количества соединяемых слоев материала на уровень повреждения материала иглой.

3. Оценить влияние композиционных материалов, содержащих частицы металлов в виде пленочного покрытия или в составе химической композиции, наносимой на материал, на интенсивность процесса затупления острия иглы швейной машины.

Исследования проводились на материалах, характеристика которых представлена в табл. 1. Результаты исследований на прорубаемость для каждого артикула материала фиксировались в регистра-

ционном журнале. Представленные на рис. 3 и рис. 4 данные – результат, полученный после статистической обработки экспериментальных данных по материалам каждой группы (рис. 1-а и б и рис. 1-в). Данные результатов исследований показали, что способ металлизации поверхности текстильного материала (одностороннее и двухстороннее рис. 1-а и рис. 1-б) на прорубаемость их иглой в процессе выполнения ниточной строчки не влияет, в соответствии с чем эти материалы были объединены и представлены на рис. 3 и рис. 4 одной исследовательской группой. Рис. 3 – влияние толщины и формы заточки острия иглы швейной машины на прорубаемость материалов; рис. 4 – повреждения материала иглой при разном количестве соединяемых слоев.



а)



б)

Рис. 2

Прорубаемость текстильного материала характеризуется частичным (рис. 2-а) или полным (рис. 2-б) разрушением отдельных нитей материала иглой в процессе механического воздействия на него (прокола) при выполнении строчки. Оценка степени повреждения материала иглой (прорубаемость) осуществлялась визуалью, с

использованием электронного микроскопа АККОРД VC68U по методике ЦНИИШП, в соответствии с которой прорубаемость характеризуется числом поврежденных нитей, приходящихся на 100 проколов иглы. Для проведения исследований подготавливали пробы размером 200×100 мм, вырезанные по нити основы и нити утка.

Пробы складывали в два (три) слоя в доле-
вом направлении и выполняли на них пять
параллельных холостых машинных строч-
чек челночного стежка на расстоянии 10

мм одна от другой длиной 150 мм каждая
и частотой 4 стежка на 1 см строчки по-
очередно иглами разной толщины и фор-
мы заточки.

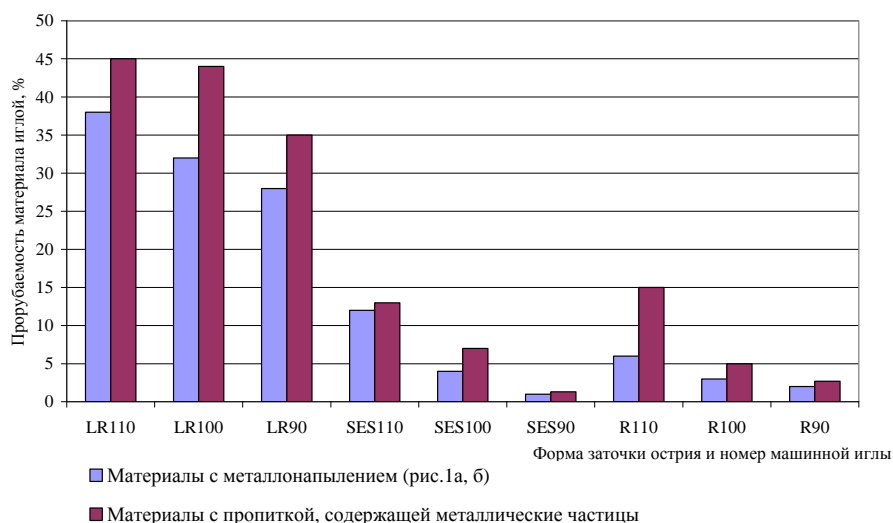


Рис. 3

Результаты, представленные на рис. 3,
наглядно показывают, что самое высокое
значение прорубаемости получено при
выполнении строчек на материалах иглами
с формой заточки острья LR, поэтому в
дальнейших исследованиях данные иглы

не использовались. Для игл с заточкой
острия SES и R количество поврежденных
нитей в соединяемых материалах возрастает
с увеличением толщины иглы и коли-
чества соединяемых слоев (рис. 4).

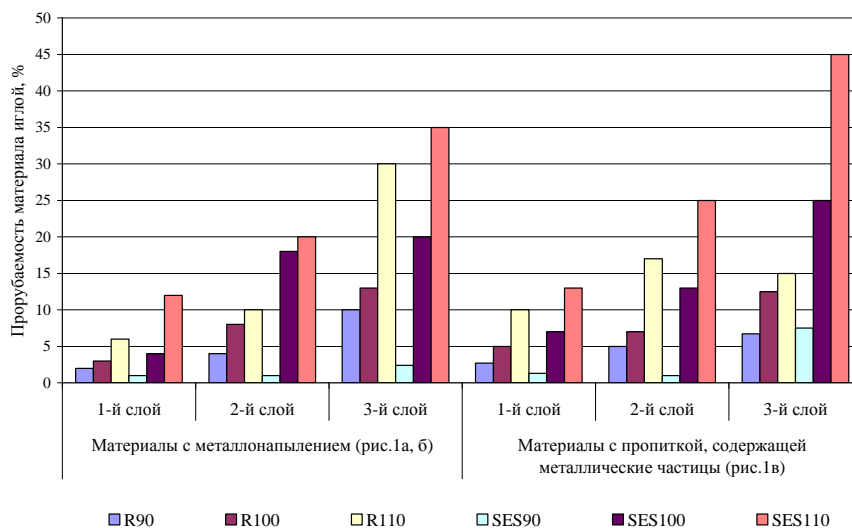


Рис. 4

На основании анализа результатов про-
веденных исследований можно сделать
следующие выводы и рекомендации:

– при выполнении ниточных соедине-
ний деталей из композиционных материа-
лов, содержащих металлизированные слои,

целесообразно использовать иглы № 90 и 100 с формой заточки острия R;

– прорубаемость материала увеличивается с увеличением количества соединяемых слоев, в соответствии с чем целесообразно использовать конструкцию швов с наименьшим количеством слоев ткани (стачной двухслойный, накладной двухслойный с открытыми срезами).

Затупление острия машинной иглы приводит к повышению уровня прорубаемости материала, а также может стать причиной пропуска стежков, обрывности игольной нитки, стянутости материала ниточной строчкой и др. Оценка влияния композиционных материалов, содержащих частицы металлов в виде пленочного покрытия или в составе химической композиции, наносимой на материал, на интенсивность процесса затупления острия иглы швейной машины осуществлялась по косвенной характеристике "изменение прорубаемости материала иглой" следующим образом. На трехметровой полосе материала, сложенной лицом с лицом в два слоя (для моделирования процесса соединения деталей), на образцах:

– без металлизации разного волокнистого состава с учетом соответствующего способа модификации поверхности (арт. Taffeta имп. поставщик Pro-Textile®1a и арт. С19ЮД и ОАО Родники);

– с односторонней металлизацией (рис. 1-а);

– с пропиткой, содержащей частицы металла (рис. 1-в), выкроенных по нити основы шириной 0,5 м в лабораторных условиях на универсальной швейной машине (1022 М кл. Орша) при скорости работы главного вала 2800 об/мин. Сначала выполняли четыре контрольные строчки нитками контрастного цвета на расстоянии 1 см друг от друга, а затем между контрольными строчками – 180

метров холостой строчки иглами № 90 и 110 с формой заточки острия R, после чего оценивали количество повреждений (прорубаемость) материала иглой в зоне А (начало), Б (середина) и В (конец) (рис. 5 – исследование изменения степени прорубаемости материала иглой) по круглому шаблону диаметром 1,5 см. Параметры шаблона определены конструктивными особенностями одномоментной охватываемой зоны видимости микроскопа AKKORD VC68U.

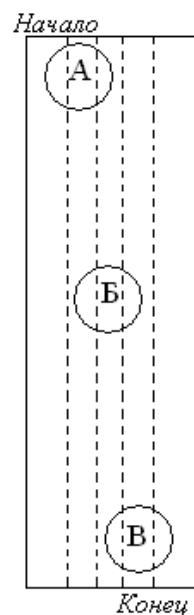


Рис. 5

При частоте выполняемой строчки 4 ст в 1 см и 20 холостых строчек между контрольными линиями на расстоянии 5...6 мм друг от друга в зону видимости шаблона попадает 10 проколов материала иглой. На выполнение 180 метров холостой строчки требовалось около часа работы швейной машины. Изменение количества повреждений материала иглой в зонах А, Б и В на материалах без обработки и при различных способах модификации представлено на рис. 6.

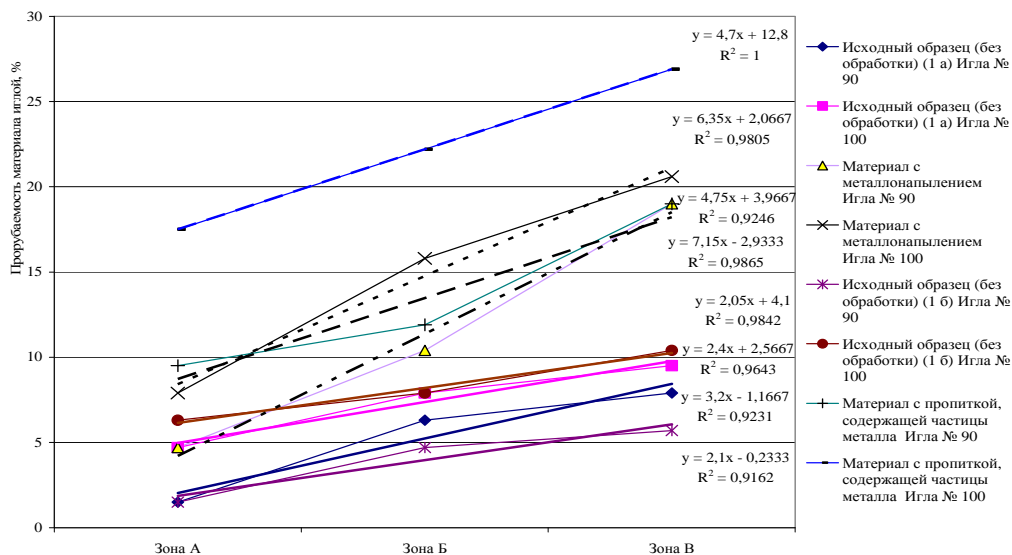


Рис. 6

Интенсивность процесса затупления иглы оценивалась по коэффициенту уравнения, характеризующему динамику изменения количества повреждений материала иглой с течением времени (рис. 6 и табл. 3). Данные исследований позволяют говорить о том, что модификация поверхности текстильного материала металлом приводит к ускорению процесса

затупления иглы швейной машины более чем в 2 раза. Данный факт должен быть доведен до сведения технологов швейных предприятий при размещении заказов на изготовление швейных изделий специального назначения из материалов, содержащих специализированные нанослои металлов.

Таблица 3

Номер иглы	Коэффициенты (рис. 6)			
	арт. Taffeta имп. поставщик Pro-Textile®		арт. С19ЮД ОАО Родники	
	исходный образец (без обработки)	материал с металлонанпылением	исходный образец (без обработки)	материал с пропиткой, содержащей частицы металла
Игла № 90	3,20	7,15	2,1	4,75
Игла № 100	2,40	6,35	2,05	4,70

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент RU 2398045, МПК С23С14/02 и др. Способ модификации поверхности текстильного материала / Б.Л.Горберг и др.; заявитель и патентообладатель Б.Л.Горберг и др., заявл.25.12.2008; опубл. 27.08.2010
2. Решение о выдаче патента по заявке № 2011153627 (080692) от 13.09.2013. Двусторонний многослойный камуфлирующий материал / И.Ю. Белова, Л.И. Бондаренко, Е.Е. Бабашова; заявитель и патентообладатель ИГТА, заявл. 27.12.2011.
3. ОТЧЕТ по результатам маркетингового исследования "Анализ рынка тканей для корпоративной, специальной и форменной одежды России и

прогноз его развития до 2012г. в условиях мирового экономического кризиса" [Электронный ресурс] /http://cotton.ru/clothe/report_fabr_protect_cloth.shtml.

4. Белова И.Ю., Веселов В.В. Иглы к швейным машинам. Справочное пособие. – Иваново: ИГТА, 2008.
5. Инструкция. Технические требования к соединениям деталей швейных изделий: утв. 19.12.90. – Взамен ОСТ 17-835-80. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1991. – 101с. – (ЦНИИШП).

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий Текстильного института ИВГПУ. Поступила 04.06.13.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ ВЕТРА *

RESEARCH OF THERMAL INDICATIONS OF CLOTHES PACKAGES IN THE WIND CONDITIONS

А.В. АБРАМОВ, М.В. РОДИЧЕВА
A.V. ABRAMOV, M.V. RODICHEVA

(Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, г. Орел)
(State University, Training and Scientific-Production Complex)
E-mail: ant-lin88@mail.ru; ral@orel.ru

Разработка ветрозащитной одежды является важной и актуальной задачей. Ее решение связано с поиском конструктивных решений на основе экспериментальных исследований теплообмена человека с окружающей средой в условиях ветра.

Development of windproof clothes is an important and actual task. Its solving is connected with the search of constructive decisions on the basis of experimental research of person heat exchange with environment in wind conditions.

Ключевые слова: биотехническая система "человек – одежда – окружающая среда", вынужденная конвекция, аэродинамическая установка.

Keywords: biotechnical system "a person-clothes-environment", compelled convection, aerodynamic installation.

Традиционный подход к проектированию ветрозащитной одежды основан на предположении что ветер, проникая в структуру пакета, повышает интенсивность движения воздуха в структуре утеплителя и микропрослойках, что приводит к снижению теплового сопротивления пакета. Поэтому ткани с низкой воздухопроницаемостью препятствуют проникновению ветра в структуру пакета и эффективно защищают от ветра. Однако подобный подход не позволяет решить задачи вывода пота и продуктов кожного дыхания из-под одежды, что приводит к ухудшению самочувствия человека.

Инновационная одежда должна эффективно защищать от воздействия холода и ветра, а также обладать высоким уровнем гигиенических свойств, что возможно на

основе нетрадиционных сочетаний верха и утеплителя.

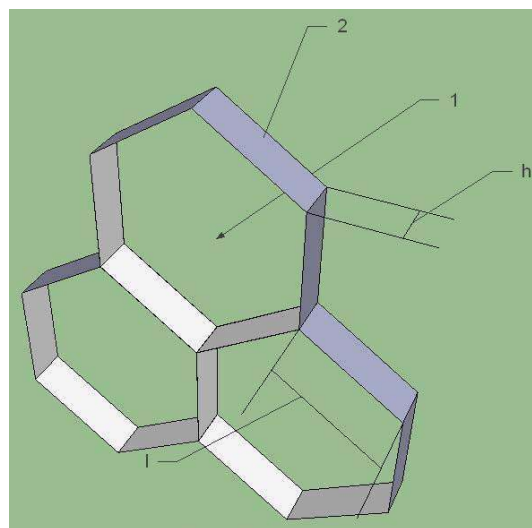


Рис. 1

* Работа выполнена в рамках проекта № 12-08-97577 "Теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и влагопереноса в структуре капиллярно-пористых коллоидных полотен", поддержанного Правительством Орловской области.

Так, U. Danielsson [3] отмечает, что ворсистые ткани в ряде случаев защищают от ветра лучше, чем воздухонепроницаемые. Последние исследования доказывают эффективность ячеистых структур при утеплении пакета одежды в условиях ветра. Авторский вариант такой структуры (рис. 1 – ячеистый утеплитель) содержит систему жестких ребер (поз.2), стабилизирующих воздушные ячейки (поз.1).

Однако рекомендации по использованию сочетаний ворсистых тканей и ячеистых структур при проектировании ветрозащитной одежды должны основываться на результатах экспериментальных исследований процессов теплообмена в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда", для чего необходимо использовать аэродинамические установки. К числу наиболее совершенных могут быть отнесены аэродинамические камеры В.С. Кощева и U. Danielsson, которые позволили решить ряд важных задач проектирования ветрозащитной одежды [1], [3].

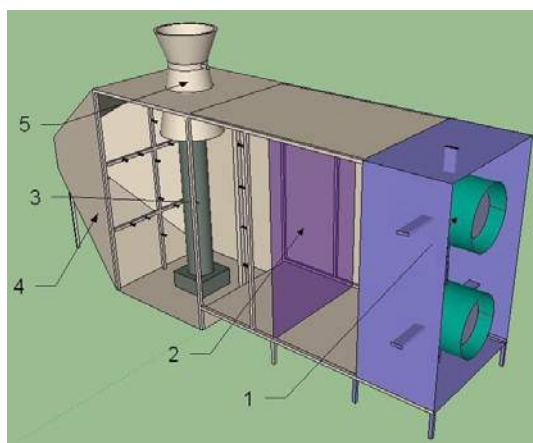


Рис. 2

Предлагаемый нами вариант аэродинамической установки (рис. 2) содержит вентиляторную (1), подготовительную (2) и теплообменную камеры (поз. 3), боковой (4) и верхний (5) аэродинамические концентраторы. Конструкция и принципы ее работы подробно рассмотрены ранее [2]. Инструментальное и методическое обеспечение камеры позволяет оценивать изменение плотности теплового потока в структуре ($q_{\text{пак}}$, Вт/м²) и на поверхности пакета одежды в условиях ветра. Методика

исследования плотности теплового потока в структуре пакета подробно рассмотрены ранее [2]. Плотность теплового потока на поверхности пакета одежды рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{Q_{\text{вын}} + Q_{\text{смеш}} + Q_{\text{луч}}}{F_{\text{пов-пак}}}, \quad (1)$$

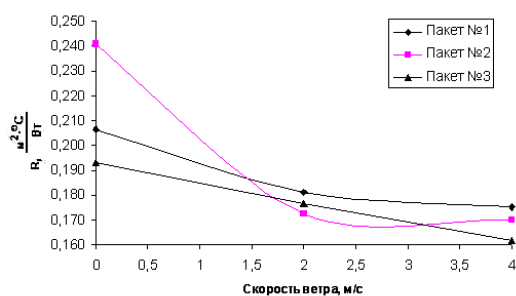
где $Q_{\text{вын}}$, $Q_{\text{смеш}}$, $Q_{\text{луч}}$ – потоки тепла соответственно за счет вынужденной (регистрируется в боковом концентраторе) и смешанной конвекции (регистрируется в верхнем концентраторе) теплового излучения, Вт; $F_{\text{п}}$ – площадь теплообмена поверхности пакета одежды, м².

Расчет тепловых потоков основан на оценке массового расхода воздуха в верхнем и боковом аэродинамических концентраторах; прироста температуры воздуха при теплообмене с поверхностью исследуемого пакета; измерении температур внешней поверхности пакета одежды и стенок теплообменной камеры. Методики проведения исследований рассмотрены в [2].

С помощью аэродинамической камеры исследована структура теплообмена в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда" при различной комплектации пакетов одежды, состоящем из пяти слоев: бельевого (полотно кулирное хлопчатобумажное), свитером (полотно кулирного главного переплетения), подкладки (ткань полиэфирная, полотняного переплетения), утеплителя (ватин, синтепон, инновационные ячеистые структуры с ячейкой $h=20$ мм; $l=50$ мм), верха (воздухонепроницаемые ткани с односторонним изнаночным полиуретановым покрытием, шерстяной драп).

На рис. 3 представлены результаты исследований суммарного теплового сопротивления пакетов одежды с воздухонепроницаемым верхом при различных утеплителях (пакет №1 – ватин, пакет №2 – синтепон, пакет №3 – утеплитель на основе ячеистой структуры). В условиях спокойного воздуха наилучшие теплозащитные свойства отмечаются у пакета на основе синтепона. В условиях ветра со скоростью 2 м/с максимальное снижение теплоза-

щитных свойств наблюдается у пакета на основе ватина. При дальнейшем увеличении ветра снижение теплозащитных пока-



зателей становится менее выраженным и равномерным для всех пакетов.

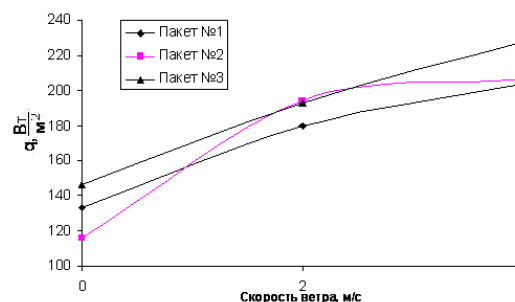


Рис. 3

Наибольшее падение температур (рис. 4 – распределение температурного поля в структуре пакетов одежды для скоростей движения воздуха 2 и 4 м/с; а) – пакет №1, б) – пакет №2, в) – пакет №3) наблюдается в структуре пакета с ячеистым утеплителем. Очевидно, что основным механизмом теплообмена в воздушных ячейках является тепловое излучение. Поэтому снижение степени черноты внутренней поверхности верхнего слоя может способст-

вовать повышению теплозащитных свойств пакета за счет уменьшения лучистой составляющей теплообмена в ячеистой структуре. Согласно результатам предварительных исследований металлизация внутренней поверхности верхнего слоя позволяет повысить суммарное тепловое сопротивление пакета на 10...15%. Эти данные нуждаются в более детальной проверке.

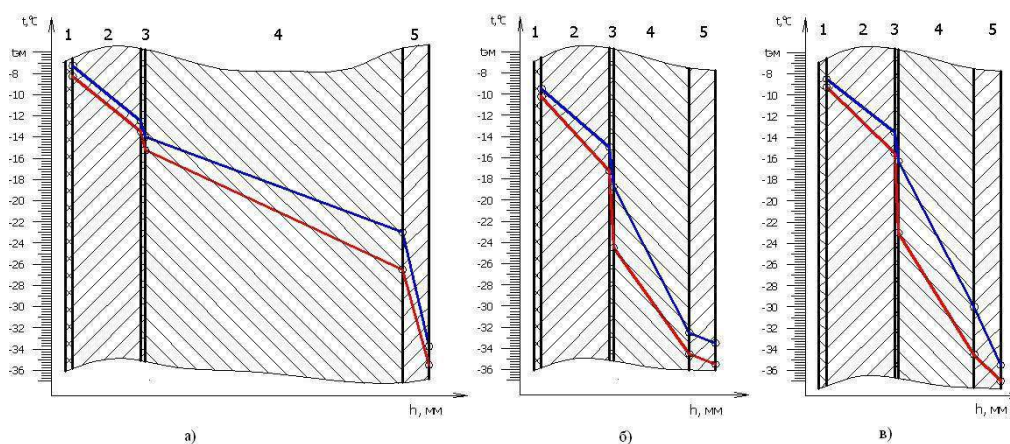


Рис. 4

На рис 5 представлены результаты исследований по суммарному тепловому сопротивлению пакетов одежды с различными вариантами тканей верха (№ 2 – воздухо непроницаемый с односторонним изнаночным полиуретановым покрытием, №4,5 – шерстяной драп) и утеплителем (№ 2,4 –

синтепоном, №5 – ячеистый утеплитель). Шероховатый и толстый в сравнении с воздухо непроницаемыми тканями драп обеспечивает лучшие теплозащитные свойства как в условиях спокойного воздуха, так и в условиях ветра, несмотря на более высокую воздухопроницаемость.

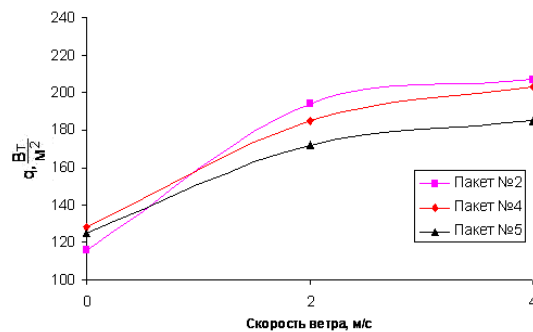
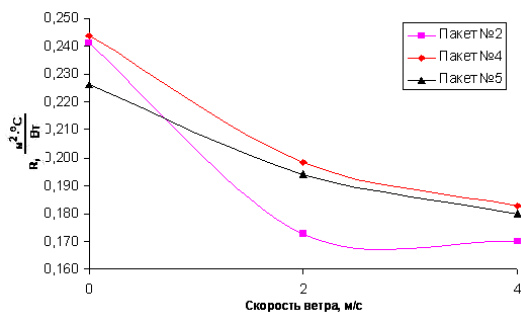


Рис. 5

ВЫВОДЫ

1. Традиционный подход к проектированию утепленной одежды не всегда позволяет обеспечить эффективную защиту человека в условиях пониженных температур и ветра.

2. Теплообмен человека с окружающей средой в условиях холода и ветра исследовался с помощью аэродинамических установок. Авторский вариант такой установки позволяет численно оценить отдельные составляющие теплообмена.

3. Показано, что в условиях ветра теплозащитная эффективность пакетов одежды на основе шерстяного драпа в ряде случаев эффективнее пакетов на основе воздухо непроницаемых тканей с односторонним изнаночным полиуретановым покрытием.

4. Повышение теплозащитных свойств утепленной одежды может быть обеспечено за счет проектирования нетрадиционных утеплителей. Например, использова-

ние ячеистых структур позволяет повысить теплозащитную эффективность одежды на 10...15%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошечев В.С. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека от холода. – М.: Медицина, 1981.

2. Родичева М.В., Абрамов А.В., Уваров А.В., Татарнинова Г.Ю. Устройство для исследования процессов комбинированного теплообмена в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда" // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: Госуниверситет - УНПК, 2012, № 2...5 (292). С.104...111.

3. Danielsson U. Predicting the Impact from Wind and Activity on Thermal Characteristics of Ensembles // 6-th international thermal manikin and modeling meeting: Thermal Manikins and Modelling. – 2006. P.139...149.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий. Поступила 20.05.13.

СОЕДИНЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ САМОКЛЕЮЩЕГОСЯ ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА*

CONNECTION OF PROTECTIVE MATERIALS WHEN USING SELF-ADHESIVE FILM MATERIALS

М.В. СУРИКОВА, О.В. МЕТЕЛЕВА, Е.И. КОВАЛЕНКО
M.V.SURIKOVA, O.V.METELEVA, E.I.KOVALENKO

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(The Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: dep51@igta.ru

Представлены результаты экспериментальной оценки физико-механических свойств клеевых соединений материалов с разнородными свойствами, применяемых при изготовлении средств индивидуальной защиты. Даны рекомендации по используемым материалам.

The article presents the results of an experiment estimation of physical and mechanical properties of glutinous connections of materials with heterogeneous properties, applied when producing the means of individual defense. Recommendations on the used materials are given.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты лица и головы, самоспасатель, клеевое соединение, материалы с разнородными свойствами.

Keywords: means of individual defense of a face and a head, self-rescuer, glutinous connections, materials with heterogeneous properties.

При изготовлении современных швейных изделий применяют широкий ассортимент материалов, различных как по составу, структуре, так и по свойствам (эластичные и неэластичные пленочные материалы, ткани с пленочным покрытием, нетканые материалы, прорезиненные материалы, искусственная кожа) [1]. В литературе и нормативно-технической документации отсутствуют какие-либо сведения или рекомендации по соединению разнородных материалов.

Традиционные ниточные способы для качественного соединения подобных материалов не могут быть применены, поскольку возникают определенные трудности: разрушается структура пленочных материалов, затруднено либо невозможно продвижение пакета под лапкой швейной

машины, нарушается герметичность швов. При изготовлении определенных видов швейных изделий, например самоспасателей, последнее требование является обязательным.

Целью работы является исследование возможности соединения разнородных по технологическим свойствам материалов с применением нового вспомогательного безосновного клеевого материала.

В качестве объектов исследования рассмотрены несколько групп материалов. При изготовлении, например средств индивидуальной защиты, возникает необходимость соединения различных материалов: капюшон (ткань с пленочным покрытием) и фильтрующая маска (нетканый материал, нетканый фильтрующий материал), капюшон и обтюратор (ткань с пле-

* Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного контракта № 14.513.11.0067 в 2013 г. на поисковую научно-исследовательскую работу.

ночным покрытием и эластичный пленочный материал), капюшон и иллюминатор (ткань с пленочным покрытием и полиимидная пленка). Подобные комбинации приняты за основу в исследовании при формировании пакета материалов. Кроме того, комбинации возможных соединений материалов расширены для изучения возможностей применения разработанного безосновного самоклеящегося пленочного

материала (табл. 1 – виды применяемых материалов). Порядковый номер материала является его условным обозначением при кодировании видов соединений. Для соединения материалов использован накладной шов с открытыми срезами с односторонней или двусторонней фиксацией безосновным самоклеющимся пленочным материалом (БСПМ) [2].

Таблица 1

Условное обозначение материала	Наименование материала	Характеристики свойств материалов				
		поверхностная плотность материала, г/м ²	толщина, мм	жесткость, сН	упругость, %	
M1	Современные защитные материалы	Плащевая ткань с пленочным покрытием	74	0,09	0,768	40
M2		Искусственная кожа (материал облегченный с пониженной горючестью)	458	0,39	4,864	85
M3		Прорезиненный материал А	284	0,38	2,304	85
M4		Прорезиненный материал В	405	0,45	3,328	90
M5	Нетканые материалы	Объемный нетканый фильтрующий материал ФПП-15-1,5	247	1,85	6,144	80
M6		Нетканый материал спандбонд, обработанный антипиреном	89	0,4	1,536	74
M7		Нетканый материал спандбонд	58	0,38	1,024	75
M8	Пленочные материалы	Полиимидная пленка	26	0,01	0,512	25
M9		Эластичный пленочный материал А	10	0,09	---	---
M10		Эластичный пленочный материал В	300	0,28	---	---

Оценку качества швов выполняли по:

- адгезионной прочности на расслаивание (Ср) – прибор СРМ ВПБ-10;
- адгезионной прочности на сдвиг – способности выдерживать растягивающие нагрузки без нарушения герметичности соединения в поперечном направлении – прибор СРМ ВПБ-10;
- динамике адгезии – изменению сопротивления расслаиванию с течением времени существования клеевого соединения – прибор СРМ ВПБ-10;
- способности выдерживать растягивающие нагрузки без нарушения герметичности соединения в продольном направлении – прибор РТ-250 М-2 ("Ивмаш-прибор", г. Иваново).

Исследования показали, что адгезионная прочность на расслаивание зависит от

нескольких составляющих: адгезионной активности (АА) исходных материалов, толщины клеевого слоя пленки, времени склеивания.

Адгезионная активность исходных материалов зависит от структуры поверхности – чем более гладкая поверхность, тем быстрее произойдет затекание клея в микровпадины материала, и чем более она неоднородна и шероховата (нетканые клееные и иглопрошивные полотна), тем дольше будет протекать процесс во времени. Материалы М5, М6, М7 – адгезионно неактивные – адгезионная прочность соединений их с разными материалами остается практически на одном и том же уровне (рис. 1, определена после образования клеевого соединения). Наличие отделки при этом не влияет на прочность расслаивания (разность между Ср материалов б и

7 составляет 0,2...0,6 Н). Более важным фактором при формировании соединения является структура материалов.

Исследуемые эластичные пленочные материалы (9 и 10) имеют высокую АА. Поэтому первым всегда отслаивается материал с низкой АА. Отслаивание происходит неравномерно - дискретно (рис. 2). Разница в интенсивности отслаивания зависит от эластичности материала и составляет от 1,5 до 5 см в нерастянутом положении. При отслаивании БСПМ от эластичного материала преобладает процесс их совместного растяжения, что препятствует разрушению клеевого соединения и увеличивает его жизнеспособность.

В зависимости от структуры поверхности материалов после образования клеевого соединения время его существования до достижения наибольшей прочности составляет максимально 200 часов [3]. Для

материалов с условно гладкой поверхностью уже после 48 ч достигается высокое значение адгезионной прочности (Ср). При этом толщина клеевого слоя пленки также имеет значение – чем он больше, тем больше адгезионная прочность.

В результате исследования установлено – склеивать можно пленочные материалы с разной АА, в том числе и с нулевой. При этом, склеивая их с материалами, у которых АА больше, можно повысить АА первых. Причем получается не усредненная величина, а некий синергетический эффект, зависящий от приведенных выше факторов. Так, например, при склеивании прорезиненного материала А (М3) с эластичными пленками А и В (М9, М10) (рис. 1), адгезионная прочность на расслаивание различается в 1,5 раза (2 Н/см и 3 Н/см соответственно).

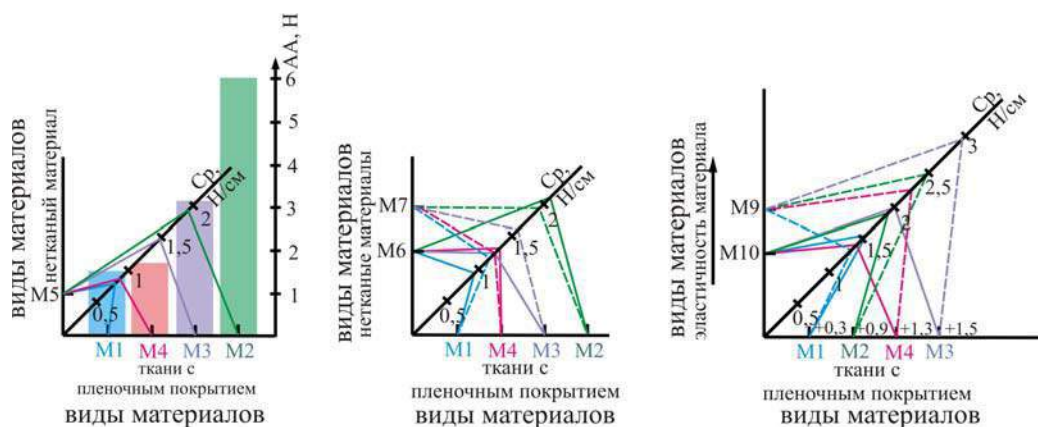


Рис. 1

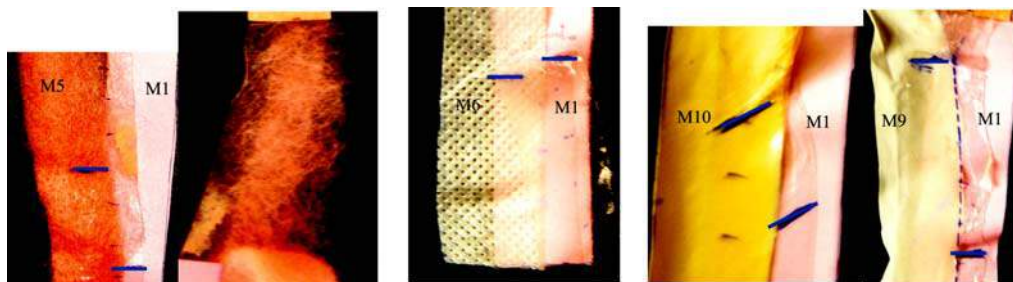


Рис. 2

При определении адгезионной прочности на сдвиг имеет значение конструкция шва – двусторонняя фиксация соединяемых слоев пленкой обеспечивает более надежное соединение (для материалов 6 и 7

эта разница составляет в 1,6...1,8 раза). В обоих случаях разрушается шов. Швы, в состав которых вошли эластичные пленочные материалы (М9 и М10), не разрушились – этому способствует высокая эла-

стичность материалов и шва в целом, а также достижение высокой адгезионной прочности. Этот факт важен при надевании самоспасателя – соединение обтюра-тора и капюшона испытывает значительные нагрузки растяжения в поперечном направлении. Высокая разрывная нагрузка (1,6 Н/см) обусловлена высокой эластичностью этих материалов (порядка 140%). Исследования показали, что для отдельных материалов прочность шва выше прочно-сти материала – это швы, в состав которых входит нетканый иглопробивной материал,

разрушение их происходит не на участке шва, а по материалу М5.

Исследование растягивающих нагрузок без нарушения герметичности соединения в продольном направлении показало, что всегда материал разрушается раньше, чем шов. При этом первым разрушается менее прочный материал (М1, М4, М5, М6, М7 – ткани с пленочным покрытием, нетканые материалы) один или вместе с БСПМ. Эластичный пленочный материал (М9 и М10) растягивается без разрушения (рис. 3).

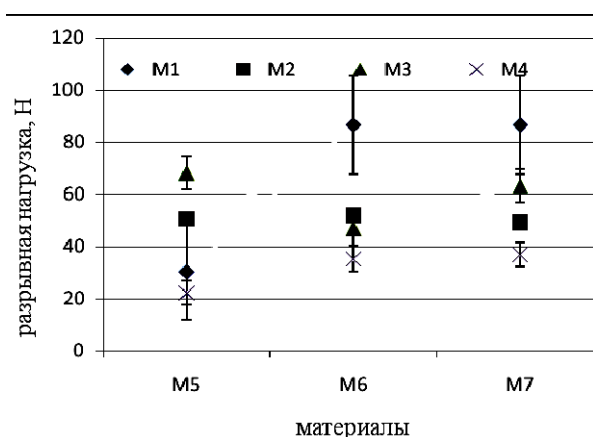


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования показали, что с помощью клеевого материала, разработанного на кафедре ТШИ можно соединять материалы разнородные: эластичные и неэластичные, различной структуры и с различными прочностными свойствами, в том числе с разной адгезионной активностью.

2. Установлено, что адгезионная прочность клеевого шва – относительная величина, которая несет в себе проявление синергетического эффекта, зависящего от ряда факторов:

- времени существования клеевого соединения;
- исходной эластичности материалов;
- различия в адгезионной активности соединяемых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белова И.Ю., Бубнова Т.С., Веселов В.В. Разработка технологии дифференцированного по свойствам ниточного соединения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №2. С. 72...77.
2. Метелева О.В., Сурикова М.В., Бондаренко Л.И. Получение прочных клеевых соединений трудносклеиваемых материалов для швейных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 91...93.
3. Метелева О.В. Теоретико-технологическая разработка процессов герметизации швейных изделий для повышения водозащитных свойств: Дис. ...докт. техн. наук. – Иваново, 2007.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 01.08.13.

УДК 677.054.845-231.321.2

**СРАВНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
РЫЧАЖНЫХ И КУЛАЧКОВЫХ ПРИВОДОВ
БАТАНА ТКАЦКИХ СТАНКОВ**

**COMPARISON OF DYNAMIC CHARACTERISTICS
OF LEVER AND CAM SLAY DRIVES OF LOOMS**

С. В. ЛУШНИКОВ, В. С. КУЗНЕЦОВА, Н. В. СТЕПНОВ
S. V. LUSHNIKOV, V. S. KUZNETSOVA, N. V. STEPNOV

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

Проведено сравнение неравномерности вращения главного вала ткацкого станка для кулачкового и рычажного приводов батана, имеющих одинаковую продолжительность выстоя (квазивыстоя) выходного звена.

Comparison of non-uniformity of a loom main shaft rotation for a cam and lever slay drives, which have equal duration of output link dwell (quasidwell), has been carried out.

Ключевые слова: ткацкий станок, батанный механизм, неравномерность движения главного вала, дифференциальное уравнение движения, кулачковый механизм, рычажный механизм с квазиостановками.

Keywords: a loom, a slay, non-uniformity of main shaft movement, differential equation of movement, a cam mechanism, a lever mechanism with quasistops.

В качестве привода батана ткацких станков используют рычажные и кулачковые механизмы. Рычажные механизмы проще в изготовлении и более долговечны. Кулачковые механизмы обеспечивают перемещение выходного звена по требуемому закону, тогда как рычажные механизмы способны воспроизвести заданный закон движения только приближенно. Совре-

менные методы проектирования с использованием вычислительной техники и оптимизационных процедур дают возможность получать рычажные механизмы, обеспечивающие высокую степень приближения закона движения выходного звена к требуемому закону [1], [2]. При сравнении рычажных и кулачковых механизмов, помимо анализа их кинематиче-

ских свойств, необходимо изучать и динамические характеристики механизмов, например, их влияние на неравномерность вращения главного вала ткацкого станка. Сравнивались характеристики кулачкового привода батана, выходное звено которого перемещается по трапецеидальному закону, и шестизвенного рычажного привода, для которого кинематические характеристики батана приведены в работе [2]. При этом продолжительность выстоя батана составляла $\varphi_m = 220$ град, угол качания $\psi_m = 24$ град. Угол малого качания батана, приводимого в движение рычажным механизмом на участке приближенного выстоя, составляет $\Delta\psi = \pm 0,26$ град.

Исследование установившегося движения главного вала выполним с помощью метода последовательных приближений [3], используя статическую характеристику электродвигателя. Этот метод определения периодического решения уравнения

$$J(\varphi)\ddot{\varphi} + 0,5J'(\varphi)\dot{\varphi}^2 = M_d(\dot{\varphi}) + M_c(\varphi), \quad (1)$$

основывается на предположении, что закон движения главного вала мало отличается от равномерного вращения с постоянной угловой скоростью ω_0 .

Уравнение (1) может быть представлено в виде:

$$J_0\ddot{\varphi} - M_d(\dot{\varphi}) - M_{c0} = \tilde{J}(\varphi)\ddot{\varphi} - 0,5\tilde{J}'(\varphi)\dot{\varphi}^2 + \tilde{M}_c(\varphi), \quad (2)$$

где $M_d(\dot{\varphi})$ – движущий момент; M_{c0} – средняя величина приведенного момента сопротивления; J_0 – средняя величина приведенного момента инерции; $\tilde{J}(\varphi)$ – переменная величина приведенного момента сопротивления; $\tilde{J}'(\varphi)$ – производная от приведенного момента инерции по углу поворота φ ; $\tilde{M}_c(\varphi)$ – переменная составляющая приведенного момента сопротивления.

Характеристикой механизма, отражающей его динамические свойства при установившемся движении, является возмущающий момент $L(t)$, характеризующий

внутреннюю виброактивность механизма [3]:

$$L(t) = -\tilde{M}_d(t) = -0,5J'(\omega_0 t)\omega_0^2 + \tilde{M}_c(\omega_0 t), \quad (3)$$

Величиной $\tilde{J}(\varphi)\ddot{\varphi}$ пренебрегаем, полагая, что ускорение главного вала $\ddot{\varphi}$ имеет небольшую величину.

Выполнены расчеты по определению возмущающего момента $L(t)$ для шестизвенного рычажного и кулачкового механизмов привода батана.



Рис. 1

Из графика (рис. 1) видно, что возмущающий момент $L(t)$, а следовательно, и внутренняя виброактивность, создаваемая рычажным механизмом (кривая 1), на всем участке перемещения батана имеет меньшие значения, чем момент, создаваемый кулачковым приводом (кривая 2).

Выполнен гармонический анализ возмущающего момента $L(t)$ для кулачкового механизма, осуществляющего перемещение батана по трапецеидальному закону и для рычажного механизма. Возмущающий момент не содержит постоянной составляющей и может быть представлен в форме ряда Фурье:

$$L(t) = \sum_{i=1}^{\infty} L_i \cos(i\nu t + \alpha_i),$$

где $\nu = 2\pi/t_{px}$, t_{px} – время перемещения батана.

Результаты гармонического анализа функции $L(t)$ показали, что наибольшее значение у кулачкового и рычажного механизмов имеют амплитуды 2-й гармоники, причем у кулачкового механизма эта амплитуда в 1,8 раза больше, чем у рычажного. Начальное значение угловой скорости определяется из условия равенства за цикл работы движущих сил и сил сопротивления. При решении уравнения силами сопротивления, возникающими в процессе приобоя, ввиду их кратковременного действия пренебрегаем. Величину движущего момента заменим его линеаризованным выражением:

$$M_d(\phi) = A - B\phi. \quad (4)$$

Введем новую переменную $\psi = \phi^{(k)} - \omega_0 t$, характеризующую отклонение угла поворота главного вала от его программного значения $\omega_0 t$. Величина ψ является динамической ошибкой по углу поворота главного вала. Тогда при $\dot{\psi} = \dot{\phi}^{(k)} - \omega_0$, $\ddot{\psi} = \ddot{\phi}^{(k)}$ получим линейное уравнение вида:

$$J_0 \ddot{\psi} + B \dot{\psi} = \sum_{i=1}^{\infty} L_i \cos(ivt + \alpha_i), \quad (5)$$

где B – крутизна статической характеристики.

Установившемуся движению системы соответствует частное периодическое решение уравнения (5), которое может быть записано в виде [3]:

$$\psi = \sum_{i=1}^{\infty} a_i \cos(ivt + \alpha_i + \beta_i), \quad (6)$$

где

$$a_i = \frac{L_i}{iv \sqrt{J_0^2 i^2 v^2 + B^2}}; \\ \cos \beta_i = \frac{J_0 iv}{\sqrt{J_0^2 i^2 v^2 + B^2}}; \quad \sin \beta_i = \frac{B}{\sqrt{J_0^2 i^2 v^2 + B^2}}.$$

Динамическая ошибка угловой скорости вращения главного вала определяется по формуле:

$$\dot{\psi} = - \sum_{i=1}^{\infty} \frac{L_i \sin(ivt + \alpha_i + \beta_i)}{\sqrt{J_0^2 i^2 v^2 + B^2}}. \quad (7)$$

Угловая скорость главного вала:

$$\dot{\phi}^{(k)} = \omega_0 + \dot{\psi}. \quad (8)$$

Из формул (6) и (7) следует, что гармоника возмущающего момента $L(t)$, имеющая частоту $\Omega = iv$, вызывает появление гармоники той же частоты в динамической ошибке движения главного вала. Ввиду того что метод последовательных приближений предполагает ряд допущений, расчеты по исследованию движения главного вала были повторены с использованием динамической характеристики электродвигателя (метод Вейца) [4]:

$$J(\phi) \ddot{\phi} + \frac{1}{2} J' \dot{\phi}^2 = M_d(\phi) + M_c(\phi), \quad (9) \\ \dot{\phi}_d = \dot{\phi}_{дс} \left[1 - v_d (M_d + T_d \dot{M}_d) \right],$$

где T_d – электромагнитная постоянная электродвигателя; v_d – крутизна статической характеристики. Решение системы двух дифференциальных уравнений (9) выполнялось методом Рунге-Кутты 4-го порядка. Результаты расчета по определению угловой скорости главного вала представлены на графиках рис. 2 (для рычажного привода) и рис. 3 (для кулачкового привода). Цифрой 1 обозначена кривая, полученная методом последовательных приближений, цифрой 2 – методом Вейца. Значения коэффициента неравномерности сведены в табл. 1.

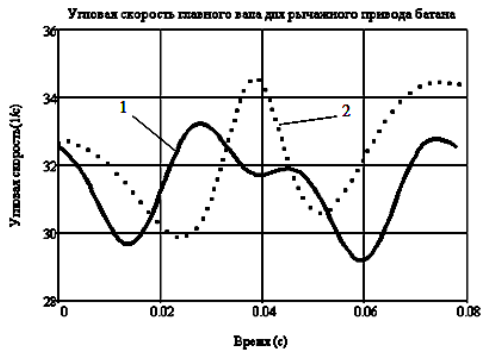


Рис. 2

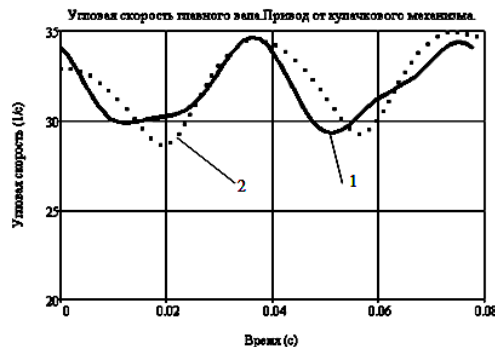


Рис. 3

Т а б л и ц а 1

Метод расчета	Кулачковый привод батана, %	Рычажный привод батана, %
Метод последовательных приближений	16,7	11,4
Метод Вейца	19	13,5

ВЫВОДЫ

1. Выполнен гармонический анализ возмущающего момента, создаваемого рычажным и кулачковым приводом батана ткацких станков. Установлено, что рычажный механизм имеет более низкие значения возмущающего момента, что приводит к меньшей неравномерности вращения главного вала ткацкого станка, чем у кулачкового механизма, примерно на 5...6%.

2. Угловая скорость главного вала ткацкого станка определялась методом последовательных приближений с учетом статической характеристики электродвига-

теля и методом Вейца, который учитывает динамические свойства двигателя. Расчеты показали, что метод Вейца показывает более высокие, примерно на 2...3%, значения коэффициента неравномерности вращения главного вала, чем метод последовательных приближений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лушников С.В., Саранчук Г.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №3. С.110...113.
2. Лушников С.В., Кузнецова В.С., Степнов Н.В. // Сб. научн. тр.: Посвящен 100-летию со дня рождения П.В. Власова. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2011. С. 116...123.
3. Коловский М.З. Динамика машин. – Л., 1989.
4. Вейц В.Л., Кочура А.Е., Мартыненко А.М. Динамические расчеты приводов машин. – Л., 1971.

Рекомендована кафедрой теории механизмов, приборов и машин Поступила 08.02.13.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИВОДА РОТАЦИОННОЙ РЕМИЗОПОДЪЕМНОЙ КАРЕТКИ

RESEARCH OF THE ROTARY DOBBY DRIVE

A. N. КОРОЛЕВ, В. И. ТЕРЕНТЬЕВ
A.N. KOROLEV, V.I. TERENTJEV

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: alexandr88@bk.ru

В статье приведены кинематический и экспериментальный анализы приводов ротационных ремизоподъемных кареток. Показано, что для получения условного выстоя ремизок целесообразно проектировать привод главного вала ротационной каретки в виде кулачково-рычажного механизма, профиль кулачков которого выполнен с использованием сплайн-функции.

The article presents the kinematic and experimental analysis of rotary dobby drives. It has been shown that for having a heald relative dwell it is reasonably to design the main shaft of a rotary dobby as a cam-lever mechanism using spline functions for cam profiles.

Ключевые слова: ротационная ремизоподъемная каретка, условный выстой, сплайн-функция.

Keywords: a rotary dobby, a conditional dwell, spline functions.

Выстой ремизок в зевобразовательных механизмах ткацких машин при использовании ротационных ремизоподъемных кареток необходим для осуществления следующих функций:

1) реализация закона движения, обеспечивающего условный выстой ремизок для прокладки уточных нитей через зев на заданную ширину;

2) обеспечение надежного переключения программы зевобразования, соответствующей рисунку вырабатываемой ткани.

3) Для получения условного выстоя ремизок используется известный силовой привод ротационной каретки, изображенный на рис. 1 [1], представляющий собой дифференциально-кулисный механизм, у которого кулиса 1 и водило 2 получают вращение с постоянными скоростями от главного вала станка. Коромысло 3 передает качательное движение с переменной

скоростью от кулисы коронному колесу внутреннего зацепления 4 посредством звеньев 5 и 6.

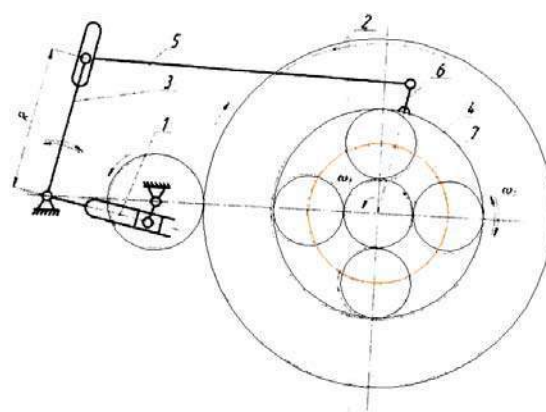


Рис. 1

Центральное колесо 7 (ротор) вращается с переменной скоростью без остановок и передает движение на привод ремизок –

планетарные муфты включения, водила которых сцеплены зубчатым венцом с шестерней кривошипа шарнирного четырехзвенника, выполненного в виде эксцентрика, шатуна и коромысла. Четырехзвенник присоединен к механизму передачи движения от каретки к ремизке (на рис. 1 не показан).

Условный выстой получается за счет сложения и вычитания скоростей ω_1 ротора каретки 7 и ω_2 коронного колеса 4, а также приведенного суммарного зазора в шарнирах звеньев каретки.

Для изучения возможности изменения длительности выстоя были проведены экспериментальные исследования кинематических параметров движения ремизок.

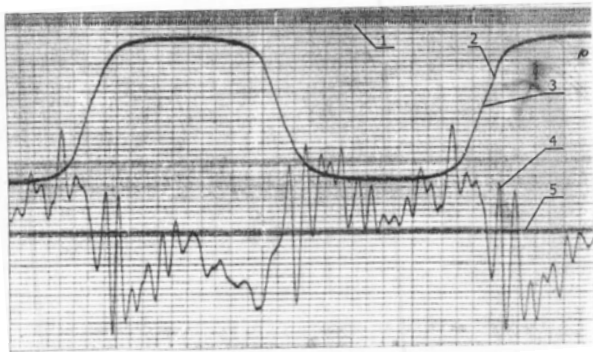


Рис. 2

На рис.2 приведена типовая оциллограмма записи регистрируемых параметров 14-ой ремизки, которая получена с использованием стандартной измерительной аппаратуры, включая реохордный датчик перемещения, при скорости главного вала 300 мин^{-1} ткацкой машины СТБУ1-180, где 1 – отметчик углов поворота главного вала; 2 – кривая перемещения ремизки; 3 – линия заступа; 4 – кривая ускорений; 5 – нулевая линия для кривой ускорений.

Регулировка длительности выстоя осуществляется изменением длины R коромысла. Для пневматических ткацких машин выстой нитей основы определяется в

сечении воздушного потока из условия перемещения нитей основы в пределах $3 \dots 3,5 \text{ мм}$ в крайних положениях. С учетом геометрии зева выполняется пересчет для перемещения ремизок.

Из анализа полученных экспериментальных данных следует, что привод ротационной ремизоподъемной каретки с использованием дифференциально-кулисного механизма обеспечивает все необходимые функции. Однако его конструкция относительно сложна и скоростной режим при его применении ограничен 500 мин^{-1} главного вала. Поэтому необходимо изменить схему привода ротационной каретки при сохранении ее основных функций. Для этого целесообразно использовать кулачковый привод, позволяющий получить закон движения ремизок, заданный кубическим сплайном вида $F(x) = Ax^3 + Bx^2 + Cx + D$ [2]. Данная схема позволяет исключить из конструкции дифференциальный механизм регулирования скорости главного вала каретки, что значительно упрощает ее конструкцию.

Для расчета цикловой диаграммы ЗОМ с помощью сплайн-функции необходимы следующие исходные данные: фазовые углы подъема и опускания ремизки, величина максимальной высоты зева, контрольные точки, через которые должны проходить нити основы в момент входа воздушного потока с уточной нитью в зев и выхода из него. Эти параметры определяются в результате построения совмещенных циклограмм ЗОМ, боевого и батанного механизмов, а также исходя из величины зазоров между нитями основы и пластиной конфузора и отверстием конфузора и нитью утка при пневматическом способе прокладки, рис. 3, где 1 – циклограмма ЗОМ; 2 – циклограмма боевого механизма; 3 – циклограмма батанного механизма; H_i – контрольные точки; Δ_i – соответствующие зазоры между нитями основы и поверхностью воздушного потока; x_i – абсциссы контрольных точек.

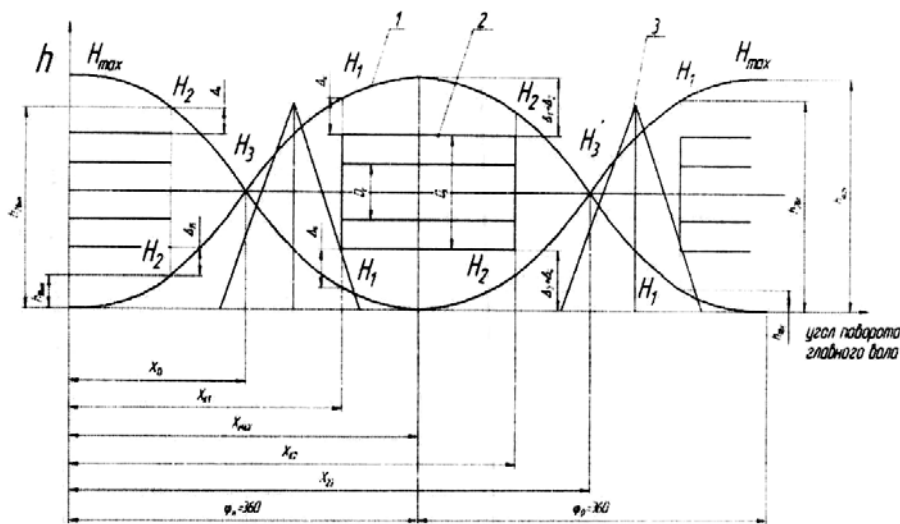


Рис. 3

Проведя расчет и построение с помощью ЭВМ, получим данные для указанной циклограммы в сечении струи, и посредством преобразований получаем графики перемещения 14-й ремизки, ее скорости и ускорения (рис. 4).

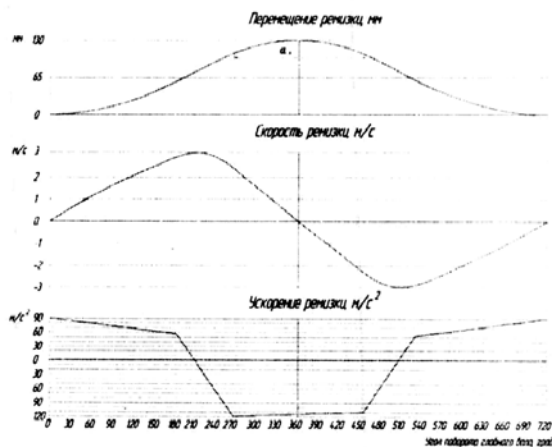


Рис. 4

Условный выстой ремизки для скоростного режима 750 мин^{-1} главного вала составил 190° . Учитывая передаточное отношение от ремизки к кулачку, можно построить и профиль кулачка, обеспечивающий данный закон движения.

Для сравнения эффективности конструкции предлагаемого привода и существующих приводов кареток представим графики максимальной скорости ремизок,

задаваясь угловой скоростью главного вала ткацкого станка 1 с^{-1} (рис. 5).

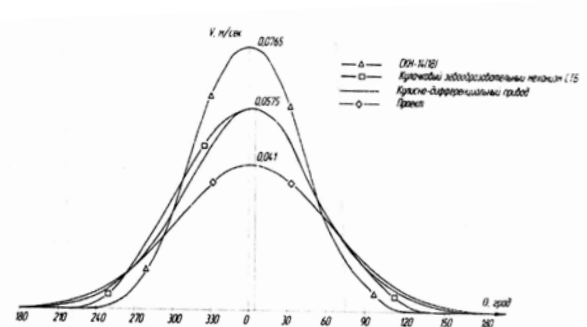


Рис. 5

Из графиков следует, что в предлагаемой схеме привода главного вала каретки максимальная скорость ремизок в 1,86 раза меньше, чем у ножевой каретки СКН-14(18), в 1,4 раза – чем у кулачкового привода ремизок станка СТБ, а в 1,20 раза – чем у кулачно-дифференциального привода.

ВЫВОДЫ

Для получения условного выстоя ремизок целесообразно проектировать привод главного вала ротационной каретки в виде кулачково-рычажного механизма, профиль кулачков которого выполнен с использованием сплайн-функции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Механизм привода ремиз к ткацкому станку: пат. 675102 СССР: МПК D03C5/02 С.В. Торицын, В.И. Терентьев; заявитель - Всесоюзный научно-исследовательский институт легкого и текстильного машиностроения; заявл. 05.04.71; опубл. 30.07.79; бюллетень №27.

2. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. – М.: Наука, 1980.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 14.02.13.

УДК 677.076.5

**ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА
В УСЛОВИЯХ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ**

**RESEARCH OF THE KINETICS OF NONWOVEN MATERIALS DRYING
IN THE CONDITIONS OF COMPELLED CONVECTION**

Н.М. ШАРПАР, Л.И. ЖМАКИН
N.M. SHARPAR, L.I. ZHMAKIN

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)

E-mail: office@msta.ac.ru

Получены результаты экспериментального исследования вынужденной конвекции нетканого текстильного материала при ламинарном режиме, используемого в условиях повышенных температур, так как в этот период проявляется все многообразие процессов теплообмена (одежда). Расчет в условиях пониженных температур предполагается более простым и должен вытекать из общей методики, разрабатываемой для условий жаркого климата как частный случай.

The results of experimental research of nonwoven materials compelled convection under a laminar mode, used in the conditions of elevated temperature, because in that period all the variety of thermal exchange (clothes) processes are displayed. Calculation in the conditions of lower temperature are supposed to be more simple and should be resulted from the general technique, developed for the conditions of hot climate as a special case.

Ключевые слова: конвекция, гидравлическое сопротивление, нетканый материал, сушка.

Keywords: convection, hydraulic resistance, nonwoven material, drying.

Методика исследования заключалась в сквозном просасывании воздуха через нетканый капиллярно-пористый материал за счет создания небольшого перепада давлений в потоке до и после опытного образца. Для этой цели была создана сушильная установка, имевшая разборный цилиндрический рабочий участок, в верхней 3 и нижней 10 частях которого по периферии были плотно закреплены по три термопары 7 и 8, как показано на рис.1.

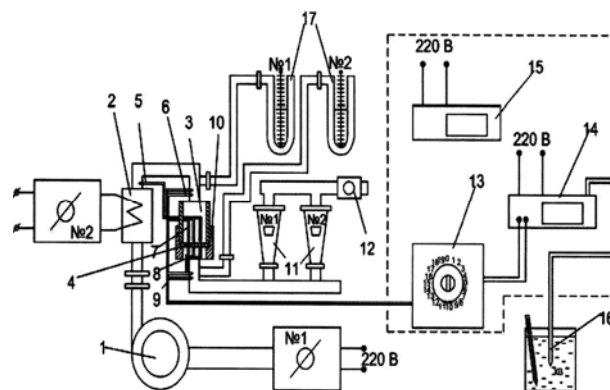


Рис. 1

Исследуемый влажный образец 4 размещался на уступе рабочего участка 13 с закрепленными снизу тремя термопарами 8. Верхняя часть 3 прижимала материал к уступу, в ней также были расположены три термопары 7. Вентилятор 1 создает воздушный поток, проходящий через нагревательный элемент 2, на выходе из которого установлена термопара 5. Далее нагретый воздух проходит через направляющий термостойкий шланг, в котором были установлены две термопары 6 для измерения температуры воздуха до образца перед рабочим участком, а затем просасывается через исследуемый образец. После этого воздух попадает в другой направляющий термостойкий шланг, где установлены еще две термопары 9, измеряющие температуру воздуха на выходе из рабочего участка. Все термопары через переключатель 13 подключены к милливольтметру 14 (В7-21А) для измерения термоЭДС. На стенде были смонтированы два ротаметра 11, предназначенные для измерения расхода воздуха в ламинарном (№1) и турбулентном (№2) режимах. После ротаметров установлен газовый счетчик 12 для измерения расхода воздуха, прошедшего непосредственно через образец. Также на установке имелись два манометра 17 для измерения давления воздуха до и после рабочего участка.

В комплект установки входили также аналитические весы для взвешивания образцов, воздушный термостат для их высушивания, термометр для определения температуры воздуха в помещении и холодной воды, в которой находилась термопара 16, а также частотомер 15 (Ф-5137) для измерения интервалов времени.

В опытах вначале включался вентилятор 1 и печь 2, источниками питания которых служили лабораторные автотрансформаторы. Установка выходила на заданный температурный режим. Исследуемый образец материала взвешивался и устанавливался в рабочем участке. Затем включался вентилятор 1 и секундомер. Через заданный интервал времени регистрировались температуры и давление до и после рабочей ячейки, а также находился расход

воздуха при помощи газового счетчика 12 на выходе из нее. В процессе опыта частотомер 15 ставили на паузу, образец доставали, взвешивали и затем обратно укладывали в рабочий участок, включая частотомер 15. Операции повторяли до достижения заданной массы образца или его постоянной массы.

Таким образом, методом фильтрации воздуха была экспериментально исследована сушка образцов грубошерстного, полугрубошерстного и тонкошерстного войлока толщиной 10, 8 и 5 мм соответственно.

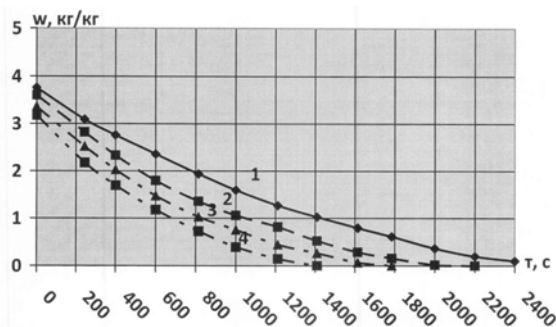


Рис. 2

Проанализировав кривые сушки на рис. 2 для образца войлока $\delta = 5$ мм при различных температурах теплоносителя: 1 – $t = 18^\circ\text{C}$, 2 – $t = 37^\circ\text{C}$, 3 – $t = 58^\circ\text{C}$, 4 – $t = 68^\circ\text{C}$, можно сказать, что при повышении температуры от 18 до 58°C время сушки снижается от 800 до 600 секунд.

Проведенный анализ показал, что если повысить температуру процесса до $110...150^\circ\text{C}$, время сушки сократится до $180...200$ секунд. Влияние зависимости влагосодержания от времени при нестационарном процессе для образца войлока 1 – $\delta = 5$ мм, 2 – $\delta = 8$ мм, 3 – $\delta = 10$ мм представлено на рис. 3.

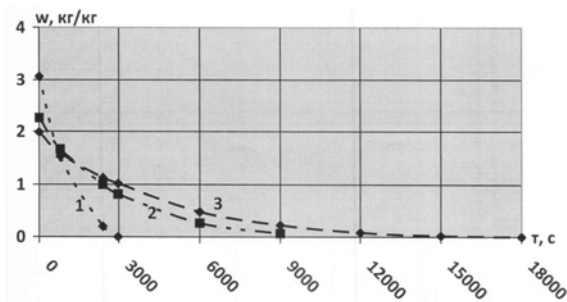


Рис. 3

В работе была предпринята попытка оценить изменение гидравлического сопротивления текстильного материала в процессе сушки, то есть зависимость ΔP от влагосодержания для образцов войлока $\delta=5$ мм при $t=58$ °С (рис. 4).

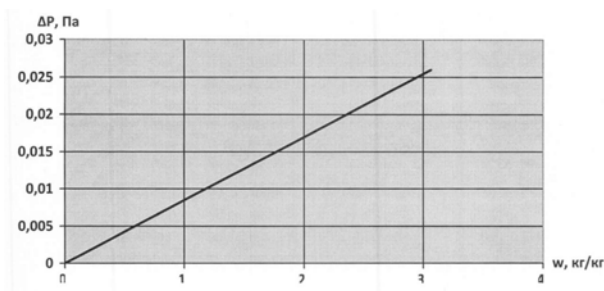


Рис. 4

По оси ординат отложено суммарное гидравлическое сопротивление образца. При сушке образца максимальное гидравлическое сопротивление соответствует началу процесса (максимальному влагосодержанию), которое затем снижается и стабилизируется при равновесном состоянии образца с теплоносителем. Полученные в процессе сушки войлока результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1

№ опыта	Тонкошерстный войлок, $M_c=1,68$ г, $\delta=5$ мм, $\varepsilon=0,609$	Время сушки материала, с							
		0	400	800	1200	1600	2000	2400	
		Температура теплоносителя в процессе сушки ΔT , К							
		273,3	282,9	286	288	302	302,2	307,2	
1	Масса высушиваемого образца M , г	6,83	5,56	4,23	3,25	2,85	2,04	1,68	
	Влагосодержание w , кг/кг	3,065	2,31	1,52	0,934	0,696	0,214	0	
	Гидравлическое сопротивление ΔP , Па	0	0,007	0,016	0,02	0,019	0,025	0,026	
2	Полугрубошерстный войлок, $M_c = 4,79$ г, $\delta = 8$ мм, $\varepsilon = 0,607$	Время сушки материала, с							
		0	2000	4000	6000	8000	10000	10800	
		Температура теплоносителя в процессе сушки ΔT , К							
			274	278	287	290	294	298	299
	Масса высушиваемого образца M , г	15,59	10,04	7,39	6,07	5,23	4,98	4,79	
	Влагосодержание w , кг/кг	2,255	1,096	0,543	0,267	0,092	0,039	0	
Гидравлическое сопротивление ΔP , Па	0	0,002	0,02	0,025	0,031	0,041	0,080		
3	Грубошерстный войлок, $M_c=6,59$ г, $\delta=10$ мм, $\varepsilon=0,645$	Время сушки материала, с							
		0	3000	6000	9000	12000	15000	18000	
		Температура теплоносителя в процессе сушки ΔT , К							
			273,7	280,3	287,5	290	293,6	297,1	298,1
	Масса высушиваемого образца M , г	19,67	13,10	9,78	8,08	7,143	6,723	6,59	
	Влагосодержание w , кг/кг	1,985	0,987	0,484	0,226	0,084	0,020	0	
Гидравлическое сопротивление ΔP , Па	0	0,011	0,02	0,024	0,031	0,044	0,064		

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование показало высокую эффективность метода фильтрации воздуха для сушки массивных капиллярно-пористых текстильных материалов, предназначенных для изделий различного

бытового и производственного назначения. Время сушки сокращается, по сравнению с классическим конвективным способом, в несколько десятков раз при вполне приемлемом гидравлическом сопротивлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.* Теплопередача. – М.: Энергия, 1975.
2. *Берд Р., Стюарт В., Лайтфут Е.* Явления переноса. – М.: Химия, 1974.
3. *Рудобаиша С.П.* Математическое моделирование процесса конвективной сушки дисперсных

материалов // Известия АН, серия "Энергетика". – 2000, № 4. С. 98...109.

Рекомендована кафедрой промышленной теплоэнергетики. Поступила 26.03.13.

**РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
В ВУЗАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF SPINNING PRODUCTION
IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

П.Н. РУДОВСКИЙ
P.N. RUDOVSKY

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

Для успешного выполнения задач, поставленных в соответствии со "Стратегией развития легкой промышленности России на период до 2020 года", разработанной по поручению Президента Российской Федерации от 3 июля 2008 года № Пр-1369 и по поручению Правительства Российской Федерации от 15 июля 2008 года № ВП-П9-4244, необходимы новые научные и производственные разработки по созданию и внедрению модернизированного и нового технологического оборудования и ряда передовых технологий в области проектирования и производства пряжи и текстильных полотен.

Выполнение задач, поставленных в рамках стратегии развития легкой промышленности, достигается за счет использования новых научно-технических решений по созданию перспективных наукоемких технологических процессов и оборудования для производства текстильных материалов.

Достижение этой цели возможно только в рамках решения комплексной задачи, начальные этапы которой охватывают все этапы текстильного производства, включая создание и модернизацию прядильного оборудования. Анализ публикаций в об-

ласти совершенствования технологии и оборудования прядильного производства показывает, что усилия ученых, работающих в высших учебных заведениях РФ, направлены на успешную реализацию задач, поставленных Президентом Российской Федерации в области развития легкой промышленности.

Авторами из Пензы [1] установлено, что изменение плотности ставки кип по высоте оказывает существенное влияние на колебания производительности поточной линии и неровноту полуфабрикатов последующих переходов прядильного производства. Анализ числового ряда плотности ставки кип методом сингулярного разложения позволил выделить трендовый и периодический источники неровноты и разработать рекомендации по их устранению за счет соответствующего подбора кип в ставку.

Особое значение в последнее время приобретает проблема энергосбережения, которая вынуждает производителей искать пути сокращения расходов на электроэнергию. Одним из перспективных направлений решения этой задачи является внедрение автоматически регулируемых электроприводов на основе частотных преобразователей [2]. На предприятии

ООО "ТексИнж" (г. Иваново) были проведены испытания чесальной машины ЧМ-10С. В ходе испытаний исследовались заправочные параметры чесальной машины с модернизированным механизмом привода. Проведена оптимизация заправочных параметров чесальной машины с автоматическими зонами регулирования. Результаты испытаний показали, что автоматическое регулирование отдельных зон чесальной машины обеспечивает улучшение качества выпускаемого прочеса и увеличение производительности единицы оборудования.

Достаточно серьезное внимание уделяется вопросам, связанным с совершенствованием основных технологических процессов, в частности процесса чесания [3...5]. Так, в [4] приводятся результаты испытания в условиях ПТФ №3 ОАО ХБК "Шуйские ситцы" (г. Фурманов Ивановской области) малогабаритной чесальной машины ЧММ-14Т с модернизированной зоной чесания, которая состоит из одинарных валиков. Исследованы заправочные параметры модернизированной чесальной машины с валичной зоной чесания. Определены зависимости влияния частоты вращения рабочих валиков, разводки между ножом и рабочим валиком и разводки между рабочим валиком и главным барабаном. Проведена оптимизация заправочных параметров чесальной машины с валичной зоной чесания – одинарные валики. Установлено, что качество прочеса с опытной машины улучшилось; уменьшилась неровнота чесальной ленты на длинных и на коротких ее отрезках на 16,3 и 9,43% соответственно. Это позволило рекомендовать чесальные машины с модернизированной зоной чесания одинарными валиками для использования в прядильном производстве.

В работе [5], выполненной в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (МД-1102.2011.8), получена формула для расчета полного числа циркуляций волокна из пучка, совершаемых волокном вместе с главным барабаном до момента съема, рекомендован ин-

тервал рациональных значений коэффициента съема, при которых повышается эффективность чесальной машины за счет увеличения производительности при сохранении высокого качества смешивания и выравнивания ленты. Не меньшее внимание уделяется также вспомогательному оборудованию, обеспечивающему компактную укладку полупродуктов в тазы и их сохранность при перемещении по переходам прядильного производства [6], а также обеспечение требования экологичности, сокращения выбросов пыли [7].

В цикле статей И.Ю. Ларина [8...10] представлены результаты исследования процессов движения волокон в вытяжном приборе с учетом возможности варьирования законов распределения тормозящей и увлекающей сил по длине вытяжных пар и создания условий, обеспечивающих расправление загнутых концов волокна в процессе вытягивания, что позволяет снизить количество пороков пряжи. В работе [11] на основании графоаналитического исследования вытяжного прибора получены выражения, определяющие пространственное положение его конструктивных элементов в зависимости от выбираемых параметров изогнутого поля вытягивания, что дает возможность точно определить расстояние между линиями зажимов волокон в вытяжном приборе и оптимизировать процесс вытягивания. При классическом кольцевом прядении работа пары "кольцо-беунок" определяет производительность оборудования, поэтому исследования процессов прядения с вращающимся кольцом не теряют своей актуальности. В статьях [12], [13] проведен анализ оригинального устройства вращающегося кольца с аэродинамическим приводом, подтверждены его работоспособность и надежность.

Особым направлением исследований являются поиски альтернативных технологий получения ровницы и пряжи. Традиционные технологии имеют существенное ограничение по производительности и являются весьма затратными. Особенно если речь идет о прядении льна, при котором технические волокна для переработки их в пряжу требуют химической обработки. Ее

целью является ослабление связей между элементарными волокнами и создание условий для продольного дробления технических волокон. Химическая обработка является энергозатратным и длительным процессом, который требует дополнительных расходов на утилизацию выбросов.

Как альтернативу химической обработке можно рассматривать воздействие ультразвуком на ровницу, проходящую через прядильное корыто [14], [15]. В результате экспериментальных исследований установлено, что ультразвуковое воздействие на льняную ровницу в жидкостной среде позволяет повысить прочность вырабатываемого продукта – пряжи, снижает ее неровноту по разрывной нагрузке и по линейной плотности, что в конечном итоге способствует повышению качества пряжи при одновременном снижении энергозатрат на ее производство.

В [16] ультразвуковому воздействию предлагается подвергать не ровницу перед ее поступлением в вытяжной прибор, а сам вытягиваемый продукт в вытяжном поле. При этом достигается снижение неровноты волокнистого продукта за счет местного уменьшения сил сцепления между волокнами при прохождении утолщенных участков через зону ультразвукового поля. Предложенным способом возможно снижение пиков неровноты на 20...50% и более. Эффективность системы может быть повышена за счет применения соответствующих элементов автоматики для более качественного реагирования на изменение параметров продукта.

В рамках этого направления предложен также способ получения модифицированного льняного волокна с помощью ударно-волнового воздействия [17]. Показано, что новый способ котонизации короткого льняного волокна может служить технологической основой для создания базовой технологии производства текстильных материалов, так как он позволяет получать, волокна, способные к дальнейшему механическому расщеплению без их травматизма.

К альтернативным способам получения пряжи и ровницы следует отнести способы

получения текстильного продукта без кручения или с разделенными процессами формирования продукта и его наматывания. К таким способам относится уже повсеместно признанное пневмомеханическое прядение и имеющее достаточный опыт производственной эксплуатации – самокруточное.

Совершенствованию конструкции и обоснованию выбора заправочных параметров пневмомеханических прядильных машин посвящена работа [18], в которой проведен сравнительный анализ частных случаев процесса формирования пряжи в камерах пневмомеханических прядильных машин и определены технологические ограничения при проектировании конструкций и установке параметров заправки пневмомеханических прядильных машин. Работа [19] направлена на расширение ассортимента пневмомеханического прядения.

Разделение процессов формирования и наматывания продукта при производстве ровницы позволяет существенно снизить затраты на ее производство как за счет снижения себестоимости машин, так и за счет существенного роста производительности самого процесса. Поэтому интерес исследователей к получению ровницы самокруточным способом не ослабевает. Это показывают работы [20], [21]. Перспективной технологией этого направления является получение льняной ровницы, не имеющей действительной крутки [22]. В рамках технологии ее получения можно совместить формирование ровницы с подготовкой ее к прядению и за счет этого существенно сократить издержки производства. Создание новых полупродуктов прядильного производства, таких как бескруточная льняная ровница, требует соответствующего изменения в режимах получения пряжи [23]. Это требование относится и к самокрученной ровнице [21].

В рамках исследования альтернативных способов получения пряжи проводились исследования получения пряжи самокруточным [24], [25] и льняной пряжи вьюрковым способом [26], [27], а также проводился теоретический анализ нового спосо-

ба получения пряжи с раздельным кручением и наматыванием [28].

Большое внимание уделяется проектированию свойств пряжи, влияние на них режимов формирования и отдельных конструктивных параметров прядильных машин [29...32].

Тематика научно-исследовательских работ по совершенствованию технологии прядения не исчерпывается названными работами.

ВЫВОДЫ

Анализ научно-исследовательских работ, направленных на развитие технологии получения пряжи, проводимых в вузах РФ в последние годы, показывает их широкую направленность, ориентацию на создание новых, инновационных технологий обновление ассортимента прядильного производства. Это позволит решать задачи, поставленные в "Стратегий развития легкой промышленности России на период до 2020 года".

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов А.Д., Волков В.В., Каргин В.М., Волков С.В. Анализ числового ряда плотности ставки кип при верхнем отборе волокна методом сингулярного разложения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №4. С.53...56.

2. Максимова К.А., Борисов Р.М., Роньжин В.И. Исследование влияния автоматически регулируемого привода чесальной машины на качество прочеса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С.64...68.

3. Фролов В.Д., Швидкий С.П. Расчет длины съема волокнистого материала для повышения эффективности процесса регенерации текстильных отходов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5. С.56...59.

4. Голубева Е.Н., Зарубин В.М., Васнев Н.Ф. К вопросу о совершенствовании процесса чесания на малогабаритных чесальных машинах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С.31...34.

5. Горькова А.Г., Никифорова Е.Н. Капралов В.В. Влияние возвратной загрузки волокон на эффективность чесальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С.34...37.

6. Плеханов А.Ф., Комисарук Л.В., Носкова С.А. Моделирование различных типов укладки лен-

ты в таз и процесса формирования паковок полуфабрикатов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С.54...57.

7. Павлов К.Ю., Щепочкин А.М., Павлова И.А. Обеспыливающая система распределения волокна по чесальным машинам // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С.60...62.

8. Ларин И.Ю. Анализ движения волокон в поле сил трения вытяжного прибора // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С.42...45.

9. Ларин И.Ю. Распрямление загнутых концов волокон в процессе вытягивания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5. С.53...56.

10. Ларин И.Ю. Условия распрямления загнутых концов волокон в процессе вытягивания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С.63...66.

11. Столяров А.А., Чистобородов Г.И., Столяров Ал.Ан. Графоаналитический метод определения расстояния между линиями зажимов волокна в вытяжном приборе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С.77...80.

12. Охлопков Д.С., Столяров А.А. Устройство вращающегося кольца прядильной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №4. С. 56...58.

13. Охлопков Д.С., Столяров А.А., Павлов Ю.В. Исследование крутильно-мотального механизма с вращающимся прядильным кольцом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С.60...63.

14. Сергеев К.В., Жуков В.И. Снижение неровноты по линейной плотности и упрочнение льняной пряжи с помощью применения ультразвуковых колебаний в процессе мокрого прядения льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С.61...64.

15. Сергеев К.В., Жуков В.И. Анализ параметров льняной пряжи, выработанной мокрым способом прядения при воздействии на ровницу ультразвука и без такового с различными значениями вытяжки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.41...47.

16. Волков С.В., Пакулова Н.К., Волков В.В. Виброакустическое регулирование процесса вытягивания волокнистых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С.44...50.

17. Дорощев В.В., Разумеев К.Э., Захаров В.Н. Исследование влияния параметров обработки ударно-волнового воздействия на свойства короткого льняного волокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №4. С.49...53.

18. Плеханов А.Ф., Блинков И.С., Носкова С.А. Анализ и моделирование частного случая процесса формирования пряжи в камерах пневмомеханических прядильных машин // Изв. вузов. Технология

текстильной промышленности. – 2013, №1. С.50...54.

19. *Дягилев А.С., Коган А.Г., Мурычев П.В.* Исследование неровноты смесовой льнополиэфирной пряжи пневмомеханического способа прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5. С.49...53.

20. *Павлюченко Е.В., Мовшиович П.М., Разумеев К.Э.* Экспериментальные исследования для получения самокрученной ровницы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С.38...42.

21. *Павлюченко Е.В., Мовшиович П.М., Разумеев К.Э.* Особенности разъединения СК-ровницы в прядении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С.38...41.

22. *Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г.* Подготовка ровницы к прядению в реакторе для электрохимической активации воды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.51...55.

23. *Смирнова Е.Е., Титова У.Ю.* К вопросу о формировании пряжи из бескруточной ровницы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С.64...67.

24. *Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А.* Оценка технологических возможностей крутильного устройства прядильно-самокруточной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.55...59.

25. *Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А.* Экспериментальная проверка третьей гипотезы прочности самокрученной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С.72...74.

26. *Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С.* Особенности формирования крутки льняной вьюрковой пряжи без разделения зон кручения и намотки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С.57...60.

27. *Кузнецова Н.С.* Динамика кручения пряжи при вьюрковом прядении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.47...51.

28. *Мовшиович П.М., Волков В.И., Павлюченко Е.В., Разумеев К.Э., Зыков И.С.* Условия устойчивости в системе раздельного кручения и наматывания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С.54...57.

29. *Скуланова Н.С., Попова Е.Р., Артиков А.О.* Проектирование прочности камвольной пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С.51...54.

30. *Столяров А.А.* О прочности пряжи кольцевого способа прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С.35...38.

31. *Столяров А.А., Павлов Ю.В.* Об улучшении структуры пряжи кольцевого способа прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С.42...45.

32. *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.

Поступила 04.10.13.

УДК 338.45

РЕТРОСПЕКТИВА И РЕАЛЬНОСТЬ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ XXI ВЕКА. ИСТОРИЯ ВОПРОСА

RETROSPECTIVE AND REALITY TEXTILE PRODUCTIONS IN RUSSIA OF THE XXI CENTURY. HISTORICAL BACKGROUND

И.М. ГАВРИЛОВА
I.M. GAVRILOVA

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: office@msta.ac.ru; gim@staff.nsta.ac.ru

Рассмотрены исторические аспекты, связанные с производством текстильных материалов из льна, шерсти, хлопка и шелка. Особое внимание уделено льну, как единственному отечественному сырью. Показаны пре-

имущества производства изделий из льна, перспективы переработки льна в России. Отмечены хорошие гигиенические свойства льна, возможность его использования в различных отраслях.

Historical aspects connected with production of textile materials from flax, wool, cotton and silk have been considered. Special attention is paid to flax as the only domestic raw material. The advantages of flax goods production, the perspectives of flax processing in Russia have been shown herein. Good flax hydraulic properties, the possibility of its use in different branches have been marked. Flax was the first fiber mastered and cultivated by a man.

Ключевые слова: текстиль, хлопок, лен, шерсть, шелк, конкуренция, отрасль.

Keywords: textile, cotton, flax, wool, silk, competition, a branch.

"... Не то царственное богатство, когда в царской казне лежачей казны много, и не то царственное богатство, когда синклит Царского Величества в златотканых одеждах ходит, но самое царственное богатство, чтобы весь народ по мерности своей богат был самыми домовыми внутренними своими богатствами, а не внешними одеждами или позументными украшениями".

И. Т. Посошков

1. История вопроса

Каждый метр текстильного материала, произведенного в наши дни, несет на себе память и знания, накопленные и аккумулярованные веками и тысячелетиями, на протяжении которых человек занимался одним из древнейших технологических производств. По крайней мере, шесть тысяч лет тому назад до появления первых химических волокон человек уже знал и использовал четыре важнейших природных волокна: лен, хлопок, шерсть и шелк. Археологические раскопки доказывают, что еще на самых ранних стадиях развития люди умели эти волокна выращивать и перерабатывать в изделия, тем самым участвуя в борьбе за свое существование с природой, приспособлявая ее к своим нуждам.

Лен

Первым освоенным, окультуренным человеком волокном был лен. Еще пять тысяч лет до Рождества Христова в долине реки Нил на территории современного Египта из льна изготавливали ткани. Еще

раньше наши предки умели извлекать волокна из стеблей лубяных растений, плести из них подобие тканей и использовать их для прикрытия своего тела. Жители найденного археологами на берегу Швейцарского озера древнего поселения, которое процветало в конце каменного века (неолит ~ 7...3 тыс. лет до нашей эры), умели прясть и ткать из льна. При раскопках этого поселения были обнаружены пряди льняных волокон, фрагменты тканей и примитивные приспособления, с помощью которых производились пряжа и ткань. Тысячелетия эти материалы пролежали под толщей ила в воде озера и потому достаточно хорошо сохранились.

Шерсть

Вторым важнейшим волокном, которое освоил человек в древности, была шерсть. В период неолита (конец каменного века) человек использовал наряду со льном шерсть. Жители того же древнего поселения на территории современной Швейцарии разводили овец. Самая ранняя дата, связанная с овцеводством и производством шерсти, подтвержденная раскопками, соответствует 4000 лет до н.э. В долине Евфрата (Древняя Месопотамия) разводили овец, пряли шерсть и ткали примитивные ткани. В древнем Вавилоне выделяли шерстяные ткани, а на территории в районе города Ур (Ур Халдейский упоминается в Библии) недалеко от Персидского залива археологи раскопали древнюю мозаику с изображением разведения овец.

Хлопок

Третье важнейшее волокно, освоенное человеком – хлопок. Первое материальное подтверждение его производства относится к 1-му тысячелетию до н.э., о чем говорят археологические раскопки поселения в Индии. Исследования показывают, что хлопок начали использовать в Египте за несколько тысяч лет до н.э. Купцы завозили хлопок из Индии на Ближний Восток, в Центральную Азию и затем в Китай. Само слово хлопок ("cotton") происходит от арабского слова "quoton". Еще в неоткрытой европейцами Южной Америке древние инки выделывали хлопчатобумажные ткани превосходного по современным меркам колористического оформления и качества. Таким образом, эти технологии были освоены в доисторические времена на разделенных друг от друга тысячами километров континентах. В Египте 2500 лет до н.э. умели делать ткани высочайшего качества, не уступающие современным. Египетские мумии того времени были обернуты в ткань плотностью 540 нитей на 1 дюйм. Лучшие современные английские ткани подобного типа имеют плотность 350 нитей на 1 дюйм.

Шелк

Четвертое важнейшее природное волокно – шелк. Вероятно, родиной его производства был Китай. Технология выделывания шелковых тканей берет свое начало в Китае или других странах Дальнего Востока, и появилась она ~ за 3000 лет до н.э. Китайцы довели культуру и производство шелка и шелковых тканей до совершенства, и примерно 1400 лет до н.э. ткани из шелка различного вида и одежда из него стали предметами обычного потребления в этих странах. В Китае существовал в это время налог на использование изделий из шелка. Таким образом, четыре природных волокна были освоены и использовались для производства тканей доисторическим человеком по технологической схеме: выращивание – прядение – ткачество. Эта простейшая схема, изобретенная более чем 6 тысяч лет тому назад, не претерпела принципиальных изменений до сих пор, пройдя путь от ручной до высокоавтоматизированной скоростной (робототехника) технологии. Простейшие прялки и ткацкие станки, которые находят при раскопках древних поселений, основаны на тех же принципах, что и современное автоматизированное текстильное прядильное и ткацкое оборудование.

2. Проблемы и точки роста в отрасли

Подвергая все вышеперечисленные виды производства волокон анализу на экономическую целесообразность, несложно прийти к выводу, что концентрировать государственные и частные инвестиционные ресурсы в Российской Федерации наиболее эффективно не только на производстве льняных и шерстяных тканей, но и выпуске высококачественных изделий. Не умаляя значения производства шерсти в нашей стране, в своей статье мне хотелось более подробно остановиться на проблемах и перспективах развития льняного производства и изготовления изделий из льна на территории РФ.

3. Лен – как источник стратегического сырья в РФ

В одной из первых официальных поездок в Ивановскую область В.В. Путин твердо заявил: "Российскому льну – быть". Почему же долгие годы спрос на изделия из льняных тканей неизменно возрастает в арифметической прогрессии? Здесь формула проста: "Зеленые – за зеленое". Льняной бум объясняется не только модой, но в первую очередь тем, что эти ткани экологичны. На них не скапливается статическое электричество, в жару в льняной одежде прохладно, в холод — тепло, лен "дышит". Японские медики определили, что лен еще и лечит: у людей, прикованных к постели, не бывает пролежней, если они лежат на льняных простынях. Если вы носите такую одежду, проходят многие кожные болезни – от элементарной потницы до хронических экзем. Всем известны и лекарственные свойства льняного семени и масла. В народной медицине их используют от глистов, изжоги, различных язв. Современные исследования показали, что употребление льняного масла в пищу снижает риск инсульта на 37%. По содержанию ненасыщенных жирных кислот

льняное масло в 2 раза превосходит рыбий жир. В общем, можно жить и не бояться таких страшных болезней, как диабет, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца и многих других. Не будем утверждать, что и ткани, и масло – панацея от всех бед, но цены на российскую льнопродукцию на мировом рынке за последние годы выросли более чем в два раза, что говорит само за себя.

4. Ретроспектива производства льна в России

Лен с древних времен был традиционной русской полевой культурой. В XVI веке через Новгород, Псков и Смоленск в большом количестве вывозились пенька, лен, кожи, холст и сукна на Запад. Переработка льна велась в Новгороде неумело: за два куска готового полотна, сделанного из русского льна, за границей отдавали 1000 беличьих шкурочек самого лучшего качества. Внешняя торговля русским льном в 1702-1705 годах находилась в руках откупщика, английского консула Карла Гутфеля. Император Петр I дал мощный толчок развитию мануфактур. Создаваемые им армия и флот нуждались в сукне, полотне, канатах. Западно-европейские купцы охотно закупали в России изделия парусно-полотняных мануфактур. Петр I желал, чтобы наш лен шел за границу не сырьем, а в виде обработанных продуктов, для чего приказал, чтобы ткали не узкие холсты, а, на манер иностранных, широкие полотна. Император издал указ о расширении льняного и пенькового дела во всех губерниях, а где "...тому необыкновенны, как лен и пеньку учреждать, дабы обучали крестьян". После 1718 года власти отменяют казенную монополию практически на все виды товаров. Торговые люди энергично занимаются насыщением внутреннего российского рынка товарами. Екатерина II не была заинтересована в льне и получении прибыли от этой сельскохозяйственной культуры. Для налаживания связей с Западной Европой в 1762 году она повелела отпускать лен за границу без всяких ограничений, а в 1764 году допустила беспрепятственный отпуск на экспорт льняного семени как на посев, так и на битье

масла. В конце XVIII века экспорт льна составлял до 50% всего его производства в России. В правление Павла I почти вся продукция опять стала изыматься в пользу казны, что тормозило развитие льняного дела.

5. Конкурентная борьба льна с хлопком

"Вред...состоял в том, что русский крестьянин стал носить ситцевые рубашки, а крестьянки – ситцевые сарафаны и платья, и таким образом, все русское население сделалось данником Америки по платежу денег за хлопок". А "другая часть народонаселения, занимавшаяся посевом льна потеряла возможность сбыта его."

В.А. Кокорев

В 1800-х годах производство и экспорт продукции изо льна в Российской империи возросли. Примерно из 9 млн. пудов потребляемого в России льна и пеньки около 6,5 млн. шло на текстильное производство. После 1812 года купцы стали переходить с производства полотна на изготовление хлопчатобумажных тканей. Успехи быстрого развития хлопчатобумажного производства объяснялись просто. Собираемый хлопок-сырец сразу готов для прядения, его не требовалось мочить, сушить, мять, трепать и чесать. В отличие от льна, хлопок значительно легче поддается прядению, ткачеству, окраске, набивке. Из него получалась необычайно тонкая и белая нить, а из последней – не менее тонкая и белоснежная материя. Но дешевые ткани из хлопка были непрочны, скоро линяли и изнашивались, мало сохраняли тепло. К 1840-м годам торговля льном благодаря данной ей свободе усилилась; лен занял первое место в российской отпускной торговле. Российский Устав о промышленности вводил поощрительные меры для основателей промышленных предприятий. Во время правления Николая I после 1836 года действовало правило, согласно которому освобождались от платежа гильдейских пошлин на 6 лет те, кто устраивал новые фабрики и заводы в уездных и заштатных городах, а также в казенных местечках. Указом от 28 марта 1830 года, под-

твержденным в 1874 году, даровались особые привилегии промышленникам, которые основывали крупные предприятия с использованием энергии водяной силы на Нарвском водопаде. Первоначальный срок ввода в действие предприятия увеличивался до трех лет, а в случае успеха налоговая льгота продлевалась еще на семь лет. Официальная браковка льняных товаров с 1844 года была предоставлена на волю петербургскому купечеству, а потом и всем торговцам. На механизированных льнопрядильных предприятиях в 1857 году было произведено 615 370 пудов льняной и пеньковой пряжи. Из нее могло получиться до 400 000 пудов готовой вываренной пряжи, из которой не менее 300 000 пудов переработано в ткани. Из каждого пуда пряжи в среднем выходило 115 аршин полотна. Следовательно, всего в России в середине XIX века изготовлялось около 34,5 млн. аршин полотна, то есть почти в два раза больше, чем учтено официальной статистикой. Промышленники часто сами отказывались от льна как от очень дорогой по обработке культуры и переходили на дешевый американский хлопок. В 1860-х годах в Ярославской и Костромской губерниях – главных районах посева льна – возникли новые льнопрядильные фабрики. Лен для переработки шел русский (ярославский, вологодский, владимирский и вятский), но для номеров пряжи выше 70 выписывался французский и бельгийский лен в объеме от 5 000 до 10 000 пудов. Импорт льна был крайне невыгоден. Чтобы не разориться, пришлось Товариществу Норской мануфактуры устанавливать производство хлопчатобумажной пряжи. Лен из России по-прежнему вывозился, но весь экспорт находился в руках иностранных фирм. Вывозился при этом очень дешево – полуфабрикат – нечесаный лен. Из такого сырья выходило только 25% готового волокна. Потери тех, кто выращивал эту культуру, выливались во многие миллионы рублей. В льняной отрасли в России следовало ждать появления мощной российской финансовой группы, которая могла бы составить серьезную конкуренцию иностранцам и взять экспорт льна в свои

руки. Знаток льняного дела В. Майнов писал: "Подальше от столицы, на юго-запад начинают мало-помалу показываться посеы льна, а в Псковской губернии он составляет предмет самого главного производства. Тем лен хорош, что несет он, наряду с коноплею, двойную службу: семечко его на выжимку масла идет, а солома – в мялку, на волокно и на пряжу. Но в том беда наша русская, что природа русскому человеку и то и другое дает, да не умеет он за дело взяться и все норовит сделать скоро и скверно; так и со льном псковским стоит дело: родится он так хорош, что нет ему по волокну равного в Европе, да обработка то волокна скверная, и купцы европейские поневоле либо вовсе от него чураются, либо дают за него малую цену сравнительно. Мнут его бабы на таких мялках, какие удавалось швейцарским ученым находить среди остатков озерного человека, а потому и не могут смять его так, как сделала бы это усовершенствованная машина; то и дело попадаетея в чистом волокне кострика (несмятый жесткий стебель), а это заставляет торговцев браковать всю партию, так как знают они, что по привозе на месте волокно придется переминать снова на машинах, а следовательно, последует в весе уменьшение. Неудовлетворительная культура льна в Псковской губернии... грозит повсеместным упадком этой важной отрасли хозяйства. Оптовые льноводы разделяют это опасение. Губят дело и нерациональные способы обработки льна; мятье и трепка, и в особенности практикуемый всеми крестьянами крайне непрактичный способ мочки и просушки льна, зачастую отнимают у последнего более половины настоящей его ценности и являются главными причинами, почему производство льна в Псковской губернии не приносит населению той выгоды, которую можно было бы ожидать. Ни почва, ни климат в Псковской губернии не препятствуют льну быть такого качества, каков он в Западной Европе, и если лен у нас хуже, то этому виною исключительно неудовлетворительная обработка его и, следовательно, неумелость русского человека и его скорохватство".

1. Определены исторические аспекты использования льна, шерсти, хлопка и шелка.

2. Возделывая и перерабатывая в изделия натуральные волокна, люди с древних времен приспособляли их к своим нуждам.

3. Неудовлетворительное отношение к обработке льна не позволяет эффективно использовать его и получать высококачественные изделия.

1. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Рыжов А.И. Лен: вчера, сегодня, всегда. – М.: Полигран, 1995.

2. Льняной комплекс России: развитие и перспективы: докл. и выступления на совещ. и междунар. науч.-практ. конф. VIII Всерос. ярмарки-выст.: Российский лен – 2005. – Вологда: Вологод. лес, 2005.

3. Новикова О.Ю. Роль интеграции науки и производства в обеспечении эффективного управления предприятиями льняного комплекса // Текстильная промышленность. – 2006, №11. С. 48...50.

4. Гинзбург Л.Н. Возрождение льняного дела в России // Текстильная промышленность. – 2004, №9. С. 24...28.

Рекомендована кафедрой маркетинга и управления бизнесом. Поступила 176.01.13.

УДК 677.045: 541. 183

УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ ТЕКСТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ*

ULTRAFILTRATION OF USED OILS IN TEXTILE EQUIPMENT

В.А. МАСЛЕННИКОВ, А.В. ПОСТНИКОВ, Ю.П. ОСАДЧИЙ, А.В. МАРКЕЛОВ
V.A. MASLENNIKOV, A.V. POSTNIKOV, YU.P. OSADCHY, A.V. MARKELOV

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnic University)

E-mail: aleksandr203.37@mail.ru

В статье рассматривается процесс восстановления отработанных трансмиссионных масел, применяемых в ткацком оборудовании. Технология восстановления основана на применении полупроницаемых ультрафильтрационных мембран.

The article considers the process of the used transmission oils renewal, applied in textile equipment. The renewal technology is based on the use of semipermeable ultrafiltration membranes.

Ключевые слова: полупроницаемые мембраны, ультрафильтрация, восстановление трансмиссионных масел.

Keywords: semipermeable membranes, ultrafiltration, transmission oils renewal.

* В работе принимал участие студент А.С. Гришута.

При эксплуатации ткацких станков их смазка является одной из важных ответственных операций. Преобладающее большинство кулачковых механизмов станков (привод батана, зевобразовательные и кромкообразующие кулачки, кулачки, расположенные внутри боевой и приемной коробок) работают в условиях постоянной смазки с целью уменьшения изменения формы деталей в результате трения. Для этого используют минеральное трансмиссионное масло, обладающее антиокислительными свойствами, которое периодически надо заменять [1].

Отработанное трансмиссионное масло можно вторично использовать после проведения его очистки на регенерирующих установках. Эти устройства можно размещать в сравнительно небольших помещениях на территории текстильных предпри-

ятий. Принцип работы ультрафильтрационной установки для разделения и очистки отработанных масел основан на применении баромембранного процесса разделения жидкостей [3]. Данный процесс не требует больших энергозатрат, безреагентен и является малоотходным, при этом очистка отработанного масла от примесей может проводиться в диапазоне температур 20...40°C.

Мембраны для фильтрования неводных сред должны обладать химической и механической стабильностью в среде органических растворителей.

Для этих целей можно использовать полупроницаемые ультрафильтрационные мембраны на основе фторопласта УФФК, полисульфонамида ПСА, полисульфона ПС в виде полых труб производства "Владипор" г. Владимир (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Тип мембраны	Свойства				
	средний диаметр пор, мкм	допустимый диапазон, pH	производительность по дистиллированной воде при $p=0,05$ МПа, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	термическая устойчивость не более, °C	предельный рабочий перепад давления, МПа
Полимерная типа УФФК	0,05	1...13	1,1	60	0,3...0,5
Полимерная типа ПСА	0,05	1...13	0,1 по этанолу	80	0,3...0,5
Полимерная типа ПС	0,05	0...13	1,0	80	0,3...0,5

При исследовании процесса регенерации использовалось отработанное масло марки И-12А ГОСТ 20799–88, слитое из масляных ванн станков СТБ, которые экс-

плуатируются на текстильном предприятии ООО "Фортуна" (г. Иваново). Основные характеристики отработанного масла представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование показателей	Свежее масло	Отработанное масло	Регенерированное масло
Кинематическая вязкость при 40°C, $\text{мм}^2/\text{с}$ (сСт)	13...17	18,44	14
Кислотное число, мг КОН на 1г масла	0,02	3,72	0,02
Содержание механических примесей, %	отсутствие	2,99	отсутствие
Содержание воды, %	следы	1,48	следы
Зольность, %	0,005	1,34	0,003
Плотность при 20 °C, $\text{кг}/\text{м}^3$, не более	880	897	878
Цвет нефтепродуктов темных, ед. ЦНТ	1,5 - 2	6,0	1,5...2

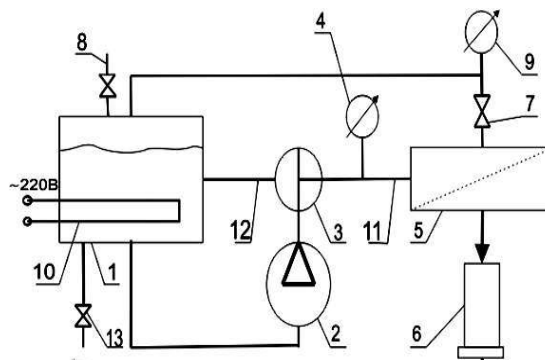
Экспериментальная часть данной работы проводилась с целью:

– исследование возможности очистки отработанных трансмиссионных масел от продуктов старения;

– изучение влияния перепада давления на удельную производительность и селективность тонкопористых мембран, характеристики которых представлены в табл. 1.

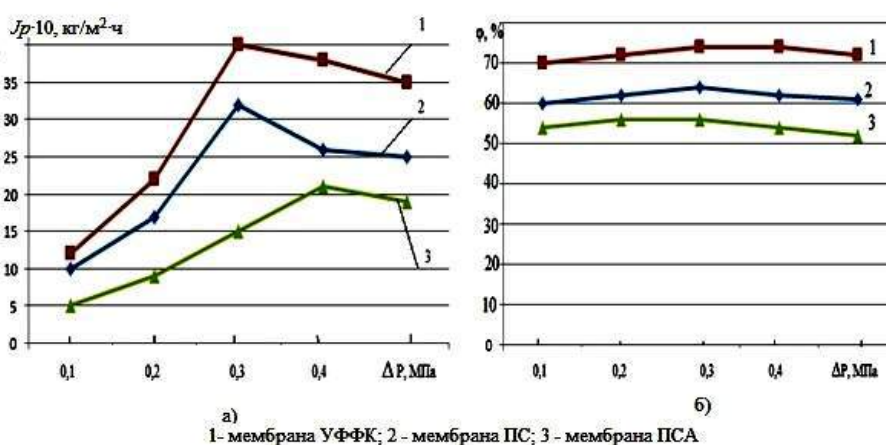
Процесс фильтрации проводился на проточной лабораторной установке, принципиальная схема которой показана на рис. 1 [2].

В ходе выполнения эксперимента получены данные о влиянии перепада давления на удельную производительность J_p в $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ и селективность ϕ мембран по асфальто-смолистым соединениям (рис.2-а и 2-б). При расчете селективности по асфальто-смолистым соединениям в отработанных трансмиссионных маслах измеряли их оптическую плотность и концентрацию на фотоколориметре КФК-2 в области спектра 490...590 нм.



1 - резервуар с отработанным моторным маслом; 2 - насос, 3-трехходовой кран; 4,9 - манометры; 5 - мембранные элементы; 6 - мерная колба с очищенным маслом; 7 - запорная арматура; 8 - кран для залива отработанного масла; 10 - электрический тен; 11 - напорная магистраль; 12 - байпасная магистраль; 13 - вентиль сливной

Рис. 1



а) 1 - мембрана УФФК; 2 - мембрана ПС; 3 - мембрана ПСА

Рис. 2.

Исследования проводились при температуре $t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ и скорости течения жидкости 2 м/с. Из графиков на рис. 2-а видно, что наибольшей производительностью обладает мембрана на основе фторопласта УФФК.

Полученные кривые на рис. 2-а показывают, что при повышении давления до 0,3 МПа производительность становится практически постоянной, так как у поверхности всех типов мембран образуется слой геля, то есть концентрация растворенного вещества у границы мембраны становится постоянной и не зависит от рабочего перепада давления. Образование слоя геля является лимитирующим явлением процесса ультрафильтрации, так как через 60...90 минут необходимо производить профилактические работы, связанные с восстановлением производительности.

Селективность мембран с повышением перепада давления практически не изменяется (рис. 2-б). Это можно объяснить тем, что, с одной стороны, увеличение перепада давления должно приводить к интенсификации проникновения примесей через поры, с другой стороны, происходит уплотнение геля в приграничном слое раствор – мембрана, препятствующий проскоку примесей через поры [3], [4].

ВЫВОДЫ

1. Показана возможность процесса ультрафильтрации отработанных трансмиссионных масел марки И-12А с помощью мембран с размером пор 0,05 мкм.
2. Оптимальное давление, с которым нужно проводить фильтрацию, 0,3...0,5 МПа.

3. Дальнейшее направление разработки целесообразно направить на исследование проблемы периодичности технического обслуживания мембран для восстановления их производительности и селективности в течение определенного срока службы [5].

4. После восстановления трансмиссионного масла его можно повторно использовать по прямому назначению (табл. 2).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Хлопчаткачество: Справочник. – 2-е изд., перераб., и доп. / Под ред. П.Т. Букаева. – М.: Легпромбытиздат, 1987. С. 336.

2. Патент на полезную модель №126959: РОС-ПАТЕНТ. Ультрафильтрационная установка для разделения и очистки отработанных масел/ Маркелов А.В., Постников А.В., Осадчий Ю.П., Масленников В.А., Федосов С.В., Кочетков А.Е., Осадчий Д.Ю.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО "Ивановский государственный энергетический университет" (ИГЭУ), RU - №

2012145713/05(073374); заявл. 25.10.2012. Бюл. №11. С 2, ил.

3. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. – Изд. 2-е. В 2-х кн. – Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. – М.: Химия, 1995.

4. Федосов С.В., Масленников В.А., Осадчий Ю.П., Маркелов А.В. Ресурсосберегающая технология при технической эксплуатации строительной техники // Вестник МГСУ. – 2012, №2. С. 104...108.

5. Масленников В.А., Осадчий Ю.П., Маркелов А.В. Обоснование периодичности технических обслуживаний фильтрационных установок при экспоненциальном законе изменения пропускной способности рабочих элементов // Ауезовские чтения – 10: 20-летний рубеж: Инновационные направления развития науки, образования и культуры. Мат. Междунар. науч. практ. конф. – Шымкент, Казахстан, Юж.- Казахст. гос. универ. 2011. С.70...72.

Рекомендована кафедрой автомобиля и автомобильное хозяйство. Поступила 04.07.13.

УДК 677.021.151.232

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛИГНИНА И ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ НА ЖЕСТКОСТЬ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЫХ ПОЛОТЕН

INFLUENCE OF LIGNIN AND HEMICELLULOSE CONTENT ON STIFFNESS OF LINEN FABRICS

С.В. АЛЕЕВА
S.V. ALEEVA

(Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново)
(Institute of Solutions Chemistry named after G.A. Krestova of RAS)
E-mail: sva@isc-ras.ru

Выявлена зависимость "состав – свойство" для оценки роли полимерных спутников льняной целлюлозы в снижении жесткости льняных тканей. Показано, что жесткость полотна определяется не только присутствием лигнина, но и нарастает при извлечении из волокна гемицеллюлозных соединений.

The dependence of "structure-property" for estimation of the role of linen cellulose polymer companions in decrease of linen fabrics rigidity. It has been shown that fabric rigidity is defined not only by the presence of lignin, but also under extraction of hemicellulose connections from fibers.

Ключевые слова: льняная ткань, лигнин, гемицеллюлозы, жесткость.

Keywords: linen fabric, lignin, hemicellulose, stiffness.

Жесткость ткани определяется ее структурными параметрами (вид переплетения, плотность и т.д.), с одной стороны, и полимерным составом – с другой. Влияние химического строения льняного волокна на жесткость связывают с присутствием в его структуре лигнина. Действительно, его удаление способствует умягчению материала [1]. Вместе с тем в исследованиях [2] показано наличие зависимости гибкости льняного сырья не только от содержания лигнина, но и от полиуглеводных примесей.

В настоящей работе изучено влияние компонентов гетерополимерной системы льняного волокна на жесткость EI тканых полотен. В исследованиях применены образцы тканей полотняного переплетения арт. 07103 и 04102. Для дифференцированной оценки содержания лигнина (Л) и гемицеллюлоз (Гц) использованы приемы селективного их извлечения, охарактеризованные в [3].

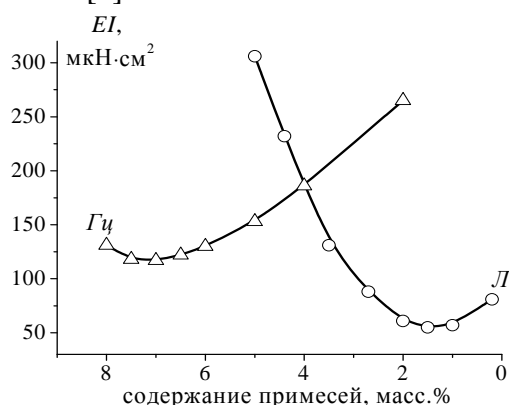


Рис. 1

$$EI = 292,0793 - 29,7234Л + 19,8156Л^2 - 30,8179ГЦ + 4,4025ГЦ^2, r = 0,9708.$$

Для обоих видов полимерных примесей в уравнении имеются члены, характеризующие разнонаправленность их влияния в изменение показателя жесткости. Согласно модели наименьший уровень жесткости тканей обеспечивается при остаточном содержании разветвленных гемицеллюлоз в структуре лубяных пучков в интервале 6,5...7,5 масс.%, лигнина – 2...1,5 масс.%. Такой результат может быть получен за счет последовательного проведения биоподго-

На рис. 1 представлены значения показателя жесткости для образцов с варьируемой массовой долей лигнина при постоянном значении Гц=8 масс.%, а также с изменяющимся содержанием гемицеллюлоз при Л=3,5 масс.%. Полученные зависимости демонстрируют наличие экстремального характера для обоих видов примесей льняной целлюлозы. Для лигнина ниспадающая ветвь, очевидно, обусловлена его удалением из остатков одревесневших межклеточных образований в структуре не полностью расщепленных льняных комплексов, а возрастающая – разрушением лигноуглеводного комплекса клеточной стенки элементарных волокон, обеспечивающего их аморфизацию [4]. При извлечении гемицеллюлоз вслед за небольшим понижением показателя EI в области Гц=8...7 масс.% наблюдается существенное возрастание жесткости ткани. Логично предположить, что специфика влияния разветвленных гемицеллюлоз заключается в улучшении сегментальной подвижности структурных элементов волокнистого материала при деформирующих воздействиях.

На основании анализа совокупности экспериментальных данных получена математическая модель "состав – свойство", которая позволяет оценить индивидуальный вклад компонентов гетерополимерной системы льняного волокна в изменение жесткости ткани:

товки волокна к прядению с последующим применением биохимической технологии в цикле расшлихтовки и беления тканых полотен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лепилова О.В., Алеева С.В., Кокиаров С.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №3. С. 51...53.
2. Кокиаров С.А. и др. // Химия растительного сырья. – 2008, № 3. С. 51...54.
3. Алеева С.В. и др. // Химия растительного сырья. – 2008, №3. С. 51...54.

УДК 677.021.1.025

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ХЛОПКА-СЫРЦА ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПЕРЕХОДАМ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

CHANGE OF STRUCTURAL INDEX OF RAW-COTTON BY TECHNOLOGICAL TRANSITIONS OF ITS PROCESSING

С.А. ГАЗИЕВА, Б.Д. КУРБОНОВ, М.Э. НУРОВ, Х.И. ИБРОГИМОВ, П.Н. РУДОВСКИЙ
S.A. GAZIEVA, B.D. KURBONOV, M.E. NUROV, H.I. IBROGIMOV, P.N. RUDOVSKY

(Филиал Технологического университета Таджикистана, г. Куляб,
Костромской государственной технологической университет)
(The Branch of Tajikistan Technological University, Kuljab;
Kostroma State Technological University)

E-mail: kholms78@list.ru

В работе рассмотрены вопросы изучения кинетики образования компонентов структуры хлопка нового сорта разновидности «Флора» по технологическим процессам его переработки на китайском и отечественном оборудовании. На основе проведенных исследований установлена целесообразность применения пильчатых очистителей в начале процесса очистки хлопка-сырца, что приведет к росту открытой поверхности частиц хлопка (летучек), повышению очистительного эффекта машин, качества дженирования и снижению пороков хлопкового волокна.

The article considers the questions on studying the kinetic formation of new cotton growth structure of the variety “Flora” by technological processes of its processing on Chinese and Russian equipment. On the basis of the carried out research reasonability of serrate cleaners application at the beginning of the process of raw-cotton cleaning has been established, and it will result the increase of cotton particles open surface, increase the machines cleaning effect, quality of ginning and decrease of cotton fiber defects.

Ключевые слова: хлопок-сырец, летучка, структурный показатель, очистительный эффект, жесткость волокнистых связей, зажгученность волокон.

Keywords: raw-cotton, a filer, a structural index, cleaning effect, fiber connections rigidity, twisted fiber connections, twisted fibers.

В процессе первичной переработки хлопка-сырца, независимо от его сортности и селекции, изменяется важнейшая характеристика – показатель структуры.

Данный показатель изучен в работах [2...4], где отмечено, что при переработке волокнистого материала происходит разукрупнение долек хлопка-сырца. Некото-

рые из них могут образовывать прочные связи, особенно после хлопкоочистительных машин, имеющих колковые и шнековые рабочие органы [5...7]. В работах [2], [3] структура хлопка-сырца изучена на стендовых установках и принята как критерий очистительного эффекта машины. Однако в предложенных моделях не учитывались свойства и параметры материала.

Объектом исследования для изучения структурного показателя хлопка-сырца является новый средневолокнистый сорт хлопка разновидности "Флора". Исследуемый объект имел следующие исходные характеристики: влажность 10,2%, засоренность 2,6%, зауженность 0,3%. Из данного хлопка-сырца после переработки получено волокно со следующими характеристиками: модальная длина 28,9 мм, штапельная длина 33,4 мм, коэффициент зрелости 1,9%, линейная плотность 151 мтекс, удельная разрывная нагрузка 24,6 сН, разрывная длина 28,5 км, массовая доля пороков и сорных примесей 2,0 %, массовое отношение влаги 7,6 %, показатель микронейра 4,6; цвет волокна слегка пятнистый; класс волокна – хороший.

Исследование структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам для новой селекции хлопка "Флора" 1-го сорта, 1-го класса проведены по разработанной методике изучения кинетики структуры хлопка-сырца, приведенной в [4].

Согласно новой методике различают следующие частицы хлопка-сырца :

- единичные летучки с утерянными связями;
- летучки с зажгученными волокнистыми связями (с числом от двух и более);
- летучки с удлиненными волокнистыми связями (с числом от двух и более).

В [3], на основе технологических исследований процессов переработки хлопка-сырца, для определения и прогнозирования общей структуры хлопка-сырца предложена следующая универсальная формула:

$$C_{x/c} = K_1 K_2 K_3 \frac{m_0 - (E_l + Z_l + Y_l)}{m_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где $C_{x/c}$ – структурный показатель хлопка-сырца, %; K_1 – коэффициент, учитывающий жесткость волокон в связях летучек; K_2 – коэффициент, учитывающий изменение влажности хлопка-сырца по технологическим переходам; K_3 – коэффициент, учитывающий изменение засоренности хлопка-сырца по технологическим переходам; m_0 – исходная масса образца хлопка-сырца, кг; $m_0 = m_k + E_l + Z_l + Y_l$; m_k – масса выделенных единичных летучек с утерянными связями, кг; Z_l – масса зажгученных волокон в связях летучек с разным числом связей, кг; Y_l – масса удлиненных связей летучек с разным числом связей, кг.

Названный селекционный сорт хлопка перерабатывался по современной технологии, на оборудовании китайского и отечественного производства. В состав китайского оборудования, установленного на ООО "Бехрузи Мурод" Вахшского района, входят: хранилище + сепаратор + сушилка + сепаратор + очистительный агрегат (2П+5К) + сепаратор + питатель джина + джин пильный + волокноочиститель + конденсор + увлажняющая машина + пресс.

В состав отечественного оборудования, установленного на АОТ "Умед-1", входят: хранилище + сепаратор + сушилка + сепаратор + 6А–12М + ЧХ–3М2 + сепаратор + питатель джина + джин пильный + волокноочиститель + конденсор + увлажняющая машина + пресс.

При проведении исследований выявлено, что в процессе переработки хлопка-сырца в его массе, кроме названных компонентов, еще имеются нетронутые дольки, процентное содержание которых нами учитывалось. Зависимость содержания компонентов структуры хлопка-сырца от его исходной влажности аппроксимируется эмпирическими формулами:

$$C_{x/c} = A_0 + A_1 W_{x/c}, \quad Z_l = A_0 + A_1 W_{x/c}, \quad E_l = A_0 + A_1 W_{x/c}, \quad Y_l = A_0 + A_1 W_{x/c} \quad (2)$$

В табл. 1 приведены расчетные значения кинетики компонентов структуры хлопка-сырца для разновидности "Флора" (1 сорт, 1 класс), переработанного на ки-

тайском оборудовании, и эмпирические уравнения, полученные в результате обработки на ЭВМ.

Таблица 1

№ п/п	Технологическое оборудование	Единичные летучки, $E_{л}$		Зажгученные волокна в связях летучек, $Z_{л}$		Удлиненные связями летучек, $Y_{л}$	
		A_0	A_1	A_0	A_1	A_0	A_1
1	Хранилище	2,86	-1,52	1,036	0,52	4,86	0,52
2	Сепаратор	3,48	0,68	-3,72	0,55	8,52	1,34
3	Сушилка	6,72	0,62	7,76	0,46	13,66	1,18
4	Сепаратор	10,46	0,72	10,34	0,19	19,22	0,76
5	Хлопкоочистительный агрегат (2П+5К)	40,44	-0,154	3,86	0,38	36,32	0,49
6	Сепаратор	46,24	-1,92	9,72	0,48	29,46	0,86
7	Питатель джина	54,52	0,296	6,48	0,32	27,16	0,62

Примечание. 2П – два пильчатых барабана; 5К – пять колковых барабанов.

$$E_{л} = 2,86 - 1,52W_{x/c}; \quad Z_{л} = 1,036 + 0,52W_{x/c}; \quad Y_{л} = 4,86 + 0,52W_{x/c}. \quad (3)$$

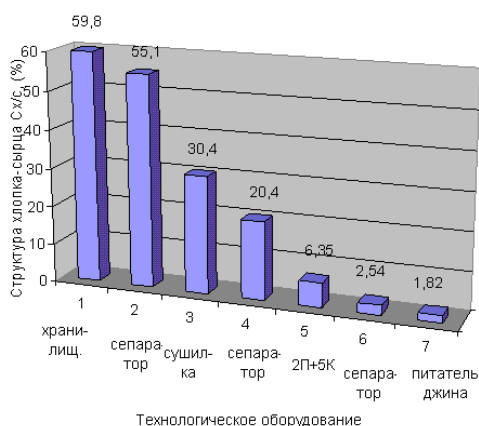
В табл. 2 приведены расчетные значения кинетики компонентов структуры хлопка-сырца разновидности "Флора"

(1 сорт, 1 класс), переработанного на отечественном оборудовании.

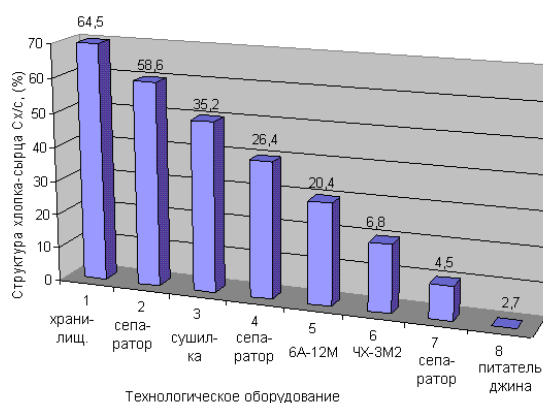
Таблица 2

№ п/п	Технологическое оборудование	Единичные летучки, $E_{л}$		Зажгученные волокна в связях летучек, $Z_{л}$		Удлиненные связями летучек, $Y_{л}$	
		A_0	A_1	A_0	A_1	A_0	A_1
1	Хранилище	3,15	-0,032	-0,198	0,062	5,123	-0,306
2	Сепаратор	4,22	0,192	-0,274	0,182	4,74	0,144
3	Сушилка	7,28	0,226	-0,92	0,986	8,92	0,286
4	Сепаратор	10,04	0,634	2,36	1,324	12,44	0,672
5	6А-12М	13,52	0,452	4,42	2,782	14,36	0,844
6	ЧХ-3М2	54,36	0,602	5,64	2,864	28,48	0,632
7	Сепаратор	58,44	0,704	8,36	1,702	22,64	0,746
8	Питатель джина	60,38	0,392	6,13	0,824	13,74	0,542

$$E_{л} = 3,15 - 0,032W_{x/c}; \quad Z_{л} = -0,198 + 0,062W_{x/c}; \quad Y_{л} = 5,123 - 0,306W_{x/c}.$$



а)



б)

Рис. 1

Значения структурного показателя хлопка-сырца $C_{x/c}$ (%) в виде гистограмм

для исследуемых вариантов технологической цепочки, представлены на рис. 1-а и б

(а – обработанного на китайском оборудовании, б – на отечественном).

Анализ полученных результатов свидетельствует, что значения структурного показателя в двух вариантах технологии имеют существенное различие. Особенно заметно увеличение количества единичных летучек и уменьшение зажгученных волокон в связях летучек в хлопке, переработанном на технологической линии китайского производства, по сравнению с переработкой на отечественном оборудовании, то есть при установке колкочашечных очистителей в начале процесса очистки. Указанные показатели увеличиваются на 6,5 и 3,38 отн. процент соответственно.

Учитывая специфические свойства хлопка-сырца, в котором наименьшей структурной частицей является летучка, поток разрезаемого хлопка-сырца должен состоять, по возможности, из одиночных летучек (с одним или двумя связями).

Разрезание потока хлопка-сырца влияет на открытую поверхность частиц, через которую легче удаляются сорные примеси, повышается очистительный эффект технологического оборудования и качество дженирования хлопка.

Таким образом, проведенные исследования новых сортов хлопка показывают, что установка пальчатых очистителей в начале процесса очистки приводит к увеличению числа единичных летучек, уменьшению зажгученных волокон в связях летучек и повышению качества волокна.

ВЫВОДЫ

По результатам сравнительных испытаний технологических цепочек китайского и отечественного производства, проведенных на хлопке нового селекционного

сорта разновидности "Флора", выявлена необходимость установки пальчатых очистителей в начале процесса очистки хлопка-сырца, что приведет к росту открытой поверхности частиц хлопка, повышению очистительного эффекта машин и улучшению качества хлопкового волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Межгосударственный стандарт 3279–95. Волокно хлопковое (Уз РСТ 604–93). – Ташкент, 1993.
2. *Иброгимов Х.И.* Совершенствование теории и технологии подготовки хлопка-сырца к процессу дженирования для сохранения природных свойств волокна и семян: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2009.
3. *Корабельников Р.В., Ибрагимов Х.И.* Комплексный показатель воздействия очистителя хлопка на хлопок-сырец в процессе очистки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №4. С. 35...38.
4. *Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В.* Моделирование процесса разрежения слоя хлопка-сырца в питателе очистителя мелкого сора // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №3. С. 34...38.
5. *Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В.* Параметры движения частиц хлопка-сырца по поверхности колков в очистителях мелкого сора // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1. С. 34...36.
6. *Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В.* Особенности взаимодействия колков рабочего барабана очистителя с частицами хлопка-сырца, имеющими волокнистые связи, при нецентральной ударе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2. С. 16...19.
7. Малый патент № ТЖ 137 МПК (2006) Д 99 Z 99/00.
8. Способ определения структурного показателя хлопка-сырца / Х.И. Иброгимов, Р.В. Корабельников, С.З. Зульфганов. РТ. Государственное патентное ведомство. – Оpubл. 30.03.2007.

Рекомендована кафедрой технологии легкой промышленности Филиала Технологического университета Таджикистана, г. Куляб.. Поступила 30.09.13.

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ПЛОТНОСТИ НИТЕЙ В ТКАНЫХ ПОЛОТНАХ

DEVELOPMENT OF STANDARD SAMPLES OF THREADS DENSITY IN WOVEN CLOTHS

О.А. ШАЛОМИН, А.Ю. МАТРОХИН
O.A. SHALOMIN, A.Yu. MATROKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт;
ООО "ТексПро")
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute;
TexPro Ltd)
E-mail: mt@igta.ru

Показана необходимость разработки стандартных образцов – средств для калибровки разработанного ранее компьютерного метода определения показателей плотности нитей в тканых полотнах. Определены требования к их строению и материалам, реализованные в опытной партии.

The necessity of development of standard samples – means for calibration of earlier developed computer method of threads density definition in woven cloths has been shown. The requirements for their structure and materials, realized in a test batch, have been determined.

Ключевые слова: эталоны, стандартные образцы, калибровка, поверка, компьютерный метод, плотность нитей, число нитей на 10 см, ткань.

Keywords: standards, standard samples, calibration, verification, a computer method, filament density, the number of threads per 10 cm of tissue.

Разработка, внедрение и коммерциализация автоматизированной системы контроля плотности нитей в тканых полотнах [1] предусматривала в том числе и выполнение комплекса мероприятий по обеспечению единства измерений.

Область применения данной системы контроля на современном этапе развития ограничена только внутренними целями организаций (операционный контроль) и фактически не относится к сфере государственного регулирования в области обеспечения единства измерений. Таким образом, единство измерений предлагаемых средств измерений в соответствии с [2] может быть обеспечено в добровольном порядке в рамках процедур калибровки. Основными средствами проведения калибровки могут служить эталоны единиц величин, прослеживаемые к соответствующим государственным первичным эталонам, а также стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов.

Анализ Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений [3] показал, что для такого свойства тканых полотен, как плотность нитей (единичный показатель – число нитей на 10 см), упомянутые выше средства отсутствуют. Следовательно, необходима их разработка, изготовление, аттестация и утверждение типа в соответствии с положениями [4].

Техническое задание на разработку стандартных образцов плотности нитей в тканых полотнах (далее – стандартных образцов) включало следующие основные требования к ним:

1) пригодность к оптическому распознаванию. Данное требование означает, что основной материал стандартных образцов должен обеспечивать цифровое изображение, соответствующее изображению имитируемых объектов измерения – суровых и отбеленных хлопчатобумажных тканей. При этом материал должен располагаться на контрастном фоне, не дающем бликов при

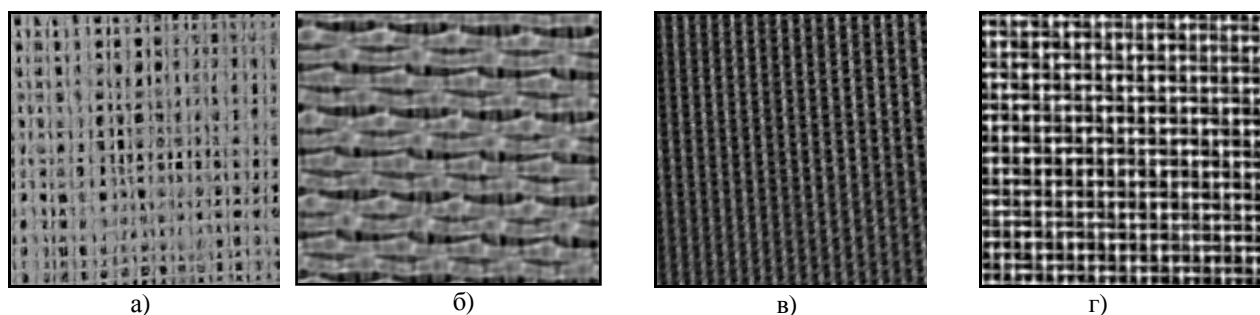
съемке в режиме отраженного света с применением вспышки;

2) механическая прочность и жесткость конструкции стандартных образцов;

3) сохраняемость основного материала стандартных образцов при использовании, проявляющаяся в отсутствии изменений его структуры;

4) относительная устойчивость материалов стандартных образцов к воздействию климатических факторов.

Исходя из данных требований были проведены поисковые научные исследования, где в качестве основного материала стандартных образцов рассматривались тканые сетки из полимерных материалов (полиэфир) и металлические тканые сетки (из нержавеющей стали, бронзы и латуни), выработанные простыми ткацкими переплетениями. Цифровые изображения указанных материалов в сравнении с суровой хлопчатобумажной тканью приведены на рис. 1.



- а – хлопчатобумажная ткань
- б – тканая сетка из полиэфирных мономеров
- в – тканая сетка из латунной (основа) и бронзовой (уток) проволоки
- г – тканая сетка из нержавеющей стали

Рис. 1

Как можно видеть на рис. 1, изображение тканой металлической сетки из нержавеющей стали в наибольшей степени соответствует изображению реальной ткани. Кроме этого, этот материал обеспечивает высшую степень сохраняемости, долговечности и устойчивости к внешним воздействиям.

Исходя из требований прочности и жесткости конструкции стандартных образцов, было предложено и реализовано следующее их строение, показанное на рис. 2 (1 – тканая металлическая сетка; 2 – бесцветное стекло толщиной 4 мм с одной матированной поверхностью, соприкасающейся с тканой металлической сеткой; 3 – самоклеящаяся пленка черного цвета; 4 – защитный пластик толщиной около 1 мм; 5 – подпружиненная пластиковая скоба; 6 – клеевой слой).

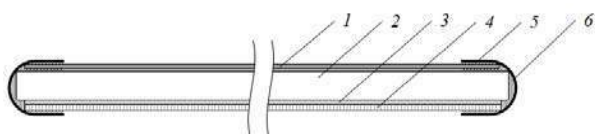


Рис. 2

Внешний вид опытной партии стандартных образцов плотности нитей в тканых полотнах с номинальным числом нитей на 10 см от 56 до 435 представлен на рис. 3.

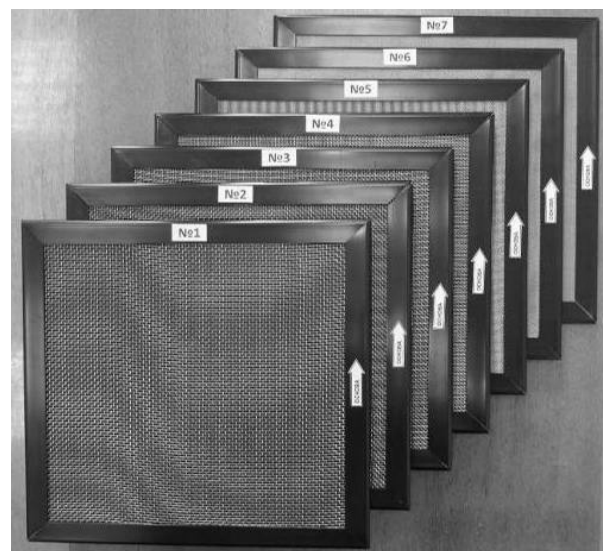


Рис. 3

В зависимости от ассортимента продукции, выпускаемой конкретной организаци-

ей-заказчиком автоматизированной системы контроля плотности нитей в тканых полотнах, предусматривается изготовление комплекта из нескольких стандартных образцов в определенном диапазоне плотности нитей.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена необходимость разработки стандартных образцов – средств для калибровки компьютерного метода определения показателей плотности нитей в тканых полотнах.

2. Определены требования к стандартным образцам плотности нитей в тканых полотнах.

3. Предложено строение стандартных образцов плотности нитей в тканых полотнах, реализованное в опытной партии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Баженов С.М., Кавин Н.О. Построение автоматизированной системы контроля технологического процесса формирования ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С.167...169.

2. Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений".

3. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. <http://www.fundmetrology.ru>.

4. ГОСТ 8.315–97. Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии ТИ ИВГПУ. Поступила 01.10.12.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Леонов С.А.</i> Математическая оценка факторов, оказывающих влияние на производственно-бытовую деятельность швейных предприятий	5
--	---

Материаловедение

<i>Бесианошникова В.И., Загоруйко М.В., Александрова Т.В., Сладков О.М., Пулина К.И.</i> Исследование воспламеняемости текстильных материалов	11
<i>Маврашин А.А., Кирюхин С.М.</i> Исследование и выбор статистической модели распределения значений показателей водоупорности плащевых тканей	13
<i>Рылкова М.В., Бокова Е.С., Дедов А.В.</i> Исследование изменения коэффициента отражения электромагнитных волн при получении радиопоглощающих нетканых материалов	17
<i>Грузинцева Н.А., Лысова М.А., Чистякова Н.Э., Новосад Т.Н.</i> Построение методики для учета требований швейных предприятий к качеству текстильных материалов	19
<i>Шустов Ю.С., Виноградова Н.А., Плеханова С.В.</i> Экспертиза качества тканей медицинского назначения	23

Первичная обработка. Сырье

<i>Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.</i> Исследование влияния диаметра нажимных роликов на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины	26
<i>Волков Д.А., Енин М.С., Пашин Е.Л., Бойко С.В.</i> Интенсификация процесса обескостривания льна с применением пассивных рабочих планок	29

Прядение

<i>Благушина Е.В., Родионов В.А.</i> Оптимизация структуры и технологии получения комбинированных обкрученных нитей	33
<i>Павлов К.Ю., Павлов Ю.В.</i> Исследование технологических операций кручения и обеспыливания геликоидным вьюрком	37

Ткачество

<i>Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю.</i> Исследование формы нити в ткани полотняного переплетения ..	41
<i>Сафонов П.Е., Юхин С.С., Левакова Н.М., Кожанова И.О.</i> Расчет рациональных параметров строения арамидных тканей различных структур	44
<i>Сухотерин Л.Я., Панин А.И., Рыбаулина И.В., Калмыков А.А., Николаев А.С.</i> Анализ использования текстильных фильтров, применяемых при очистке воздуха от пыли	48

Отделка

<i>Логинова В.А., Чешкова А.В., Бадаукайте Р.А., Шапошников Г.П.</i> Исследование фунгистатических свойств льняных волокон, окрашенных прямыми красителями	52
<i>Третьякова А.Е., Сафонов В.В., Молчанова Е.В.</i> Синергетический эффект в процессах малосмисляемой отделки льна в присутствии поликарбонатовых кислот	56
<i>Циркина О.Г., Никифоров А.Л.</i> Расчет удельной мощности для процессов обработки текстильных материалов в поле токов высокой частоты	60
<i>Жидкова В.В., Дащенко Н.В., Киселев А.М.</i> Реологические свойства печатных составов на основе интерференционных пигментов	64
<i>Сарибекова Д.Г., Кулиш А.Н., Салеба Л.В., Сарибеков Г.С.</i> Оценка поверхностной энергии хлопчатобумажной ткани в процессе олеофобной отделки фторсодержащим препаратом Aquarhob oftech ..	70

Трикотажное производство

<i>Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Заваруев Н.В.</i> Расчет деформации кулирного трикотажа при двумерной симметричной нагрузке с помощью нелинейной теории упругости	74
<i>Капралов В.В., Чистобородов Г.И., Никифорова Е.Н., Онитченко Д.А.</i> Исследование физико-механических свойств нового основовязаного полотна с усиливающими нитями	77

Швейное производство и дизайн

<i>Кочанова Н.М., Кузьмичев В.Е., Адольф Д.</i> Разработка комплексной классификации объемно-силуэтных форм втачных рукавов	82
<i>Чижик М.А.</i> Графическая модель оптимизации параметров ниточного соединения деталей одежды	86
<i>Белова И.Ю., Бабашова Е.Е., Веселов В.В.</i> Технологические аспекты обработки изделий из композиционных материалов, содержащих специализированные нанослои металлов	90
<i>Абрамов А.В., Родичева М.В.</i> Исследования тепловых показателей пакетов одежды в условиях ветра ...	97
<i>Сурикова М.В., Метелева О.В., Коваленко Е.И.</i> Соединение защитных материалов при использовании самоклеющегося пленочного материала	101

Текстильные машины и агрегаты

<i>Лушников С. В., Кузнецова В.С., Степнов Н.В.</i> Сравнение динамических характеристик рычажных и кулачковых приводов батана ткацких станков	105
<i>Королев А.Н., Терентьев В.И.</i> Исследование привода ротационной ремизоподъемной каретки	109

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

<i>Шарнар Н.М., Жмакин Л.И.</i> Исследование кинетики сушки нетканого материала в условиях вынужденной конвекции	113
--	-----

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Рудовский П.Н.</i> Развитие технологии прядильного производства в вузах Российской Федерации ...	117
<i>Гаврилова И.М.</i> Ретроспектива и реальность текстильного производства в России XXI века. История вопроса	121
<i>Масленников В.А., Постников А.В., Осадчий Ю.П., Маркелов А.В.</i> Ультрафильтрация отработанных трансмиссионных масел текстильного оборудования	126
<i>Алеева С.В.</i> Влияние содержания лигнина и гемицеллюлоз на жесткость льняных тканых полотен	129
<i>Газиева С.А., Курбонов Б.Д., Нуров М.Э., Иброгимов Х.И., Рудовский П.Н.</i> Изменение структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам его переработки	131
<i>Шаломин О.А., Матрохин А.Ю.</i> Разработка стандартных образцов плотности нитей в тканых полотнах	135

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Leonov S.A.</i> Mathematical Assessment of the Factors Having Impact on Production and Marketing Activity of Sewing Enterprises	5
--	---

Materials Science

<i>Besshaposhnikova V.I., Zagoruyko M.V., Alexandrova T.V., Sladkov O.M., Pulina K.I.</i> Research of Flammability of Textile Materials	11
<i>Mavryashin A.A., Kiryuhin S.M.</i> Research and Selection of a Statistical Model of Distribution of Indicators Value of Raincoat Fabric Water-Resisting Property	13
<i>Rylkova M.V., Bokova E.S., Dedov A.V.</i> Research of the Change of Electromagnetic Waves Reflection Coefficient while Making Radio Absorbent Nonwoven Materials	17
<i>Gruzintseva N.A., Lysova M.A., Chistyakova N.E., Novosad T.N.</i> Working out the Methods for the Account of Requirements of Sewing Enterprises for Textile Materials Quality	19
<i>Shustov Yu.S., Vinogradova N.A., Plehanova S.V.</i> Examination of Quality of the Fabrics of Medical Purpose	23

Preliminary Treatment. Raw Materials

<i>Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V.</i> Research of Pressing Rollers Diameter Influence on the Force of Layer Clip in Scutching Machine Belts	26
<i>Volkov D.A., Enin M.S., Pashin E.L., Boyko S.V.</i> Intensification of the Process of Flax Dechaffing Using Passive Working Slats	29

Spinning

<i>Blagushina E.V., Rodionov V.A.</i> Optimization of Structure and Technology of Making Complex Twisted Threads	33
	37

<i>Pavlov K.Yu., Pavlov Yu.V.</i> Research of Technological Operations of Twisting and Dedusting by a Helicoid Twisting Tube		41
Weaving		
<i>Grechuhin A.P., Seliverslov V.Yu.</i> Research of the Tread Form in Plain Weave Fabric		44
<i>Safonov P.E., Yuhin S.S., Levakova N.M., Kozhanova I.O.</i> Calculation of Rational Parameters of Aramide Fabrics of Different Structure		48
.....		
<i>Suhoterin L.Ya., Panin A.I., Rybaulina I.V., Kalmykov A.A., Nikolaev A.S.</i> The Analysis of Textile Filters Used in Air Filtration		52
Finishing		
<i>Loginova V.A., Cheshkova A.V., Badaukajte R.A., Shaposhnikov G.P.</i> Research of Fungistatic Properties of Flax Fibers Dyed by Direct Dyes		56
<i>Tretyakova A.E., Safonov V.V., Molchanova E.V.</i> Synergy Effect in the Processes of Flax Uncrurple Treatment with Polycarboxylic Acids		60
<i>Tsirkina O.G., Nikiforov A.L.</i> Calculation of Specific Power for The Processes of Textile Materials Treatment in High Hig Frequency Current Field		64
<i>Zhidkova V.V., Dashchenko N.V., Kiselev A.M.</i> Rheological Properties of Printing Compositions on the Basis of Interferential Pigments		70
<i>Saribekova D.G., Kulish A.N., Saleba L.V., Saribekov G.S.</i> Estimation of Surface Energy of Cotton Fabric in the Process of Oleophobic Finishing by Flourine-Containing Preparation Aquaphob Softech		74
Knitting		
<i>Kudryavin L.A., Belyaev O.F., Zavaruyev N.B.</i> Calculation of Deformation of Metal Jersey under Two-Dimensional Symmetric Laoding with the Help of Nonlinear Theory of Elasticity		77
<i>Kapralov V.V., Chistoborodov G.I., Nikiforova E.N., Onipchenko D.A.</i> Research of Physical and Mechanical Properties on the New Warpknitted Cloth with Strengthening Threads		82
Sewing and Design		
<i>Kochanova N.M., Kuzmichev V.E., Adolf D.</i> Developmetn of Comlex Classification of Sleeve-In Shaping		86
<i>Chizhik M.A.</i> The Graphic Optimization Model of the Parameters of Thread Connections in Clothes Details		90
<i>Belova I.Yu., Babashova E.E., Veselov V.V.</i> Technological Aspects of Treatment the Products from Composite Materials Containing Spcialized Metal Nano-Layers		97
<i>Abramov A.V., Rodicheva M.V.</i> Research of Thermal Indications of Clothes Packages in the Wind Conditions		101
<i>Surikova M.V., Meteleva O.V., Kovalenko E.I.</i> Connection of Protective Materials when Using Self-Adhesive Film Materials		105
Textile Machines and Aggregates		
<i>Lushnikov S.V., Kuznetsova V.S., Stepnov N.V.</i> Comparison of Dynamic Characteristics of Lever and Cam Slay Drives of Looms		109
<i>Korolev A.N., Terentjev V.I.</i> Research of the Rotary Dobby Drive		113
Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering		
<i>Sharpar N.M., Zhmakin L.I.</i> Research of the Kinetics of Nonwoven Materials Drying in The Conditions of Compelled Convection		117
Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items		
<i>Rudovsky P.N.</i> Development of Technology of Spinning Production in Higher Education Institutions of the Russian Federation		121
<i>Gavrilova I.M.</i> Retrospective and Reality Textile Productions in Russia of the XXI Century. Historical Background		126
<i>Maslennikov V.A., Postnikov A.V., Osadchy Yu.P., Markelov A.V.</i> Ultrafiltration of Used Oils in Textile Equipment		129
<i>Aleeva S.V.</i> Influence of Lignin and Hemicellulose Content on Stiffness of Linen Fabrics		131
<i>Gazieva S.A., Kurbonov B.D., Nurov M.E., Ibrogimov H.I., Rudovsky P.N.</i> Change of Structural Index of Raw-Cotton by Technological Transitions of its Processing		135
<i>Shalomin O.A., Matrohin A.Yu.</i> Development of Standard Samples of Thrads Density in Woven Cloths ...		