

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
"ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ"

В Е С Т Н И К

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Д В А Д Ц А Т Ь В Т О Р О Й В Ы П У С К

ВИТЕБСК
2012

УДК 67/68
ББК 37.2
В 38

Вестник Витебского государственного технологического университета. Вып. 22
/ УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – Витебск, 2012. – 208 с.

Главный редактор д.т.н., профессор **Башметов В.С.**

Редакционная коллегия:

зам. главного редактора д.э.н., профессор **Ванкевич Е.В.**

ответственный секретарь д.т.н., профессор **Рыклин Д.Б.**

члены ред. коллегии

Технология и оборудование легкой

промышленности и машиностроения

Редактор – д.т.н. Рубаник В.В. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Сторожев В.В. (МГУТД)
д.т.н., проф. Сункуев Б.С. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Клименков С.С. (ВГТУ)
к.т.н., проф. Ольшанский В.И. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Горбачик В.Е. (ВГТУ)
к.т.н., доц. Трутченко Л.И. (ВГТУ)
к.т.н., доц. Гарская Н.П. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Коган А.Г. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Садовский В.В. (БГЭУ)
д.ф-м.н., проф. Корниенко А.А. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Кузнецов А.А. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Локтионов А.В. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Николаев С.Д. (МГТУ им. А.Н. Косыгина)
к.т.н., доц. Загайгора К.Ф. (ВГТУ)
к.т.н. Муха П.И. (РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»)
к.т.н., доц. Казарновская Г.В. (ВГТУ)
д.т.н., доц. Буркин А.Н. (ВГТУ)
д.т.н., доц. Сакевич В.Н. (ВГТУ)
к.т.н., доц. Шеверинова Л.Н. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Пятов В.В. (ВГТУ)

Химическая технология и экология

Редактор – д.т.н., проф. Ковчур С.Г. (ВГТУ)
к.х.н., доц. Платонов А.П. (ВГТУ)
д.т.н., член-кор. НАНБ Пантелеенко Ф.И. (БНТУ)
д.т.н., проф. Жарский И.М. (БГТУ)
академик НАН РБ Лиштван И.И.
к.х.н., доц. Стёпин С.Г. (ВГТУ)
к.т.н., доц. Ясинская Н.Н. (ВГТУ)

Экономика

Редактор – к.т.н., доц. Касаева Т.В. (ВГТУ)
д.э.н., проф. Богдан Н.И. (БГЭУ)
д.с.н., проф. Меньшиков В.В. (Даугавпилский университет, Латвия)
д.э.н., проф. Нехорошева Л.Н. (БГЭУ)
к.э.н., доц. Прокофьева Н.Л. (ВГТУ)
д.э.н., доц. Яшева Г.А. (ВГТУ)
д.э.н., проф. Панков Д.А. (БГЭУ)
д.э.н., проф. Быков А.А. (БГЭУ)
д.э.н., проф. Коседовский В.
(Uniwersytet Mikolaja Kopernika, Polska)

ISBN 978-985-481-266-3

Корректор **Богачёва Е.М.**

Тексты набраны с авторских оригиналов

Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72., тел. 8-0212-47-90-40
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

ISBN 978-985-481-266-3

© УО "Витебский государственный
технологический университет", 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

ПАРАМЕТРЫ СТРОЕНИЯ ГОБЕЛЕНОВЫХ ТКАНЕЙ НОВЫХ СТРУКТУР <i>Н.С. Акиндинова, Г.В. Казарновская</i>	7
ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ <i>Н.В. Белова, Б.С. Сункуев, Е.Н. Кузмичёв, С.С. Холнеев</i>	12
РАСЧЕТ НАТЯЖЕНИЯ КРУЧЕНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ НИТИ НА ПРЯДИЛЬНО- КРУТИЛЬНОЙ МАШИНЕ <i>Н.Н. Бодяло, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган</i>	19
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ С ВЛОЖЕНИЕМ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО ВОЛОКНА <i>Р.А. Васильев, Д.Б. Рыклин</i>	25
К ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ПРЯЖИ В ПРОЦЕССЕ ВЯЗАНИЯ <i>Д.А. Гаджиев</i>	33
ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО К МНОГОЦИКЛОВОМУ ТЕПЛОВОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ <i>А.М. Гусаров, А.А. Кузнецов, Н.М. Дмитракович</i>	39
КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ СТЕЛЧНЫХ КАРТОНОВ <i>Ю.А. Еспенко, Р.Н. Томашева, Т.М. Борисова, В.Е. Горбачик</i>	47
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОТОНИЗИРОВАННОГО ЛЬНА <i>Г.В. Казарновская, И.Л. Кириллова</i>	53
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДОШВ ИЗ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ <i>К.Г. Коновалов, М.И. Долган</i>	58
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ НА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ <i>П.А. Костин, Ю.А. Завацкий, А.Г. Коган, Р.В. Киселев</i>	65
МЕТОД РАСЧЕТА ДАВЛЕНИЯ КОМПРЕССИОННОГО ТРИКОТАЖНОГО ИЗДЕЛИЯ <i>Н.Л. Надёжная, А.В. Чарковский</i>	72
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ПОДОШВЕННОЙ КОЖИ <i>А.И. Ольшанский</i>	82
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОРАДИАЦИОННОЙ СУШКИ ТКАНЕЙ <i>А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский</i>	93
СПОСОБ И ПРИБОР ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УДЛИНЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>В.В. Садовский</i>	106
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КРЕМАХ ДЛЯ ЛИЦА МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАПЕРОМЕТРИИ <i>А.М. Брайкова, Н.П. Матвейко</i>	111

ПОЛУЧЕНИЕ ДЛИННОЦЕПНЫХ АЗОМЕТИНОВ – ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗАЛЬДЕГИДОВ ВАНИЛИНОВОГО РЯДА	
<i>Е.А. Дикусар, В.И. Поткин, С.Г. Стёпин</i>	116
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУЖКИ ДЛЯ ЦЕМЕНТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	
<i>А.С. Ковчур, Р.А. Москалец</i>	124
ОКРАШИВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЦЕННЫХ БУМАГ	
<i>Н.В. Кузьменкова, Е.А. Сементовская, В.Е. Сыцко, Л.С. Пинчук</i>	130
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ	
<i>А.П. Платонов, А.А. Трутнёв, С.Г. Ковчур</i>	137

ЭКОНОМИКА

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ РЕЙТИНГА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ	
<i>С.В. Бословяк</i>	143
ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УКЛАДНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
<i>Л.В. Прудникова</i>	151
ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЕВРОПЕЙСКИХ ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫХ КОРПОРАЦИЙ В ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКЕ	
<i>И.С. Пыл</i>	162
ДИАГНОСТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ	
<i>Т.Б. Савицкая, Т.С. Ревяко</i>	173
СТРУКТУРНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА ЭКОНОМИКИ КАК УСЛОВИЕ ЕЕ РАЗВИТИЯ	
<i>А.Н. Ковтуненко</i>	184
РАЗВИТИЕ СЕРВИСНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОГО ОБЩЕСТВА	
<i>К.И. Жукова</i>	188
РЕФЕРАТЫ	197
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	203

CONTENT

STRUCTURE PARAMETERS OF TAPESTRY FABRICS OF NEW STRUCTURES	
<i>Akindinova N.S., Kazarnovskaya G.V.</i>	7
INVESTIGATION OF VIBRATION-INSULATION OF THE INDUSTRIAL SEWING MACHINE	
<i>Belova N.V., Synkuev B.S., Kuzmichev E.N., Holneev S.S.</i>	12
CALCULATION OF THE TENSION OF THE TWISTED COMBINED THREAD ON MACHINE WITH HOLLOW SPINDLES	
<i>Bodyalo N.N., Olshanski V.I., Kogan A.G.</i>	19
RESEARCH OF FLAX YARN TECHNOLOGY WITH ADJUNCTION OF REGENERATED FIBERS WASTES	
<i>Vasilyev R.A., Ryklin D.B.</i>	25
TO THE ESTIMATION OF YARN LINEAR DENSITY CHANGE IN THE PROCESS OF KNITTING	
<i>Hajiyev J.A.</i>	33
RESEARCHES OF THE PACKAGE STABILITY OF MATERIALS FOR THE FIRE FIGHTER'S PROTECTIVE CLOTHING TO MULTICYCLIC THERMAL ACTION	
<i>Gusarov A.M., Kuznetsov A.A., Dmitrakovich N.M.</i>	39
COMPLEX ESTIMATION OF PROPERTIES OF MODERN SHOE CARDBOARDS FOR BASIC INSOLES	
<i>Yespenko Y.A., Tomashewa R.N., Borisova T.M., Gorbachik V.E.</i>	47
DESIGN OF THE COSTUME FABRICS WITH THE USE OF COTTON-ISED FLAX	
<i>Kazarnovskaya G.V., Kirilava I.L.</i>	53
QUALITY ASSESSMENT OF SOLE FROM THERMOPLASTIC ELASTOMERS	
<i>Konovalov K.G., Dolgan M.I.</i>	58
THE THEORETICAL INVESTIGATION OF COMBINED ELECTROCONDUCTIVE YARN TENSION ON THE OPEN-END SPINNING MACHINE	
<i>Kostin P.A., Zawazky J.A., Kogan A.G., Kiselev R.V.</i>	65
METHOD OF THE PRESSURE CALCULATION OF COMPRESSION KNITTED FABRIC	
<i>Nadyozhnaya N.L., Charkovsky A.V.</i>	72
INVESTIGATION OF CONVECTIVE DRYING PROCESS OF SOLE LEATHER	
<i>Olshanski A.I.</i>	82
RESEARCH ON THE PROCESS OF FABRICS DRYING WITH THERMAL RADIATION	
<i>Olshanski A.I., Olshanski V.I.</i>	93
WAY AND DEVICE FOR THE OPTICAL ESTIMATION OF THE RELATIVE LENGTHENING OF TEXTILE MATERIALS	
<i>Sadovski V. V.</i>	106
THE DETERMINATION OF HEAVY METALS IN FACE CREAMS BY THE STRIPPING VOLTAMMETRY METHOD	
<i>Braikova A.M., Matveiko N.P.</i>	111

OBTAINING OF LONG-CHAIN AZOMETHYNES DERRIVATIVES OF VANILLIN SERIES	
<i>Dikusar E.A., Potkin V.I., Stepin S.G.</i>	116
APPLICATION OF METAL CHIPS FOR EXTRACTION OF NICKEL FROM WASTE OF GALVANIC MANUFACTURES.	
<i>Kovchur A.S., Maskalets R.A.</i>	124
TECHNOLOGY OF THE COLORING OF CHEMICAL FIBRES FOR PROTECTION OF SECURITY PAPER	
<i>Kuzmenkova N.V., Sementovskaya E.A., Sytsko V.E., Pinchuk L.S.</i>	130
PRODUCTION AND PROPETIES OF IRON INORGANIC PIGMENTS	
<i>Platonov A.P., Trutnirov A.A., Kovchur S.G.</i>	137
THE TECHNIQUE OF RATING COMPOSITION OF COMPANIES' INVESTMENT ATTRACTIVENESS	
<i>Baslaviak S.V.</i>	142
ASSESMENT OF THE INNOVATION PROCESSES AND STRUCTURE OF TECHNOLOGICAL SET-UP IN THE INDUSTRY	
<i>Prudnikova L.V.</i>	151
INSTITUTIONAL STRUCTURES OF THE INVESTMENT SUPPORTING OF THE EUROPIAN TRANSNATIONAL COMPANIES IN THE LATIN AMERICA	
<i>Pyl I.S.</i>	162
DIAGNOSTIC OF THE ORGAIZATION'S INDUSTRIAL POTENTIAL	
<i>Savitskaya T.B., Revyako T.S.</i>	173
STRUCTURAL REORGANISATION OF THE ECONOMY AS A CONDITION OF ITS DEVELOPMENT	
<i>Kovtunenko A.N.</i>	184
SERVICE INDUSTRY DEVELOPMENT AS CRUCIAL ELEMENT OF POST-INDUSTRIAL SOCIETY	
<i>Zhukova K.I.</i>	188

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 677.024

ПАРАМЕТРЫ СТРОЕНИЯ ГОБЕЛЕНОВЫХ ТКАНЕЙ НОВЫХ СТРУКТУР

Н.С. Акиндинова, Г.В. Казарновская

В работе рассматриваются вопросы проектирования мебельных гобеленовых тканей с применением переплетений нового вида [1], которые имеют ряд преимуществ по сравнению с классическим гобеленовым рубчиком и полотном [2]. Целью исследования является сравнительный анализ уработки нитей основы и утка в классических гобеленовых тканях и гобеленовых тканях нового вида. Одной из главных задач исследования является вывод формул для теоретического определения уработки, которые могут быть использованы для разработки и проектирования гобеленовых тканей. В классических основных гобеленовых переплетениях для создания цветовых эффектов используются от трёх до шести коренных и одна прижимная основы. При этом роль прижимной основы может выполнять одна из коренных основ. Для создания оттенков цвета могут применяться два или три грунтовых (коренных) и один прижимной утки.

Наиболее распространённой структурой основного гобелена является ткань, состоящая из четырёх коренных основ, каждая из которых может выполнять роль прижимной и двух систем нитей утка – двух грунтовых (тёмного и светлого) и одного прижимного. Наличие четырёх систем основных нитей в ткани, кратное количеству крючков в коротком ряду жаккардовой машины (16), обеспечивает максимально рациональное использование возможностей оборудования.

Каждому классическому основному гобеленовому переплетению соответствует переплетение, повернутое на 90° способное создать аналогичный цветовой и фактурный эффекты поверхности ткани. Для этого необходимо, чтобы структура, сырьевой состав и цвет уточных нитей в ткани были такие же, как у соответствующих основных нитей классического гобелена. Анализ структуры переплетений основного гобелена показал, что характер расположения нитей основы относительно утка в различных переплетениях повторяется. Выявлены наиболее часто встречающиеся варианты переплетения отдельных нитей основы с нитями утка; построены переплетения основного классического гобелена, в которых используются эти комбинации переплетения нитей, к ним построены гобеленовые переплетения, повернутые на 90°. Для проведения экспериментальной наработки опытных образцов и сравнительного анализа уработки нитей в классических и повернутых на 90° гобеленовых переплетениях отобрано 10 переплетений. На рисунке 1 представлены рисунки переплетений, разрезы вдоль нитей основы, разрезы вдоль нитей утка для классических гобеленовых переплетений № 1 (а), № 3 (в), № 5 (д), № 7 (ж), № 9 (и) и соответствующих им переплетений, повернутых на 90° № 2 (б), № 4 (г), № 6 (е), № 8 (з), № 10 (к).

Изготовление опытных образцов для проведения дальнейших исследований производилось в условиях ткацкого производства РУПТП «Оршанский льнокомбинат» на ткацком станке СТБ-4-180 с жаккардовой машиной Z-344. При проведении эксперимента по наработке опытных образцов тканей соблюдены одинаковые условия, выдержаны одинаковые параметры строения и заправки для всех вариантов переплетений. При этом нити основы различных сводов одинаковы по сырьевому составу, линейной плотности и способу обработки. В основе экспериментальных образцов использовалась хлопчатобумажная пряжа чёрного цвета линейной плотности 25 текс × 2, нити основы пробраны по одной нити в лицу, в качестве утка – крашенная льняная пряжа сухого способа прядения, полученная из короткого льняного волокна линейной плотности 163 текс четырёх цветов.

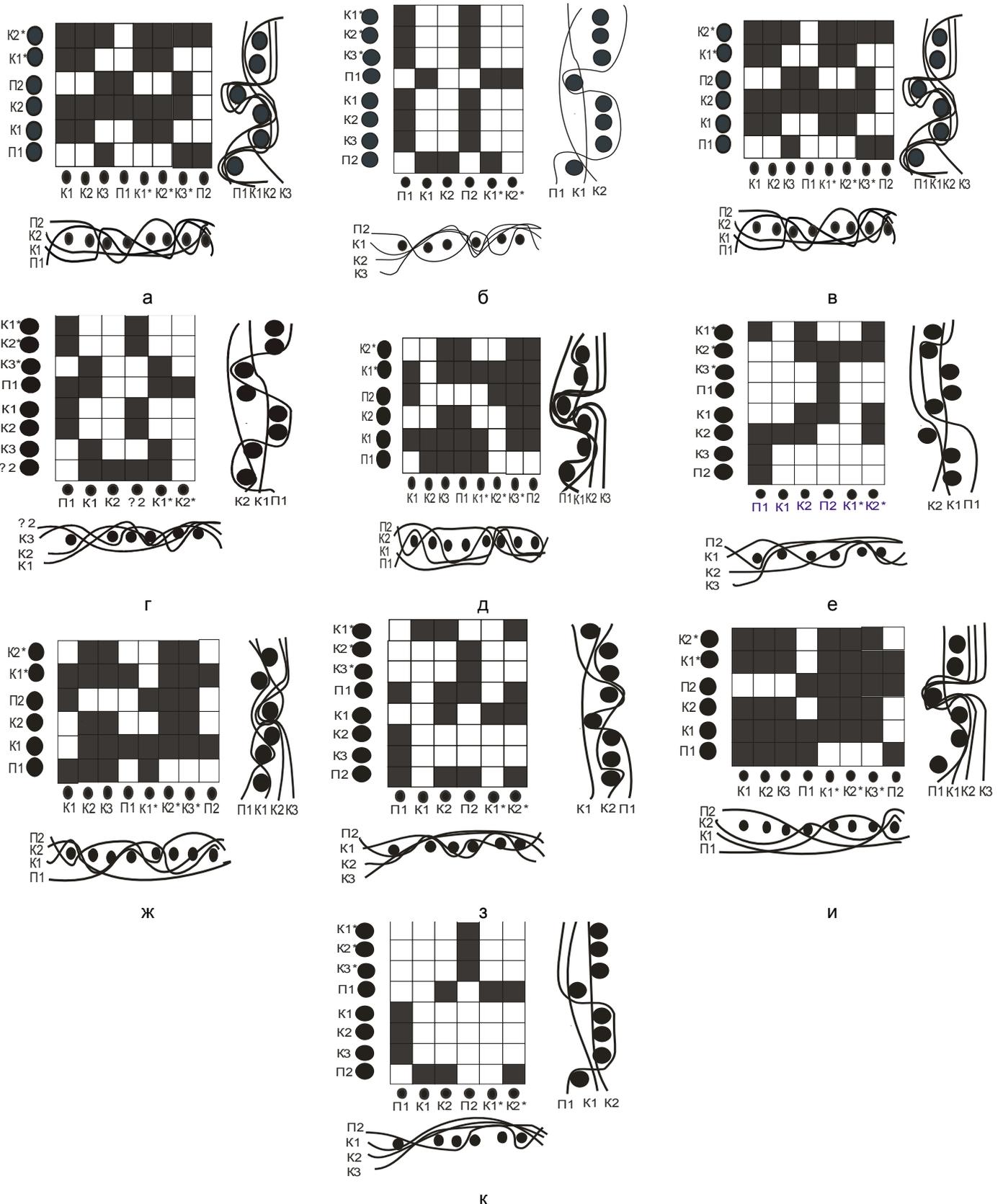


Рисунок 1 – Рисунки переплетений, разрезы вдоль нитей основы, разрезы вдоль нитей утка для классических гобеленовых переплетений № 1 (а), № 3 (в), № 5 (д), № 7 (ж), № 9 (и) и соответствующих им переплетений, повернутых на 90°, № 2 (б), № 4 (г), № 6 (е), № 8 (з), № 10 (к)

Плотность ткани по утку – 176 н/10 см, по основе – 250 н/10 см. Ошнуровка жаккардовой машины Z-344 рядовая трёхчастная, по 1320 рабочих крючка в каждой

части. Для обеспечения одинаковых условий сматывания с ткацкого навоя нити основы всех сводов навиты на один навой.

Для проведения дальнейших исследований изготовлены срезы ткани по каждой нити основы и утка для каждого опытного образца. Анализ фотографий срезов показал, что нити основы в ткани приобретают форму поперечного сечения, близкую к эллипсу, а нити утка сохраняют форму круга. При этом между нитями отсутствуют просветы, т. е. ткани близки к максимально уплотнённым по основе и по утку.

По формуле Ашенхёрста

$$d_{II} = 0,1C\sqrt{0,1T}, \quad (1)$$

где d_{II} – диаметр нити, мм; C – коэффициент, зависящий от сырьевого состава волокнистого материала, структуры нити и способа её получения; T – линейная плотность нити, текс.

Рассчитаны диаметры нитей основы и утка до ткачества; по фотографиям срезов ткани произведены замеры диаметров и рассчитаны коэффициенты смятия уточных нитей в местах их пересечения нитями основы каждого свода (dy_{K1} , dy_{K2} , dy_{II} , $\tau_{y_{K1}}$, $\tau_{y_{K2}}$, $\tau_{y_{II}}$), произведены замеры горизонтальных и вертикальных диаметров основных нитей (do_{σ} , do_{ν}) и рассчитаны коэффициенты их смятия в ткани (η_{σ} , η_{ν}). Коэффициенты смятия нитей в ткани определяются по формулам: $\tau_y = dy/dy_{II}$, $\eta_{\nu} = do_{\nu}/do_{II}$, $\eta_{\sigma} = do_{\sigma}/do_{II}$.

В пределах каждого переплетения по фотографиям срезов произведены замеры диаметров нитей утка, соответствующие каждой нити основы, диаметров нитей основы, длины нитей основы и утка, длины ткани в пределах раппорта для каждого переплетения.

Средние значения диаметров нитей и коэффициенты их смятия в ткани представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения диаметров нитей и коэффициенты их смятия в ткани

Вид нитей	Диаметры нитей на паковке до ткачества, мм	Результаты, полученные путём замеров по фотографиям срезов, мм				Коэффициенты смятия нитей			
		dy	dy_{2K1}	dy_{2K2}	dy_{2K3}	dy_{2II}	$\tau_{y_{2K1}}$	$\tau_{y_{2K2}}$	$\tau_{y_{2K3}}$
Уток 2, 3, (4), 6, 7, (8)	0,49	0,47	0,48	0,47	0,46	0,95	0,97	0,95	0,94
	dy	dy_{1K1}	dy_{1K2}	dy_{1K3}	dy_{1II}	$\tau_{y_{1K1}}$	$\tau_{y_{1K2}}$	$\tau_{y_{1K3}}$	$\tau_{y_{1II}}$
Уток 1,(5)	0,49	0,44	0,44	0,44	0,34	0,89	0,89	0,89	0,69
	do	do_{σ}		do_{ν}		η_{σ}		η_{ν}	
Основа К1, К2, (К3), П	0,28	0,32		0,26		1,12		0,91	

Анализ диаметров поперечных сечений нитей по фотографиям срезов позволил сделать вывод о том, что в результате различных воздействий нитей основы на нити утка значения диаметров поперечных сечений уточных нитей и, соответственно, коэффициенты их смятия в местах пересечения их нитями основы каждого свода отличаются друг от друга в пределах одной нити. Поэтому диаметры нитей утка в пределах раппорта по основе модельного переплетения условно разделили на две группы: dy_1 (диаметры утка на участках, подвергающихся большему смятию) и dy_2

(диаметры утка на участках, подвергающихся меньшему смятию). Значения диаметров нитей прижимной основы в ткани значительно меньше значений диаметров коренных нитей. Это объясняется тем, что в процессе ткачества нити прижимных основ чаще взаимодействуют с нитями утка, поэтому подвержены большему смятию. В тканях классических гобеленовых переплетений важным показателем является уработка нитей основы, на что влияет равномерность распределения цветовых эффектов по ширине ткани, от чего, в свою очередь, зависит обрывность нитей основы. По каждой нити основы и утка в раппорте переплетения уработка определялась двумя экспериментальными способами: путём измерения нитей по фотографиям срезов при многократном увеличении и нитей, вынутых из ткани. Результаты измерений средних значений уработки по нитям, вынутым из ткани, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Уработка нитей в опытных образцах тканей, %

Система и вид нитей	Результаты, полученные экспериментальным путём				Результаты, полученные расчётным путём	
	по нитям, вынутым из ткани		по фотографиям срезов			
Основа	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
К1	18,2	17,1	17,9	17,0	17,9	17,5
К2	18,2	16,7	18,1	16,9	17,9	16,6
К3	18,2	-	17,8	-	17,9	-
П	19,7	17,1	19,9	16,9	19,3	17,5
Уток						
К1	0,6	1,4	0,5	1,2	0,6	1,4
К2	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1	0,7
К3	-	1,1	-	1,0	-	1,1
П	2,1	2,6	2,0	2,5	2,1	2,6
Основа	№7	№8	№7	№8	№7	№8
К1	14,9	18,4	14,9	18,2	15,0	18,5
К2	16,7	18,2	16,7	18,2	16,5	18,6
К3	16,7	-	16,7	-	16,5	-
П	18,4	18,6	18,4	18,4	18,4	18,6
Уток						
К1	0,5	0,9	0,4	1,0	0,5	0,9
К2	2,2	1,1	2,3	1,1	2,3	1,0
К3	-	1,0	-	1,0	-	1,0
П	2,1	1,4	2,2	1,3	2,1	1,4

Для теоретических расчётов значений уработки основных и уточных нитей в исследуемых структурах по фотографиям срезов опытных образцов тканей были построены геометрические модели строения ткани. По построенным геометрическим моделям выведены формулы для определения уработки нитей каждой системы основы и утка. Например, формулы для определения уработки нитей основы К1 и нитей утка П1 классического гобеленового переплетения №1 (рисунок 1 а) имеют вид:

$$A_{o_{K1}} = \frac{dy_{2K1} + dy_{2K2} + dy_{2\Pi} +}{dy_{2K1} + dy_{2K2} + dy_{2\Pi} +} + 4 \sqrt{\left(\frac{2,5Ry}{Py} - \frac{dy_{2K1} + dy_{2K2} + dy_{2\Pi}}{4}\right) + \left(\frac{do_B}{2} + dy_{1\Pi}\right)^2 - \frac{10Ry}{Py}} \times 100, \% , \quad (2)$$

$$+ 4 \sqrt{\left(\frac{2,5Ry}{Py} - \frac{dy_{2K1} + dy_{2K2} + dy_{2\Pi}}{4}\right) + \left(\frac{do_B}{2} + dy_{1\Pi}\right)^2}$$

где Ry – раппорт модельного переплетения по утку, Py – плотность ткани по утку, н/см.

$$A_{y_{\Pi 1}} = \frac{4 \times \left(\sqrt{\left(\frac{2,5Ro}{Po} - do_{\Gamma}\right)^2 + \left(\frac{do_B}{2}\right)^2} + do_{\Gamma} \right) - \frac{10Ro}{Po}}{+ 4 \sqrt{\left(\frac{2,5Ry}{Py} - \frac{dy_{2K1} + dy_{2K2} + dy_{2\Pi}}{4}\right) + \left(\frac{do_B}{2} + dy_{1\Pi}\right)^2}} \times 100, \% , \quad (3)$$

где Ro – раппорт модельного переплетения по основе, Po – плотность ткани по основе, н/см.

Нитям основы К1 переплетения № 1 соответствуют нити утка К1 гобеленового переплетения, повернутого на 90° (переплетение № 2, рисунок 1 б), а нитям утка П1 – нити основы П1. Значения уработки нитей утка К1 и нитей основы П1 переплетения № 2 определяются по формулам

$$A_{y_{K1}} = \frac{2 \times \sqrt{\left(\frac{do_{\Gamma}}{2}\right)^2 + \left(\frac{do_B}{5}\right)^2} - do_{\Gamma}}{2 \times \sqrt{\left(\frac{do_{\Gamma}}{2}\right)^2 + \left(\frac{do_B}{5}\right)^2} + \frac{5Ro}{Po} - do_{\Gamma}} \times 100, \% , \quad (4)$$

$$A_{o_{\Pi 1}} = \frac{4 \times \sqrt{\left(\frac{3dy_{2K3} + 2do_B}{4}\right)^2 + \left(\frac{do_B}{2} + dy_{2K3} - dy_{1\Pi}\right)^2}}{4 \times \sqrt{\left(\frac{3dy_{2K3} + 2do_B}{4}\right)^2 + \left(\frac{do_B}{2} + dy_{2K3} - dy_{1\Pi}\right)^2} + \frac{\pi(dy_{1\Pi} + do_B) + dy_{2K3} + 2dy_{2K2} - \frac{10Ry}{Py}}{\pi(dy_{1\Pi} + do_B) + dy_{2K3} + 2dy_{2K2}} \times 100, \% . \quad (5)$$

В тканях гобеленовых переплетений, повернутых на 90° нити основы различных сводов имеют более равномерные значения уработки в пределах переплетения, чем в классических гобеленовых тканях, благодаря чему снижается обрывность нитей основы. При проектировании рисунка это позволяет не учитывать характер расположения цветовых эффектов, что существенно расширяет возможности художественно-колористического оформления тканей и изделий гобеленовых структур. Так как структура лицевого слоя формируется из уточных настилов, исключается необходимость подготовки новой основы при смене колорита ткани. Переплетения нового вида предоставляют возможность вырабатывать гобеленовые

ткани пониженной плотности по утку, что увеличивает производительность ткацкого станка и снижает обрывность нитей основы. Из-за уменьшения плотности ткани, несоответствия уточного натяжения основному интенсивность цвета может отличаться от базового образца, поэтому рекомендуется использовать в качестве уточных нити более ярких оттенков.

Результаты теоретических расчётов значений уработки нитей в ткани (таблица 2) согласуются с данными, полученными экспериментальным путём. Ошибка теоретических расчётов находится в пределах 2 %, допустимых в практике проектирования, следовательно, предложенные формулы могут быть рекомендованы для расчёта уработок нитей в тканях разработанных переплетений.

Список использованных источников

1. Казарновская, Г. В. Мебельные ткани с использованием пряжи из короткого льняного волокна / Г. В. Казарновская, Н. С. Акиндинова // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2005. – Вып. 7. – С. 39-42.
2. Гобеленовая ткань : пат. / Н. С. Акиндинова, Г. В. Казарновская ; заявитель и патнтообладатель УО «ВГТУ». – № а 20080910 ; заявл. 10.07.2008. – 5 с.
3. Казарновская, Г. В. Определение уработки нитей в гобеленовых тканях новых структур с использованием пряжи из короткого льняного волокна / Г. В. Казарновская, Н. С. Акиндинова // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2007. – Вып. 13. – С. 47-53.

Статья поступила в редакцию 18.10.2011

SUMMARY

The design of furniture tapestry fabrics with a new kind of weaves and classical tapestry weaves, which resulted in the formulas for determining of the warp and weft shrinkage is fulfilled. The proposed formulas for calculating the yarns shrinkage in fabrics in the developed weavings are recommended, as the results of theoretical calculations of yarns shrinkage values in the fabric are brought in to accord with the data obtained experimentally. The warp threads of different sets of tapestry weaves, rotated by 90 °, have more uniform values of shrinkage than shrinkage of warp threads of classic tapestry weaves, which reduces breakage of the warp threads, increases weaving equipment productivity.

УДК 687.053

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ

Н.В. Белова, Б.С. Сункуев, Е.Н. Кузмичёв, С.С. Холнеев

В известной литературе [1 – 4] отсутствуют сведения по исследованию виброизоляции промышленных швейных машин.

Отсутствие исследований не позволяет на стадии проектирования оптимизировать уровни колебаний платформы и промстола швейной машины, с которыми контактируют руки оператора. Например, в швейных машинах фирмы «Typical» GC6720HD и Оршанского завода «Легмаш» 31-го ряда уровни виброскорости платформы и промстола различаются на 10 – 15 дБА при равных требованиях, предъявляемых к этим поверхностям. В связи с этим возникает задача выравнивания уровней виброскорости на платформе и крышке промстола, что должно привести к их уменьшению.

В настоящей работе поставлена задача разработки приближённой математической модели колебательной системы швейной машины с включением в неё виброизолирующих прокладок, что позволяет на стадии проектирования оптимизировать параметры виброскорости.

В настоящей работе предложена приближённая математическая модель колебательной системы швейной машины с включением в неё виброизолирующих прокладок.

Промышленная швейная машина (рис. 1) состоит из швейной головки 1, промстола 2 и электродвигателя 3, закреплённого на промстоле.

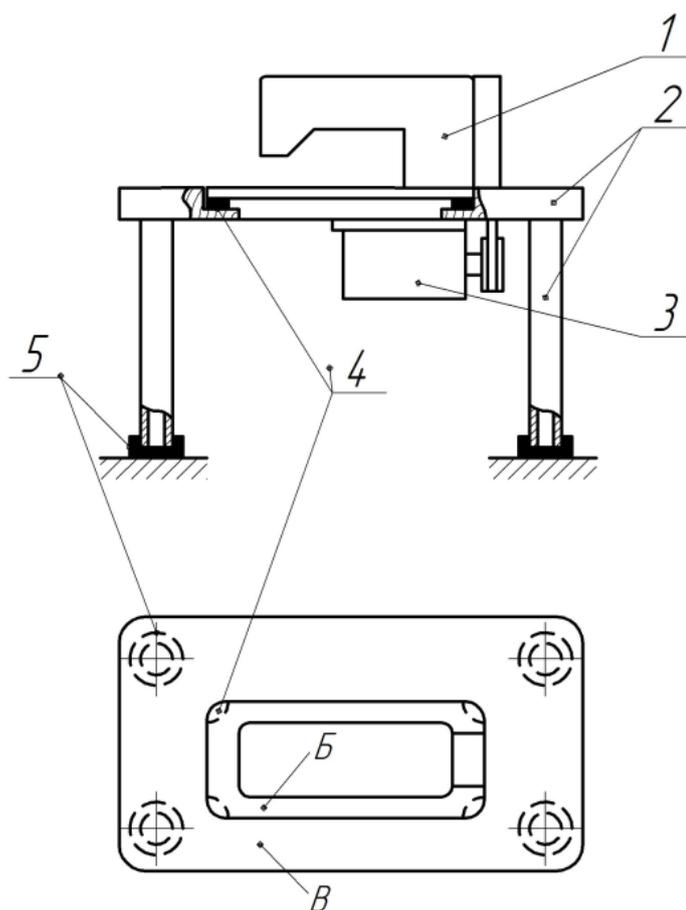


Рисунок 1 – Схема промышленной швейной машины

Швейная головка 1 совершает вынужденные колебания под действием сил инерции звеньев механизмов. Эти колебания сообщаются крышке промстола 2 через виброизолирующие прокладки 4. Дополнительные колебания промстола 2 сообщаются от неуравновешенной силы инерции ротора электродвигателя 3.

Колебания промстола 2 передаются на основание, на котором установлена машина, через виброизолирующие прокладки 5.

При работающей швейной машине колебания плоской платформы швейной головки и крышки 2 промстола могут передаваться на руки швей. Эти колебания не должны превышать уровней, предписанных санитарно-гигиеническими нормами [5].

Представим математическую модель колебаний швейной машины в виде системы с 2-мя степенями свободы (рис. 2 а).

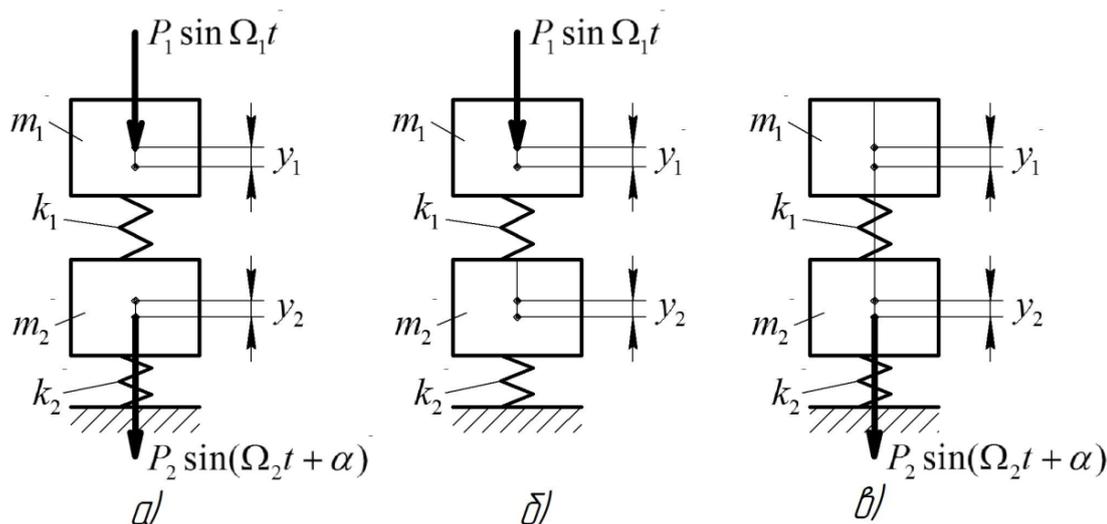


Рисунок 2 – Модели колебательных систем:
 а) модель 1; б) модель 2; в) модель 3

На рис. 2 а изображены:

m_1 — масса швейной головки, кг;

k_1 — коэффициент упругости виброизолирующих прокладок швейной головки (поз. 4 на рис. 1), Н/м;

m_2 — масса промстола и электродвигателя (поз. 2, 3 на рис. 1), кг;

k_2 — коэффициент упругости виброизолирующих прокладок промстола (поз. 5 на рис. 1), Н/м;

P_1 — амплитуда суммарной силы инерции механизмов швейной машины, Н;

Ω_1 — угловая скорость главного вала швейной головки, рад/с;

P_2 — амплитуда неуравновешенной силы инерции ротора электродвигателя, Н;

Ω_2 — угловая скорость ротора электродвигателя, рад/с.

Предполагается, что суммарная сила инерции механизмов швейной головки РГ изменяется по закону $P_{\Gamma} = P_1 \sin \Omega_1 t$, а неуравновешенная сила инерции ротора электродвигателя — по закону $P_{\text{Э}} = P_2 \sin(\Omega_2 t + \alpha)$.

Решение уравнений колебаний представленной модели 1 является достаточно сложным, поэтому рассмотрим колебания этой модели в виде суммы колебаний более простых систем: модели № 2 и модели № 3 (рис. 2 б, 2 в).

Уравнение колебаний модели 2 имеет вид:

$$m_1 \ddot{y}_1 + k_1 (y_1 - y_2) = P_1 \sin \Omega_1 t, \quad (1)$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + k_2 y_2 - k_1 (y_1 - y_2) = 0. \quad (2)$$

Ищем решения системы (1), (2) в виде:

$$y_1 = A_1 \sin \Omega_1 t, \quad (3)$$

$$y_2 = A_2 \sin \Omega_1 t. \quad (4)$$

Подставив (3), (4) и их вторые производные в (1), (2), рассмотрим условия, при которых (3), (4) превращаются в тождества. В результате получим систему линейных уравнений относительно A_1 , A_2 , решая которую получим выражения для определения амплитуд колебаний:

$$A_1 = \frac{P_1(k_1+k_2-m_2\Omega_1^2)}{(k_1-m_1\Omega_1^2)(k_1+k_2-m_2\Omega_1^2)-k_1^2}, \quad (5)$$

$$A_2 = \frac{P_1k_1}{(k_1-m_1\Omega_1^2)(k_1+k_2-m_2\Omega_1^2)-k_1^2}. \quad (6)$$

Уравнение колебаний модели № 3 имеет вид:

$$m_1\ddot{y}_1 + k_1(y_1 - y_2) = 0, \quad (7)$$

$$m_2\ddot{y}_2 + k_2y_2 - k_1(y_1 - y_2) = P_2\sin(\Omega_2t + \alpha). \quad (8)$$

Решение системы (7), (8) ищем в виде:

$$y_1 = A_3\sin(\Omega_2t + \alpha), \quad (9)$$

$$y_2 = A_4\sin(\Omega_2t + \alpha). \quad (10)$$

Подставив (9), (10) и их вторые производные в (7), (8) и рассмотрев условия, при которых (7), (8) превращается в тождества, получаем систему линейных уравнений относительно A_3, A_4 , решая которую определяем:

$$A_3 = \frac{k_2P_2}{(k_1-m_1\Omega_2^2)(k_1+k_2-m_2\Omega_2^2)-k_1k_2}, \quad (11)$$

$$A_4 = \frac{(k_1-m_1\Omega_2^2)P_2}{(k_1-m_1\Omega_2^2)(k_1+k_2-m_2\Omega_2^2)-k_1k_2}. \quad (12)$$

Суммируя колебания моделей № 2 и № 3 получим:

$$y_1 = A_1\sin\Omega_1t + A_3\sin(\Omega_2t + \alpha), \quad (13)$$

$$y_2 = A_2\sin\Omega_1t + A_4\sin(\Omega_2t + \alpha). \quad (14)$$

Для проверки достоверности представленной модели колебаний швейной машины проведём экспериментальные исследования и расчёты по предлагаемым моделям 2 и 3 и сравним результаты.

Эксперимент проведён на серийном образце швейной машины 31-го ряда завода «Легмаш» (г. Орша). Замер показателей виброскорости проводился в точках Б швейной головки (см. рис. 1) и В промстола с помощью прибора ВШВ-003-М2 при частоте вращения главного вала швейной головки, равной 3000 об/мин. Съём информации о виброскорости в точках Б и В производился преобразователями пьезометрическими виброизмерительными ДН-3У1 ТУ25-7706.019-88 и ДН-4-М1ТУ25-7705.020-86.

Результаты замеров приведены в верхней строке таблицы.

Таблица — Значения логарифмического уровня виброскорости в контрольных точках Б и В (положения точек указаны на рис. 1)

Метод определения	L_v , дБА	
	точка Б платформы	точка В промстола
экспериментальный	87,5	73,5
расчётный	89	75

Для расчёта амплитуд колебаний по формулам (5), (6), (11), (12), (13), (14) необходимо иметь значения k_1, k_2, P_2, m_1, m_2 .

Коэффициенты упругости k_1, k_2 виброизолирующих прокладок можно определить экспериментальным методом на приборе ЖНЗО-2, предназначенном для определения жёсткости деталей обуви.

Схема измерения показана на рис. 3 а. На рис. 3 б, 3 в показаны сечения виброизолирующих прокладок швейной головки (поз. 4 на рис. 1) и промстола (поз. 5 на рис. 1). На приборе замеряются деформации у виброизолирующих прокладок под действием груза P .

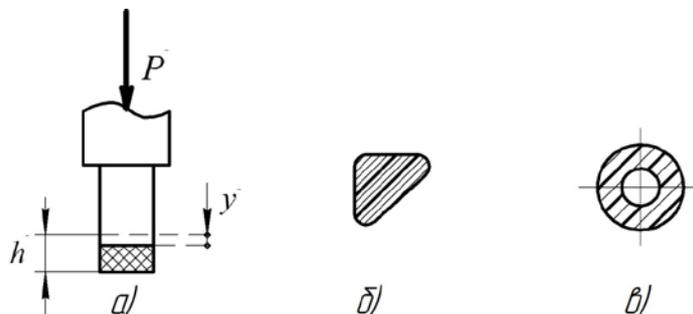


Рисунок 3 – Схема измерений коэффициентов упругости виброизолирующих прокладок

По результатам измерения деформаций у виброизолирующих прокладок швейной головки построен график зависимости y от P (рис. 4). Из графика видно, что коэффициент упругости $K_{10} = \frac{dP}{dy}$ виброизолирующей прокладки не является величиной постоянной. Учитывая, что виброизолирующие прокладки 4 (см. рис. 1) предварительно сжимаются под действием силы веса G_1 швейной головки, а амплитуда возмущающей нагрузки равна P_1 , принимаем коэффициент упругости k_{10} приближённо-постоянным и равным среднему значению на диапазоне изменения P от $P_{min} = \frac{G_1}{4} - \frac{P_1}{2}$ до $P_{max} = \frac{G_1}{4} + \frac{P_1}{2}$.

Тогда $K_{10} = \frac{P_{max} - P_{min}}{y_{max} - y_{min}}$, где y_{max} и y_{min} — значения y для P_{max} и P_{min} , полученные из графика на рис. 4

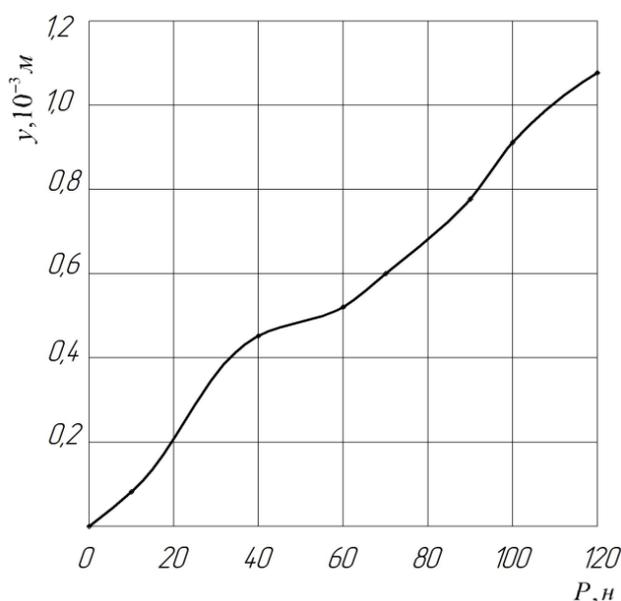


Рисунок 4 – График зависимости k_1 от P

Принимаем $G_I = 294,3$ Н, $P_I = 30$ Н, получим $P_{min} = 60$ Н, $P_{max} = 90$ Н.
 $y_{min} = 0,515 \cdot 10^{-3}$ м; $y_{max} = 0,785 \cdot 10^{-3}$ м, $k_{I0} = 111,1 \cdot 10^3$ Н/м.

Суммарный коэффициент упругости четырёх виброизолирующих прокладок составляет:

$$k_I = 4 \cdot K_{I0} = 444,4 \cdot 10^3 \text{ Н/м.}$$

Аналогично определено значение k_2 для виброизолирующей прокладки промстола:

$$k_2 = 552 \cdot 10^3 \text{ Н/м.}$$

Выполним расчёт амплитуд вынужденных колебаний при следующих исходных данных:

$m_1 = 30$ кг; $m_2 = 70$ кг; $\Omega_1 = 314$ рад/с; $\Omega_2 = 293$ рад/с; $k_I = 444,4 \cdot 10^3$ Н/м,
 $k_2 = 552 \cdot 10^3$ Н/м, $P_I = 35$ Н.

Значение P_I получено из результатов силового анализа механизмов швейных машин 31-го ряда завода «Легмаш».

В результате определены из формул (5), (6) $A_1 = 13,7 \cdot 10^{-6}$ м; $A_2 = 0,92 \cdot 10^{-6}$ м.

Значения A_3 , A_4 могут быть определены из формул (11), (12) при $\Omega_2 = 293$ рад/с и известном P_2 . Значение P_2 зависит от балансировки ротора электродвигателя и не может быть определено теоретически. Поэтому определим P_2 экспериментальным методом для модели 3 (см. рис 2 в) колебательной системы. Эта модель может быть получена, если отсоединить от привода швейную головку и оставить включённым электродвигатель. Произведены замеры амплитуды A_3 колебаний в точке В (см. рис. 1) промстола с помощью прибора ВШВ-003-М2. $A_3 = 0,5 \cdot 10^{-6}$ м.

Этому значению A_3 согласно формуле (11) соответствует значение

$$P_2 = \frac{A_3 \left((k_1 - m_1 \Omega_2^2)(k_1 + k_2 - m_2 \Omega_2^2) - k_1 k_2 \right)}{k_2} = 11,1 \text{ Н.}$$

Подставляя это значение P_2 в формулу (13), получим

$$A_4 = 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ м.}$$

Уравнения (13), (14) выражают суммы гармонических колебаний моделей 2 и 3 колебательной системы. Амплитудные значения этих колебаний не могут быть определены, т. к. неизвестен фазовый угол α .

В рассматриваемой колебательной системе доминирующими являются гармонические колебания, совершаемые под действием силы P_I . Для приближённой оценки суммарных колебаний системы примем амплитуды колебаний в точках Б и В (см. рис. 1) равными соответственно:

$$A_{\text{сум.Б}} = A_1 + \frac{A_3}{2};$$

$$A_{\text{сум.В}} = A_4 + \frac{A_3}{2}.$$

В результате получим:

$$A_{\text{сум.Б}} = 14,16 \cdot 10^{-6} \text{ м; } A_{\text{сум.В}} = 2,69 \cdot 10^{-6} \text{ м.}$$

Вычисление логарифмического уровня виброскорости L_V гармонических колебаний при известной их амплитуде A произведём по формуле

$$L_V = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \quad (15)$$

где V — среднегеометрическое значение скорости колебаний, м/с.

$$V = 0,707 A \cdot \Omega_I, \quad (16)$$

V_0 — базовое значение скорости колебаний, $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

Для вычисления значений $A_{сум.Б}$ и $A_{сум.В}$ получим $L_{VB} = 75$ дБА, $L_{VB} = 89$ дБА. Эти значения L_V занесены в таблицу.

Из таблицы следует, что погрешность расчётного метода определения L_V для контролируемых точек Б и В (см. рис. 1) составляет 1,7 % и 2 % и предложенная модель колебаний достаточно точно оценивает уровень колебаний системы.

В результате проведённых исследований впервые разработана приближённая математическая модель колебательной системы швейной машины с включением в неё виброизолирующих прокладок.

С использованием предложенной модели возможна оптимизация параметров виброизоляции с целью снижения вредного воздействия поверхностей стола и платформы на оператора.

Список использованных источников

1. Вальщиков, Н. М. Расчёт и проектирование машин швейного производства / Н. М. Вальщиков, Б. В. Зайцев, Ю. Н. Вальщиков — Ленинград : «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1973. — 344 с.
2. Крапивин, Н. И. Исследование колебаний станины швейной машины 22-А класса при различных вариантах уравнивания / Н. И. Крапивин, А. И. Комиссаров // Научные труды МТИЛП. — Вып. 35. — 1969. — С. 272-285.
3. Котова, И. Л. Исследование динамики скоростных швейных машин с целью снижения шума и вибраций / И. Л. Котова [и др.] // Исследование и проектирование машин и агрегатов легкой промышленности : тезисы докладов Всесоюзного семинара / МЛТИП, 1978. — С. 26-27.
4. Лопандин, И. В. Метод контроля допустимой амплитуды колебаний швейных машин / И. В. Лопандин, Т. М. Юрьева, Л. К. Милосердный // Оборудование для лёгкой промышленности : НТПС. — 1979. — № 4. — С. 9-12.
5. Крапивин, Н. И. О некоторых конструктивных способах снижения уровня шума и вибрации промышленных швейных машин / Н. И. Крапивин [и др.] // Проблемы виброзащиты и снижения уровня шума машин для текстильной и лёгкой промышленности : тезисы докладов. — Иваново—Москва, 1979. — С. 73-74.
6. ГОСТ 12.1.012 — 78. Вибрация. Общие требования безопасности.

Статья поступила в редакцию 22.03.2012

SUMMARY

The approximate mathematical model of sewing machine oscillating system with insertion of vibration-insulated padding was developed.

The mathematical model as a system with two freedom levels is offered. The solutions are obtained in the form of the planned points oscillations of the sewing machine head and the industrial table. For the model adequacy control the calculations of amplitude of the planned points oscillations and the experimental measurements of the logarithmic levels of these points were done. As a result it was established that the error of calculation method doesn't exceed 2 % and the suggested model evaluates the system oscillating level accurately enough.

РАСЧЕТ НАТЯЖЕНИЯ КРУЧЕНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ НИТИ НА ПРЯДИЛЬНО- КРУТИЛЬНОЙ МАШИНЕ

Н.Н. Бодяло, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган

При рассмотрении процесса формирования крученых комбинированных нитей для швейных ниток на прядильно-крутильных машинах было установлено, что для уменьшения «штопорности» крученой нити, стабилизации процесса формирования выпрядаемой составляющей и получения выходящего продукта с хорошими физико-механическими показателями необходимо использовать модернизированные полые веретена со стабилизатором крутки, установленным в их нижней части [1]. При этом конструкция стабилизатора крутки должна быть такова, чтобы натяжение сходящей с него крученой комбинированной нити было меньше разрывной нагрузки данной нити.

Для определения натяжения крученых комбинированных нитей при их формировании на прядильно-крутильной машине были проведены теоретико-экспериментальные исследования процессов, протекающих на данной машине, и получены формулы для расчета натяжения составляющих компонентов крученых нитей: баллонированной нити на полом веретене [2, 3], прикручиваемой стренги в канале полого веретена [4] и выпрядаемой стренги [5].

Натяжение крученой комбинированной нити определяется на участках:

- в канале полого веретена F_{IKP} ;
- на выходе из канала веретена (на входе на стабилизатор крутки) F_{2KP} ;
- на стабилизаторе крутки F_{3KP} .

Натяжение крученой нити в канале веретена F_{IKP} можно рассчитать, используя математические зависимости нагрузки P , сН, испытываемой нитью, от ее относительного удлинения E , %, [5].

Для нитей, испытывающих удлинение до 10 %

$$P = 99,48 E - 5,37 E^2, \quad (1)$$

для нитей, испытывающих удлинение 10 % и более

$$P = 420 + 5 E. \quad (2)$$

Рассмотрим деформацию комбинированных нитей в процессе их скручивания в два сложения с постоянной подачей в зону кручения, но при отсутствии укрутки крученой нити. В этом случае минимальное удлинение имеют элементарные нити и волокна, находящиеся на небольшом расстоянии от оси кручения. Периферийные же волокна в компонентных нитях изменяют свою деформацию от максимальной величины (находящиеся на расстоянии, равном диаметру комбинированной нити, входящей в структуру крученой, от оси кручения) до минимального значения (находящиеся на оси кручения) [6].

Как было установлено [6], при скручивании нитей в несколько сложений в направлении, обратном направлению первоначальной крутки, величина последней изменяется, т. е. уменьшается вследствие расположения их осей по винтовым линиям вокруг общей оси кручения. То же происходит и при формировании крученой нити с направлением круток SS , но с той лишь разницей, что крутка исходных скручиваемых нитей увеличивается, и, следовательно, укрутка возрастает. Когда нити скручиваются с направлением круток SS с постоянной подачей их в зону кручения, но при отсутствии укрутки крученой нити, скручиваемые нити растягиваются в результате их кручения вокруг собственной оси и общей оси кручения. Поэтому удлинение увеличивается, а натяжение крученой нити возрастает.

Для определения натяжения крученой нити, состоящей из нескольких стренг, необходимо вычислить удлинение стренги при нахождении ее в структуре крученой нити с направлением круток SS. Это сложная задача, которая ранее не рассматривалась в силу своей специфики. Для ее решения использовали теоретико-эмпирический метод.

Экспериментальным путем определялась укрутка крученой нити при условии, что стренги скручиваются свободно, без натяжения. Получена зависимость укрутки Y крученой нити, скручиваемой в два сложения с направлением круток SS, от коэффициента крутки в кручении α_{T2} (рисунок 1):

$$Y = 89,3 \cdot 10^{-3} \alpha_{T2} + 2,2 \cdot 10^{-3} \alpha_{T2}^2. \quad (3)$$

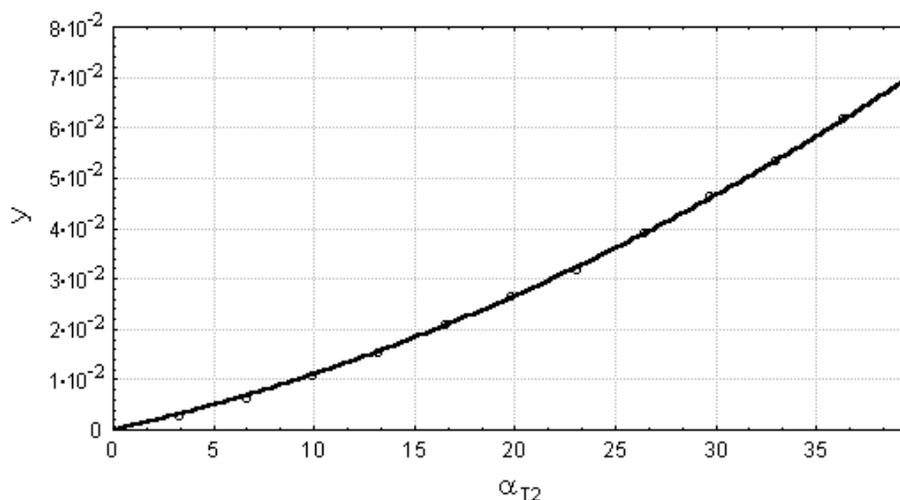


Рисунок 1 – Зависимость укрутки крученой нити Y от коэффициента крутки в кручении α_{T2}

Установим связь между укруткой нити при кручении без натяжения и удлинением нити при кручении без укрутки, когда нить прочно зажата между передней парой вытяжного прибора и оттяжной парой прядильно-крутильной машины. Рассмотрим кручение комплексных нитей с укруткой, когда параллельно расположенные нити в результате кручения располагаются по винтовым линиям вокруг оси кручения (рисунок 2).

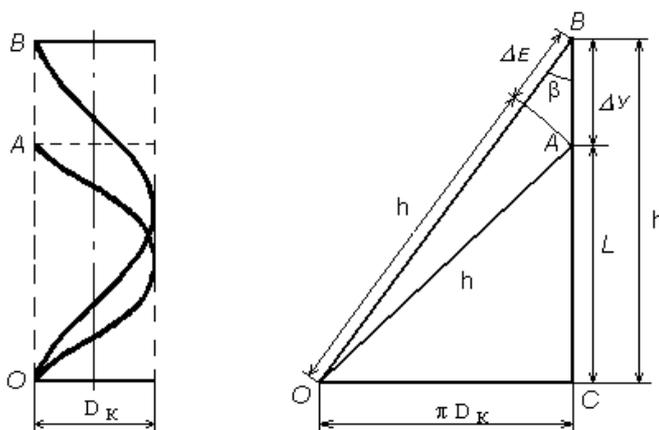


Рисунок 2 – Расположение отдельной стренги в структуре крученой нити при разных условиях кручения

Развернем на плоскость винтовые линии OA и OB на цилиндре с диаметром D_K . Линия OA соответствует расположению стренги в структуре крученой нити при

условии, что крученая нить укручивается, а стренга не удлиняется. Линия **OB** соответствует расположению стренги в структуре крученой нити при условии, что крученая нить не укручивается, а стренга растягивается.

При скручивании стренг без натяжения длина крученой нити уменьшается на величину ΔY , при этом она получает укрутку, равную

$$Y = \frac{\Delta Y}{h}, \quad (4)$$

где h – шаг витка крутки нити, м.

Отсюда

$$\Delta Y = Y \cdot h. \quad (5)$$

При скручивании стренг без укрутки длина отдельной стренги, входящей в структуру крученой нити, увеличивается на величину ΔE_2 . Тогда удлинение стренги равно:

$$E_2 = \frac{\Delta E_2}{h}. \quad (6)$$

Отсюда

$$\Delta E_2 = E_2 \cdot h. \quad (7)$$

Из треугольника **OAC** имеем:

$$(\pi D_K)^2 = h^2 - L^2 = h^2 - (h - \Delta Y)^2. \quad (8)$$

Из треугольника **OBC** имеем:

$$(\pi D_K)^2 = (h + \Delta E_2)^2 - h^2. \quad (9)$$

Приравняв правые части уравнений (8) и (9), выполнив соответствующие преобразования и подставив вместо ΔY и ΔE_2 выражения (5) и (7), получили следующую зависимость удлинения стренги от укрутки крученой нити:

$$E_2 = (\sqrt{2 - (1 - Y)^2} - 1) \cdot 100, \%. \quad (10)$$

Используя выражения (1), (2), (3) и (10), можно определить натяжение крученой комбинированной нити в канале полого веретена F_{IKP} .

Натяжение крученой нити на выходе из канала полого веретена и на входе на стабилизатор крутки F_{2KP} определялось в результате сложения величин натяжения крученой нити в канале полого веретена F_{IKP} и наиболее натянутой выпрядаемой стренги $F_{2ВП}$:

$$F_{2KP} = F_{IKP} + F_{2ВП}. \quad (11)$$

Находящуюся на стабилизаторе крутки нить (рисунок 3 а) можно рассматривать как нить, движущуюся по вращающейся поверхности. Для анализа работы и обоснования выбора конструктивных параметров стабилизатора крутки необходимо знать форму кривой, по которой движется нить, величину натяжения набегающей и сбегающей ветвей нити.

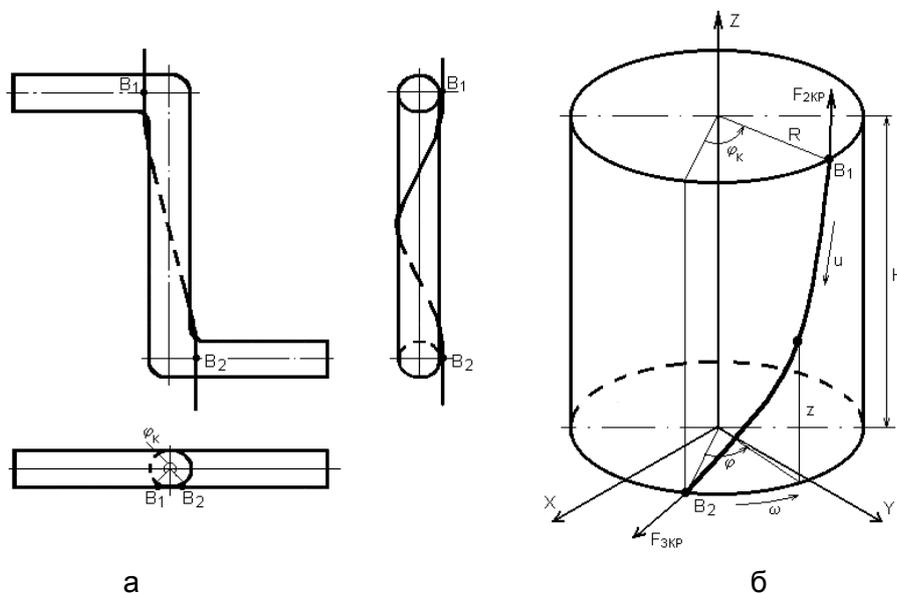


Рисунок 3 – Движение нити по цилиндрической поверхности стабилизатора крутки

Пусть по поверхности, которая вращается вокруг оси симметрии с постоянной угловой скоростью ω , движется идеально гибкая нерастяжимая нить (рисунок 3 б) [7]. В точке B_1 нить входит на поверхность, а в точке B_2 – сходит с нее. Точки B_1 и B_2 вращаются вместе с поверхностью.

Введем неподвижную декартову систему координат. Ось Oz совместим с осью симметрии поверхности, а плоскость xOy проведем через точку B_2 . Когда нить находится на цилиндрической поверхности, выражение для натяжения нити имеет следующий вид [7]:

$$F_{3KP} = F_{2KP} \exp\left(\frac{\mu \cdot \cos^2 \alpha}{R \cdot \sin \alpha} \cdot z\right) \left\{ 1 - q \left[1 - \exp\left(\frac{\mu \cdot \cos^2 \alpha}{R \cdot \sin \alpha} \cdot z\right) \right] \right\}, \quad (12)$$

где α_K – угол между касательной к нити и параллелью поверхности;

R – радиус цилиндрической поверхности, м.

$$q = T_{KH} (\omega R + v_1 \cos \alpha_K)^2 / (F_{2KP} \cos^2 \alpha_K), \quad (13)$$

где T_{KH} – линейная плотность комбинированной нити, текс.

Угол α_K определяется из условия прохождения нити через конечные точки B_1 и B_2 : при $z = 0$ $\varphi = 0$; при $z = H$ $\varphi = \varphi_K$ имеем [7]:

$$\operatorname{ctg} \alpha_K = R \varphi_K / H, \quad (14)$$

где φ – угол, отсчитываемый от оси, вращающейся вместе с поверхностью и проходящей через точку B_2 ;

φ_K – угол между осями, вращающимися вместе с поверхностью и проходящими через точки B_2 и B_1 ;

H – длина цилиндрической поверхности, м.

Отсюда

$$\alpha_K = \operatorname{arcctg}(R \varphi_K / H). \quad (15)$$

Анализ выражения (15) показывает, что угол α_K и, в свою очередь, натяжение нити зависят от таких размеров стабилизатора крутки, как радиус R и длина H цилиндрического стержня, по которому движется нить. Угол φ_K для выбранной конструкции стабилизатора крутки равен 270° (рисунок 3 а).

Выражение (12) для натяжения сбегающей ветви нити в точке B_2 примет следующий вид:

$$F_{3KK} = F_{2KK} \exp\left(\frac{\mu \cdot \cos^2(\operatorname{arctg}(R \cdot \varphi_K/H))}{R \cdot \sin(\operatorname{arctg}(R \cdot \varphi_K/H))}\right) \times \left\{ 1 - \frac{T_{KH}(\omega R + v_1 \cos(\operatorname{arctg}(R \cdot \varphi_K/H)))^2}{F_{2KK} \cos^2(\operatorname{arctg}(R \cdot \varphi_K/H))} \left[1 - \exp\left(\frac{\mu \cdot \cos^2(\operatorname{arctg}(R \cdot \varphi_K/H))}{R \cdot \sin(\operatorname{arctg}(R \cdot \varphi_K/H))} \cdot H\right) \right] \right\}. \quad (16)$$

Используя формулу (16), можно рассчитать натяжение крученой нити на выходе со стабилизатора крутки.

На рисунке 4 представлен график зависимости натяжения крученой нити на сходе со стабилизатора крутки от радиуса R и длины H цилиндрического стержня, по которому движется нить, полученный для крутки в кручении 650 кр./м, которая устанавливается на кольцевых крутильных машинах при производстве армированных швейных ниток линейной плотности 43,5 текс на ОАО «Гронитекс».

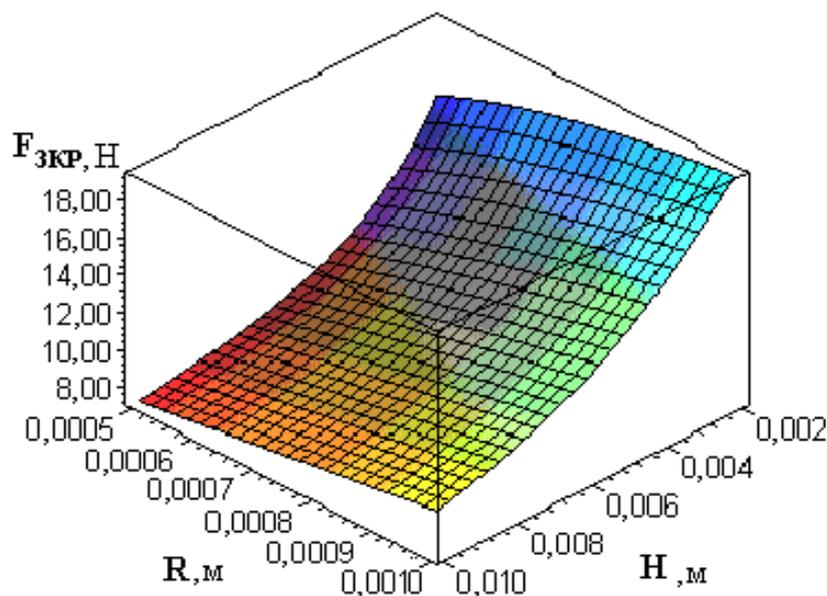


Рисунок 4 – График зависимости натяжения крученой нити на сходе со стабилизатора крутки F_{3KP} от радиуса R и длины H цилиндрического стержня

Полученный график позволяет определить рациональные конструктивные параметры стабилизатора крутки, при продвижении по которому натяжение крученой нити не превысит ее разрывную нагрузку. Как видно из графика, с увеличением радиуса стержня натяжение крученой комбинированной нити незначительно возрастает. Преимущественное влияние на натяжение крученой нити оказывает длина стержня: ее уменьшение вызывает резкое увеличение натяжения нити.

Разрывная нагрузка крученой полиэфирной комбинированной нити 43,5 текс согласно ТНПА должна быть не менее 1811 сН. Для исключения ее обрывов в зоне стабилизатора крутки необходимо, чтобы стабилизатор крутки имел следующие конструктивные параметры:

- радиус цилиндрического стержня $R \leq 0,001$ м;

– длина цилиндрического стержня $H \geq 0,003$ м.

С учетом конструкции рабочих органов машины, удобства и надежности в эксплуатации за рациональные параметры приняты следующие:

– радиус цилиндрического стержня $R = 0,001$ м;

– длина цилиндрического стержня $H = 0,010$ м.

С учетом установленных рациональных конструктивных параметров был изготовлен стабилизатор крутки и измерено натяжение крученой комбинированной нити на модернизированной прядильно-крутильной машине ПК-100МЗ экспериментальным путем. Измерение натяжения производилось с помощью тензометрического датчика, установленного между полым веретеном и выпускной парой, и записывалось на осциллографе. До и после окончания испытаний проводилась тарировка тензодатчика. В качестве прикручиваемой составляющей использовалась полиэфирная комбинированная нить линейной плотности 21 текс с круткой в прядении 750 кр./м. Крутка на прядильно-крутильной машине изменялась от 500 до 650 кр./м. Результаты экспериментальных и теоретических исследований представлены в таблице.

Таблица – Результаты исследований натяжения крученой комбинированной нити на модернизированной машине ПК-100МЗ

Наименование показателя	Значение показателя			
	500	550	600	650
Крутка, кр./м	500	550	600	650
Натяжение крученой комбинированной нити $F_{ЗКР}$, полученное экспериментально, Н	8,00	8,80	9,90	10,30
Натяжение крученой комбинированной нити $F_{ЗКР}$, полученное теоретически, Н	8,20	9,03	9,81	10,51
Отклонение расчетных значений от экспериментальных, %	2,4	2,5	1,4	2,1

Как видно из данных таблицы, отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 3 %, что свидетельствует о хорошей сходимости результатов. Следовательно, формулу (16) можно использовать для расчета натяжения крученой комбинированной нити на выходе из полого веретена.

В результате теоретических исследований получена формула, с использованием которой можно рассчитать натяжение крученой комбинированной нити на выходе из полого веретена модернизированной прядильно-крутильной машины. Установлены рациональные конструктивные параметры стабилизатора крутки (радиус и длина цилиндрического стержня), позволяющего стабилизировать процесс формирования крученой комбинированной нити, при продвижении по которому натяжение крученой нити не превысит ее разрывную нагрузку.

Список использованных источников

1. Сокращенная технология получения комбинированных швейных ниток / Н. Н. Бодяло, А. Г. Коган // Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства : материалы международной научно-технической конференции. Часть 1 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2003. – С. 240.
2. Бодяло, Н. Н. Исследования процесса баллонирования нити на полом веретене / Н. Н. Бодяло, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган // Вестник ВГТУ. – 2005. – Вып. 8. – С. 21-25.
3. Бодяло, Н. Н. Определение натяжения баллонизирующей нити на полом веретене прядильно-крутильной машины / Н. Н. Бодяло // Вестник Витебский государственного технологического университета / УО «ВГТУ». – 2006. – Вып. 11. – С. 48-52.
4. Бодяло, Н. Н. Расчет натяжения прикручиваемой стренги в канале полого веретена прядильно-крутильной машины / Н. Н. Бодяло, В. И. Ольшанский, А.

- Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2009. – Вып. 17. – С. 19-24.
5. Бодяло, Н. Н. Расчет натяжения выпрядаемой стренги на прядильно-крутильной машине / Н. Н. Бодяло, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган // Вестник ВГТУ. – 2010. – Вып. 19. – С. 13-17.
6. Корицкий, К. И. Инженерное проектирование текстильных материалов / К. И. Корицкий. – Москва : Легкая индустрия, 1971. – 352 с.
7. Каган, В. М. Взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин / В. М. Каган. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 119 с.

Статья поступила в редакцию 26.03.2012

SUMMARY

As a result of the theoretical researches the formulas for calculation of a tension of the twisted combined thread of the hollow spindle axil of machine are received. Rational design data of the stabilizer of the twisting breaking are defined (radius and length of a cylindrical core), the hollow spindle established in the lower part machine of the hollow spindle, by running on which the tension of a twisted thread doesn't exceed its explosive loading.

УДК 677.022.484.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ С ВЛОЖЕНИЕМ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО ВОЛОКНА

Р.А. Васильев, Д.Б. Рыклин

Проблема рационального использования вторичных ресурсов является одной из наиболее важных задач, стоящих перед отечественной промышленностью, в том числе и перед предприятиями текстильной отрасли.

В то же время, одним из следствий освоения новых технологических процессов производства пряжи на основе использования современной техники является существенное изменение качественных характеристик волокнистых отходов. Эти изменения в ряде случаев не позволяют использовать традиционные подходы к переработке отходов волокна, в связи с чем актуальной задачей становится разработка рекомендаций по их переработке с учетом современного уровня производства и требований, предъявляемых к качеству текстильной продукции.

В 2009 году в производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» освоен технологический процесс получения пряжи пневмомеханическим способом прядения из котонизированного льняного волокна с использованием оборудования фирм Rieter (Швейцария) и Temafa (Германия). Данный процесс состоит из двух этапов переработки льняного волокна:

1. Котонизация короткого льняного волокна.
2. Производство льняной пряжи из котонизированного волокна.

Проведенные предварительные исследования показали, что в ходе процессов котонизации и последующей переработки котонизированного льняного волокна на поточной линии «кипа-лента» выделяется значительное количество отходов, существенную долю которых составляет прядомое волокно. Таким образом, целью исследований, которым посвящена данная работа, является определение путей эффективного использования волокнистых отходов, выделяемых при производстве льняной пряжи.

На рисунке 1 представлена схема линии для котонизации короткого льняного волокна. Анализ функционирования машин, включенных в состав линии котонизации,

показал, что общий выход отходов, выделяемых на линии, составляет более четверти от массы перерабатываемого сырья. Основная часть отходов поступает в брикетирующий пресс для получения топливных брикетов. Содержание волокна в этих отходах составляет менее 20 %, а основным их компонентом является костра (таблица 1). Около трети выделяемых отходов направляется на повторную переработку. Так как около 40 % от массы этих отходов составляет льняное волокно, для очистки от костры и пыли его подвергают регенерации, после чего прессуют в кипы.

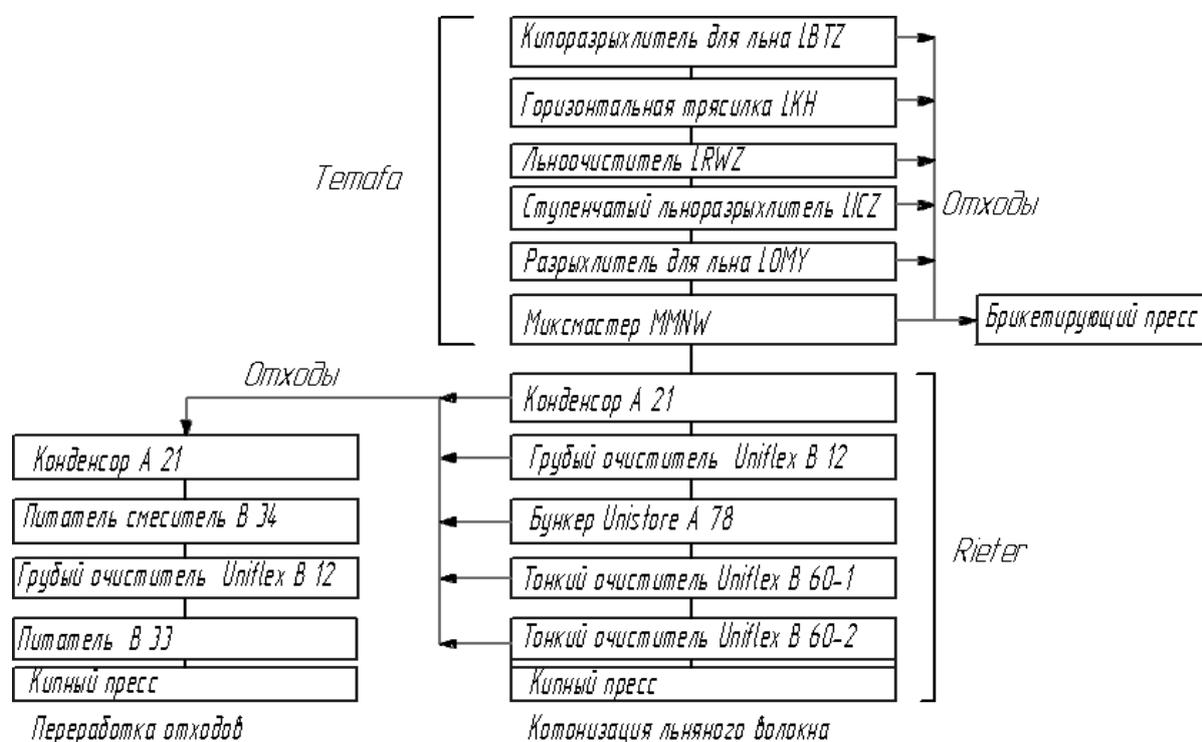


Рисунок 1 – Схема линии котонизации фирм «Rieter» и «Temafo»

Кроме переработки регенерированных отходов котонизации практический интерес представляет также выявление возможности повторного использования отходов, выделяемых непосредственно при производстве чистольняной пряжи на оборудовании фирмы Rieter. Последовательность машин, через которые проходит волокнистый материал в процессе его переработки в пряжу, показана на рисунке 2.

Технологический процесс производства льняной пряжи реализован следующим образом. Клочки, выбираемые из верхних слоев кип кипоразрыхлителем UNIfloc A11, поступают в машину для нанесения авиважа с целью повышения эффективности расщепления и стабилизации последующих переходов. Далее льняное волокно, перемешанное на смесовой машине UNImix B71, проходит окончательную очистку на машине UNIflex B60 и подается в бункер чесальной машины C 60. Особенностью производства чистольняной чесальной ленты является то, что она не укладывается в таз, а поступает на питание ленточной машины RSB – D40, на которой осуществляется только процесс вытягивания без сложения лент. Вырабатываемая лента поступает на питание пневмомеханической прядильной машины R40. Таким образом, технологический процесс производства пряжи из котонизированного льняного волокна включает только 2 перехода, что сокращает количество образующихся оборотов.

Таблица 1 – Характеристика отходов с линии котонизации короткого льняного волокна

№	Наименование оборудования	Выход отходов, %			Общий выход отходов, %
		Волокно	Костра	Пыль	
1	Кипоразрыхлитель для льна LBTZ	-	0,6	-	0,6
2	Горизонтальная трясилка LKH	0,4	1,5	0,2	2,1
3	Льноочиститель LRMZ	1,2	2	0,5	3,7
4	Ступенчатый льноразрыхлитель LICZ	0,62	3,2	0,4	4,22
5	Разрыхлитель для льна LOMY	0,46	2,1	0,8	3,36
6	Миксмастер MMNW	0,54	1,2	1,2	2,94
	Отходы, поступающие на брикетирование, %	3,22	10,6	3,1	16,92
7	Конденсор A21	0,46	1,85	0,2	2,51
8	Грубый очиститель UNiclen B12	0,2	1,25	0,3	1,75
9	Бункер Unistore A78	0,18	0,56	0,14	0,88
10	Тонкий очиститель Uniflex B60-1	1,45	0,46	0,15	2,06
11	Тонкий очиститель Uniflex B60-2	1,45	0,46	0,15	2,06
	Отходы, направляемые на повторную переработку, %	3,74	4,58	0,94	9,26
	Итого	6,96	15,18	4,04	26,18

На всех этапах производства льняной пряжи образуются волокнистые отходы. Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно отметить, что в прядильном производстве выделяется около 30 % отходов, из которых около 80 % (более 20 % от массы перерабатываемого сырья) составляет волокно, пригодное для повторного использования. Туда же поступает около 65 % волокна с пневмомеханических прядильных машин. В связи с этим отходы с поточной линии «кипа – лента» подвергаются регенерации на том же оборудовании, что и отходы с линии котонизации (рис. 1). Качественные показатели регенерированного льняного волокна представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Выход отходов при производстве льняной пряжи пневмомеханическим способом формирования

№	Наименование оборудования	Процент отходов			Всего отходов
		Волокно	Костра	Пыль	
1	Кипоразрыхлитель А 11	1,21	0,25	0,1	1,56
2	Конденсор А 21	0,65	0,16	0,075	0,885
3	Авиважная машина	1,34	0,32	0,01	1,67
4	Смеситель Unimix В 71	1,22	0,18	0,01	1,41
5	Тонкий очиститель Uniflex B60	2,62	1,62	0,2	4,44
6	Конденсор А 21	0,65	0,16	0,075	0,885
7	Чесальная машина С 60	12,33	0,82	0,1	13,25
8	Пневмомеханическая прядильная машина R 40	2,64	1,3	0,56	4,5
	Итого	22,66	4,81	1,13	28,6

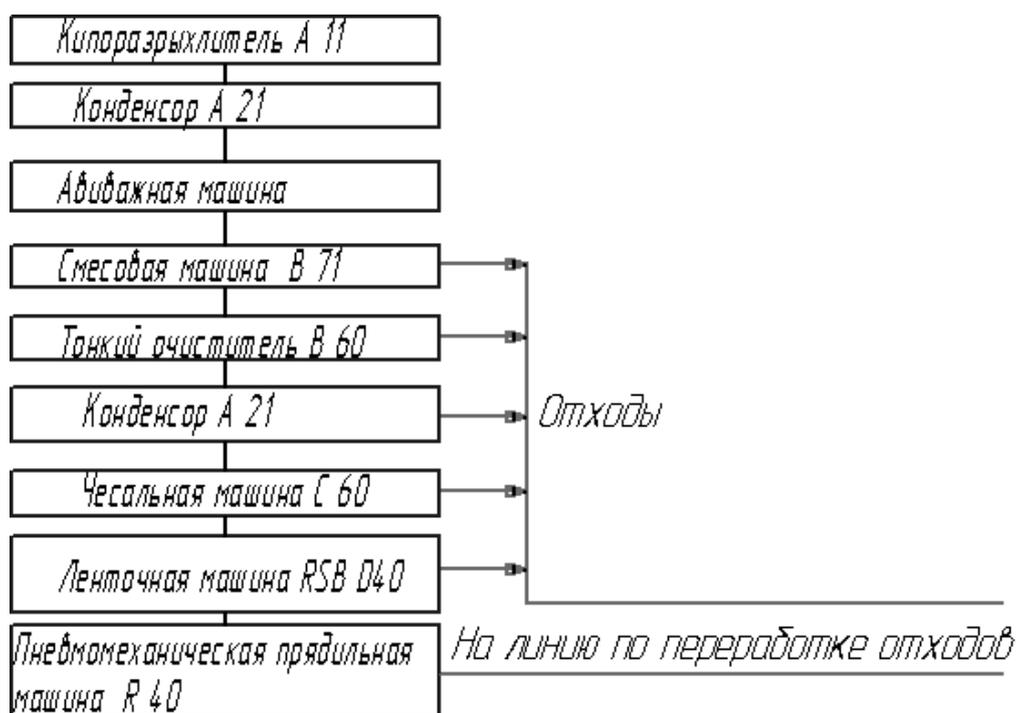


Рисунок 2 – Последовательность оборудования производства пряжи пневмомеханическим способом прядения

Таблица 3 – Качественные показатели регенерированного котонизированного льняного волокна

Качественные показатели	Регенерированное льняное волокно	Котонизированное льняное волокно
Линейная плотность волокна, текс	0,6 – 1,0	0,9 – 1,5
Содержание длинных волокон (длиной более 41 мм), %	28,5 – 31,3	25,2 – 50,0
Содержание коротких волокон (длиной до 15 мм), %	16,7 – 25,5	5,0 – 20,2
Средняя массодлина волокна, мм	35,2 – 43,8	45,8 – 70,2
Засоренность, %	0,2 – 0,8	0,1 – 0,21

На основании сравнительного анализа данных, представленных в таблице 3, можно предположить, что, благодаря высоким качественным показателям регенерированного льняного волокна, его повторное использование в прядильном производстве не только даст возможность решить задачу ресурсосбережения, но и приведет к повышению прядильной способности смеси.

В связи с этим на следующем этапе исследований необходимо определить оптимальное процентное вложение регенерированного льняного волокна в сортировку, обеспечивающее стабильность технологических процессов ее переработки и получение пряжи высокого качества.

В процессе проведенных экспериментальных исследований, выполненных в рамках освоения нового технологического оборудования, разработаны требования, предъявляемые к волокну в чесальной ленте:

- линейная плотность волокна – не более 0,6 текс;
- содержание коротких волокон (длиной до 15 мм) – не более 20 %;
- содержание длинных волокон (длиной более 41 мм) – не более 15 %;
- средняя массодлина – не более 42 мм;.

– засоренность – не более 0,8 %.

Необходимо отметить, что и котонин, и регенерированное волокно характеризуются повышенным содержанием коротких и длинных волокон, что ограничивает использование этих видов сырья при производстве пряжи пневмомеханическим способом прядения. Кроме того, линейная плотность волокна выше, чем допускается установленными требованиями. Однако известно, что комплексная структура льняного волокна способствует тому, что в процессе переработки волокно способно укорачиваться не только за счет разрывов, но и за счет расщепления. Рассмотрим данные, характеризующие изменение качественных показателей льняного волокна без добавления регенерированного волокна на этапах его переработки, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Изменение качественных показателей котонизированного льняного волокна в процессе его переработки

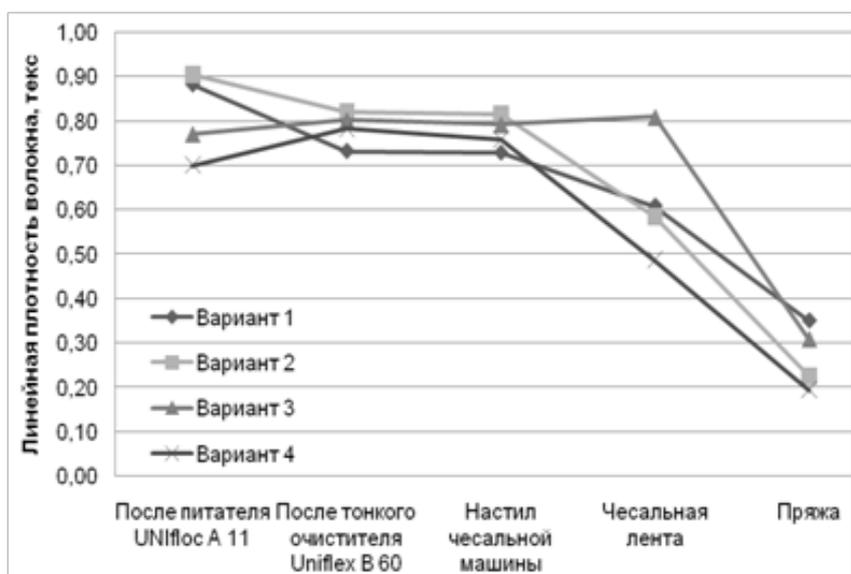
Место отбора пробы	Качественные показатели льняного волокна				
	линейная плотность, текс	содержание волокон до 15 мм, %	содержание волокон более 41 мм, %	средняя массодлина, мм	засоренность, %
Ставка кип	0,9 – 1,43	5,3	48,3	66,8	0,21
Авиважная машина	0,9 – 1,35	8,7	48,2	50,5	0,18
Тонкий очиститель В 60	0,8 – 1,22	7,6	46,9	45,4	0,12
Бункер чесальной машины	0,7 – 1,11	2,2	23,7	47,9	0,10
Чесальная лента	0,5 – 0,78	17,0	15,3	42,1	0,09
Лента с модуля RSB	0,4 – 0,65	18,4	12,0	40,7	0,02
Пряжа	0,25 – 0,42	28,8	9,2	33,2	0,001

Анализируя данные, представленные в таблице 4, можно отметить, что засоренность котонизированного льняного волокна в процессе его переработки снижается почти в 200 раз, а линейная плотность уменьшается в 3 – 5 раз. Однако отмеченные выше недостатки полностью не устраняются.

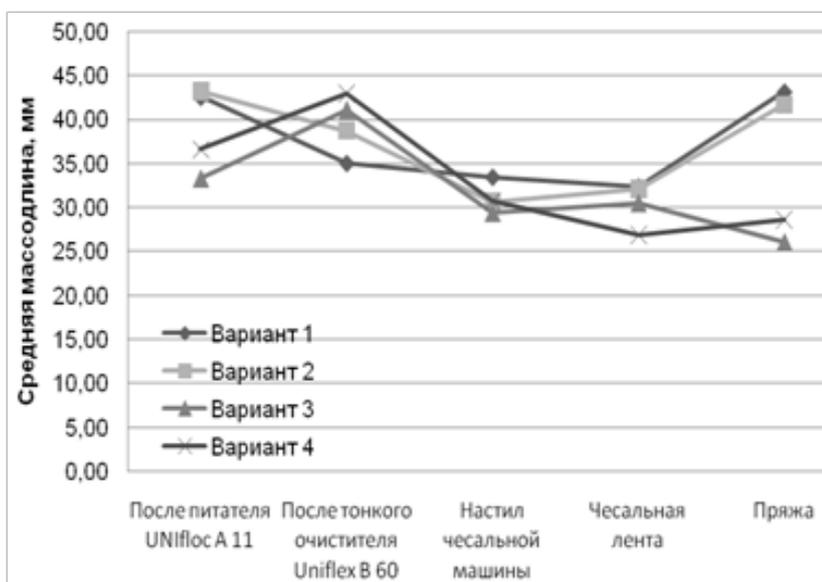
Для проведения экспериментальных исследований влияния вложения в смеску регенерированного волокна разработаны следующие варианты опытных смесок для производства пряжи линейной плотности 110 текс:

- 1 вариант – 100 % котонизированного льняного волокна № 6;
- 2 вариант – 75 % котонизированного льняного волокна и 25 % регенерированного волокна;
- 3 вариант – 50 % котонизированного льняного волокна и 50 % регенерированного волокна;
- 4 вариант – 100 % регенерированного льняного волокна.

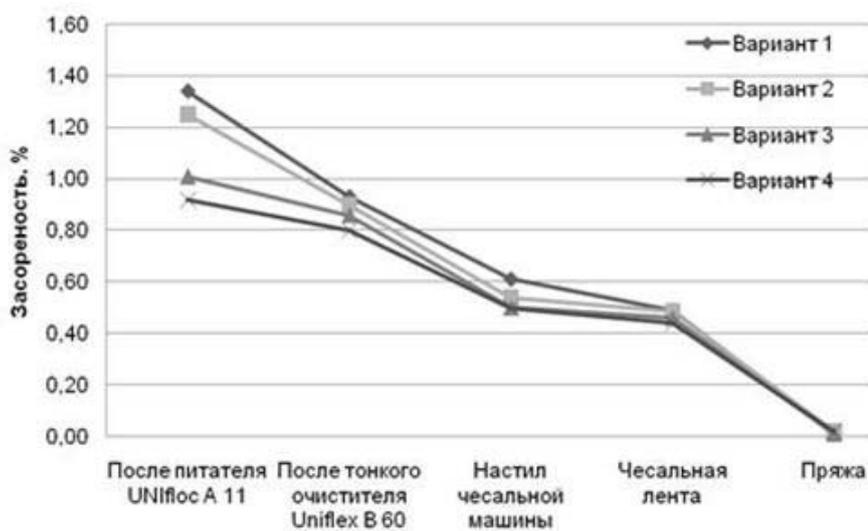
В условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» проведены экспериментальные исследования изменения качественных показателей разработанных смесок, результаты которых представлены на рисунке 3.



а



б



в

Рисунок 3 – Качественные показатели льняного волокна

Анализируя полученные результаты, можно отметить следующее. При переработке для смесок без вложения регенерированного льняного волокна, а также с его 25 % вложением (варианты 1 и 2) в процессе их переработки средняя массодлина волокна сначала уменьшается, а затем происходит её повышение. Это связано с тем, что льняное волокно вначале подвергается расщеплению, а затем короткие волокна удаляются в отходы: при переработке варианта 1 – на прядильной машине, при переработке варианта 2 – на чесальной и прядильной машинах. При вложении в смесь 50 – 100 % регенерированного волокна содержащиеся в нем короткие, нерасщепленные волокна удаляются в отходы на очистителе UNiflex B60, а затем в ходе переработки на последующих машинах происходит постепенное расщепление и укорочение волокон с приближением их характеристик к свойствам хлопкового волокна.

Засоренность чесальной ленты и мычки, извлеченной из желоба прядильной камеры, практически не зависит от состава смеси, так как благодаря высокой очистительной способности современного оборудования содержание сорных примесей в волокне в процессе переработки снижается более чем на два порядка.

Несмотря на то, что линейная плотность волокон в чесальной ленте не удовлетворяла установленным ранее требованиям, в результате процесса дискретизации на пневмомеханической прядильной машине этот показатель уменьшился до 0,2 – 0,36 текс, что только в 1,5 – 2,5 раза превышает линейную плотность хлопкового волокна.

Указанные изменения свойств льняного волокна в процессе переработки способствуют стабилизации процесса прядения и повышению качественных показателей пряжи. Однако необходимо отметить, что по некоторым показателям в ходе проведенных исследований не удалось достигнуть результатов, соответствующих установленным требованиям. Так, доля длинных волокон в ленте из смесей с содержанием регенерируемого льняного волокна менее 50 % составляла 10 – 12 %. В ленте с содержанием регенерируемого льняного волокна 50 % и более содержание длинных волокон превышает установленные ранее требования и составляет от 11 – 25 %.

Для оценки степени влияния указанных факторов на эффективность процессов прядильного производства на пневмомеханической прядильной машине R40 осуществлена наработка образцов пряжи линейной плотности 110 текс из всех исследованных вариантов смесей. Результаты исследований качественных показателей льняной пряжи представлены на рисунке 4.

Анализ представленных показателей выявил следующее:

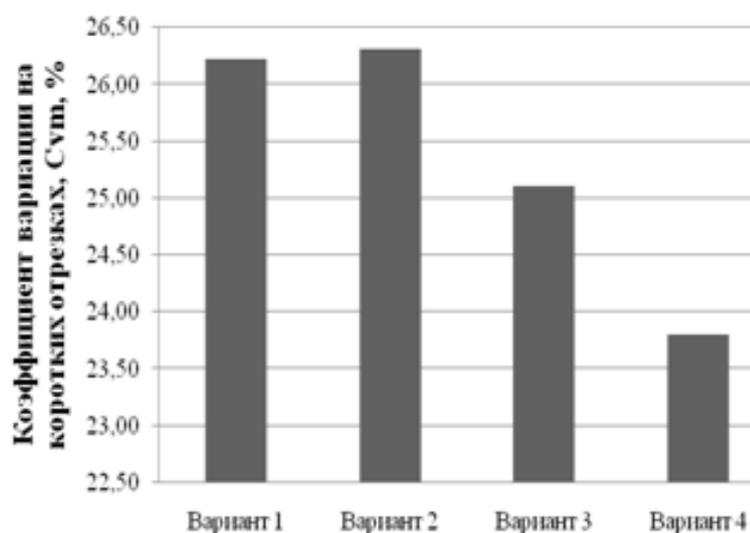
- коэффициент вариации по линейной плотности на коротких отрезках существенно снижается только при увеличении процентного содержания регенерированных волокон в смеси до 50 % и выше (рис. 4 а);

- относительная разрывная нагрузка пряжи практически линейно возрастает с увеличением процентного вложения регенерированного льняного волокна, что в значительной степени определяется снижением неровноты по линейной плотности (рис. 4 б);

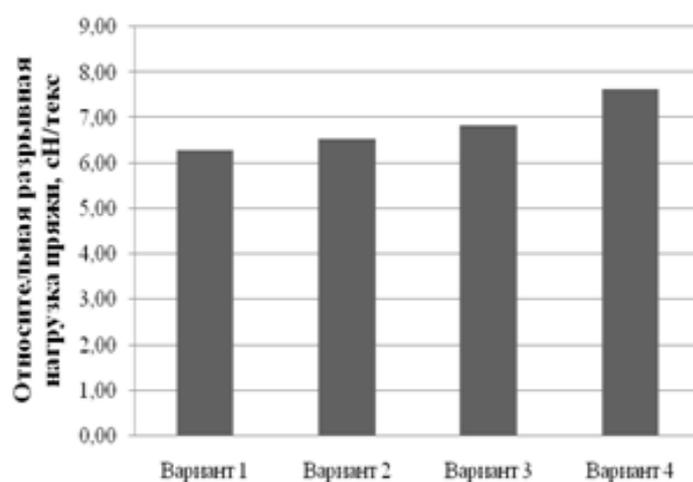
- ворсистость пряжи с увеличением вложения регенерированного льняного волокна возрастает, что связано с высоким содержанием коротких волокон в ленте и пряже. Увеличение данного показателя ведет к возникновению существенных проблем при переработке пряжи на ткацком и трикотажном оборудовании (рис. 4 в). Именно повышенная ворсистость пряжи не позволяет рекомендовать использовать смеси с вложением более 50 % регенерированного волокна, так как показатель ворсистости, равный 9, является недопустимым для пряжи любого состава с точки зрения Uster Statistics 2007.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что вложение в смесь до 50 % регенерированного волокна позволяет увеличить ее прядильную способность и повысить ряд качественных показателей льняной пряжи. Кроме того, использование

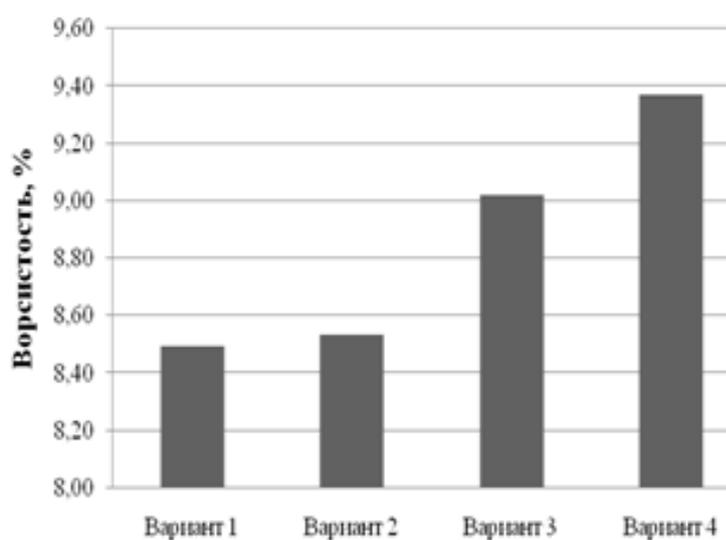
регенерированного льняного волокна для производства льняной пряжи ведет к снижению её стоимости.



а



б



в

Рисунок 4 – Качественные показатели льняной пряжи пневмомеханического способа формирования

Однако необходимо отметить, что изменение свойств волокон смесей требует корректировок технологических параметров их переработки. В связи с этим на следующем этапе работы необходимо проведение теоретических и экспериментальных исследований, направленных на определение оптимальных режимов переработки подобных смесей для получения пряжи, характеризующейся наилучшими качественными показателями.

ВЫВОДЫ

1. На основании анализа работы оборудования для производства льняной пряжи пневмомеханическим способом прядения в условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» определен состав и количество выделяемых волокнистых отходов, пригодных для повторной переработки.

2. В результате проведенных экспериментальных исследований определено влияние процентного вложения регенерированного льняного волокна на изменение характеристики смесей волокон в процессе их переработки, а также на свойства пряжи.

3. Установлено, что вложение в смесь до 50 % регенерированного волокна позволяет увеличить ее прядильную способность и повысить ряд качественных показателей льняной пряжи.

Список использованных источников

1. Рыклин, Д. Б. Изменение структуры и свойств котонизированного льняного волокна в процессе переработки на машинах поточной линии «кипа – лента» / Д. Б. Рыклин, Р. А. Васильев, П. В. Мурычев // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции. Ч. 1 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2009. – С. 43 – 46.
2. Рыклин, Д. Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей : [монография] / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 215 с.

Статья поступила в редакцию 27.03.2012

SUMMARY

The article is devoted to evaluation of influence of regenerated wastes adjunction into fibers mix for open-end flax spun manufacturing. At Orsha linen mill regenerating wastes composition and quantity are identified. Influence of regenerated flax fibers percentage to modification of mix parameters and yarn properties is determined. It is established that adjunction up to 50 % regenerated wastes into mix increases its spinning ability and flax yarn quality.

УДК 677.014/.017.4

К ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ПРЯЖИ В ПРОЦЕССЕ ВЯЗАНИЯ

Д.А. Гаджиев

Ассортимент пряжи и нитей, предназначенных для трикотажного производства, разнообразен; им присущи определенные свойства, необходимые для нормального протекания технологического процесса вязания. При этом кроме общих свойств нитей (пряжи) нужно иметь в виду еще свойства, характерные только для некоторых видов сырья.

Для выработки полотна требуемого ассортимента и качества необходимо устанавливать параметры режима вязания в зависимости от параметров структуры трикотажа с учетом свойств и характеристик перерабатываемой пряжи (нити).

Например, в процессе вязания с изменением натяжения крутки участков самокрученной пряжи уменьшаются, происходит изменение линейной плотности, и пряжа получает неустойчивое, разностороннее вращательное движение [1].

Исследованиями [2] установлено, что при контакте крученой нити с тарелочками нитенатяжителя происходит поворот витка нити обратно направлению крутки, т. е. при прохождении нити через нитенатяжители крученая нить частично раскручивается. Раскручивание нити в процессе переработки способствует увеличению общей длины при сохранении массы нити постоянной. Таким образом, происходит уменьшение линейной плотности нити в процессе ее переработки.

Разные условия переработки самокрученной и шерстяной пряжи отличаются от условий процесса вязания эластомерной нити или текстурированной нити эластик и т. д.

Поскольку в процессе переработки нитей происходит изменение их свойств, то уменьшение линейной плотности растяжимых и нерастяжимых нитей обуславливает необходимую поправку в параметрах режима вязания. Потому оценка текущей (фактической) линейной плотности нитей в процессе вязания имеет важное значение.

Допустим, коэффициенты крутки α_1 и α_2 – нити до и после вязания – имеют значения:

$$\alpha_1 = \frac{K_1 \sqrt{T_1}}{100}, \quad (1)$$

$$\alpha_2 = \frac{K_2 \sqrt{T_2}}{100}, \quad (2)$$

где K_1 и K_2 – число кручений до и после вязания нитей; T_1 и T_2 – линейная плотность нитей до и после вязания, текс.

Можно записать, что

$$\frac{K_1 \sqrt{T_1}}{\alpha_1} = \frac{K_2 \sqrt{T_2}}{\alpha_2}.$$

Отсюда получим

$$\sqrt{T_2} = \frac{\alpha_2 K_1 \sqrt{T_1}}{\alpha_1 K_2}. \quad (3)$$

Если обозначим

$$\frac{\alpha_2 K_1}{\alpha_1 K_2} = A, \quad (4)$$

из выражения (3) можно получить, что

$$T_2 = T_1 A^2. \quad (5)$$

Пряжа линейной плотности T_1 после раскручивания в процессе вязания удлиняется на определенную величину. Формулы для расчетов массы участков пряжи длиной L_1 и L_2 соответственно до и после удлинения в процессе вязания можно записать как

$$m_1 = L_1 T_1, \quad (6)$$

$$m_2 = L_2 T_2. \quad (7)$$

С учетом сохранения массы участков $m_1 = m_2$, тогда из равенства выражений (6) и (7) получим:

$$L_1 T_1 = L_2 T_2$$

или

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{L_2}{L_1}. \quad (8)$$

Можно обозначить $\frac{L_2}{L_1} = \beta$ как коэффициент удлинения нити в процессе переработки. Учитывая значение β , в выражении (8) можно получить:

$$T_2 = T_1 / \beta = T_1 \cdot \beta^{-1}. \quad (9)$$

Сравнивая выражения (5) и (9), можно отметить, что

$$\beta^{-1} = A^2$$

или

$$\beta = A^{-2}. \quad (10)$$

Используя выражения (4), (5), (9) и (10), можно определить текущую линейную плотность в процессе переработки крученой пряжи кольцевого способа прядения и самокрученой пряжи.

При этом значению β можно определить как отношение длины нити после удлинения к первоначальной ее длине также по выражению (4) и (10).

При переработке различных крученых нитей, сложенных вместе, они могут изменить свою толщину в разной степени. В этом случае суммарную линейную плотность нити можно определить как

$$T_{ci} = T_1 + T_2 = T_{01} A_1^2 + T_{02} A_2^2 = T_{01} \beta_1^{-1} + T_{02} \beta_2^{-1}, \quad (11)$$

где T_1, T_2 – текущая линейная плотность соответствующих нитей в процессе вязания, сложенных вместе, текс; T_{01}, T_{02} – исходная линейная плотность соответствующих нитей, сложенных вместе, текс; β_1, β_2 – коэффициенты удлинения соответствующих нитей в процессе вязания, сложенных вместе, причем их можно определить по выражению (4) и (10); A_1, A_2 – соответствующие коэффициенты, определяемые по выражению (4) и (10).

Трошенная пряжа, состоящая, например, из двух одинаковых крученых нитей, в процессе переработки вследствие их раскручивания имеет меньшую суммарную линейную плотность чем до переработки. При $T_1 = T_2, T_{01} = T_{02} = T_0, A_1 = A_2 = A, \beta_1 = \beta_2$ из выражения (11) можно получить, что

$$T_{ci} = T_1 + T_2 = 2T_1 = 2T_0 A^2 = 2T_0 \beta_1^{-1}, \quad (12)$$

где T_1, T_2 – текущая линейная плотность соответствующих нитей в процессе переработки, составляющих трощеной пряжи, $T_1 = T_2$, текс; T_0 – исходная линейная плотность нитей, составляющих трощеной пряжи, текс; β_1 – коэффициент удлинения трощеной пряжи в процессе переработки.

Допустим, из сложенных вместе нерастяжимых нитей, по крайней мере одна является крученой, которая в процессе переработки может раскручиваться. В этом случае текущую суммарную линейную плотность пряжи можно определить как

$$T_{ci} = T_0 + T_2 = T_0 + T_1 A^2 = T_0 + T_1 \beta_1^{-1}, \quad (13)$$

где T_0 – исходная линейная плотность нерастяжимой нити, текс; T_1 – исходная линейная плотность крученой пряжи, текс; T_2 – текущая линейная плотность крученой пряжи в процессе переработки, текс.

По тому же выражению (13) можно найти текущую линейную плотность комбинированных нитей, полученных аэродинамическим способом, с различными нерастяжимыми сердечниками. Частичное раскручивание ложной крутки покрытия из смешанной шерстонитроновой ровничной мычки, осуществляемое в процессе вязания, приводит к перемещению ее элементов и снижению линейной плотности подобных нитей. В качестве стержневых нитей могут быть использованы капроновая, лавсановая и вискозная нити различной толщины, принимаемые нерастяжимыми в процессе переработки.

При переработке нити, обладающие высокой растяжимостью, например, капроновая нить эластик, резиновая и эластомерная (эластичные) нити, удлиняются под действием растягивающих сил – натяжения.

Для улучшения свойств резиновой или эластомерной нитей обычно их поверхность обкручивают нерастяжимыми нитями. При этом резиновая нить оплетается хлопчатобумажной, вискозной и др. нитью, на оплеточной машине. Оплетка может быть одно- и двусторонней. Тогда как эластомерная нить (типа спандекс) может применяться как оплетенной, так и без оплетки [3].

В случае переработки капроновой нити типа эластик, также эластомерной нити без оплетки, например, на вязальных машинах их линейная плотность T_2 следует определять по выражению (9). Тогда значение β нужно определить отношением длины нити после растяжения к первоначальной ее длине.

Допустим, в процессе пневмомеханического способа формирования комбинированной высокоэластичной пряжи сердечник-эластомерная нить находится в растянутом состоянии, а ее обкручивает, например, хлопчатобумажный компонент [4]. Тогда суммарная линейная плотность T_{ci} исходной комбинированной высокоэластичной пряжи перед употреблением (или после формирования) будет определена как

$$T_{ci} = T_1 + T_{0I} = T_1 + T_0 \beta_0^{-1}, \quad (14)$$

где T_{0I} – линейная плотность эластичной нити после формирования комбинированной высокоэластичной пряжи, текс; T_0 – линейная плотность исходной эластомерной нити перед формированием комбинированной высокоэластичной пряжи, текс; T_1 – линейная плотность хлопчатобумажной пряжи, обкручивающей сердечника – эластомерной нити, текс; β_0 – коэффициент удлинения эластомерной нити в процессе формирования комбинированной высокоэластичной пряжи.

При этом значение коэффициента β_0 можно определять по обоим отношениям в равенстве выражения (8).

При переработке комбинированной высокорастяжимой пряжи из-за растяжения происходит ее удлинение. Это продолжается до тех пор, пока обкручивающий компонент, например, хлопчатобумажная пряжа, не приблизится максимально к оси эластомерной нити и не будет сопротивляться к ее удлинению. При этом частичное раскручивание обкручивающего компонента способствует лишь росту предельного значения удлинения пряжи и снижения суммарной линейной плотности. Тем не менее, частичное раскручивание пряжи не имеет особого влияния на промежуточные значения ее удлинения.

При одинаковом коэффициенте удлинения β_1 компонентов комбинированной высокорастяжимой пряжи в процессе переработки ее суммарную линейную плотность можно определить по выражению (15), если $T_{12} = T_1\beta_1^{-1}$, $T_{02} = T_{01}\beta_1^{-1}$,

$$T_{ci} = T_{12} + T_{02} = T_1\beta_1^{-1} + T_0\beta_0^{-1} \cdot \beta_1^{-1} = (T_1 + T_0\beta_0^{-1})\beta_1^{-1}, \quad (15)$$

где T_{12} – фактическая линейная плотность обкручивающей пряжи в процессе вязания, текс; T_{02} – фактическая линейная плотность эластичной нити в процессе вязания предварительно растянутой до него, текс.

Здесь значение коэффициента β_1 можно определить как отношение длины нити после удлинения к первоначальной ее длине.

Если в свободном состоянии в структуре комбинированной высокорастяжимой пряжи эластичный компонент не растянуть, то суммарную линейную плотность этой пряжи можно определить из выражения (15) с учетом $\beta_0 = 1$.

В случае обкручения эластичной нити в одном направлении с одной нерастяжимой нитью ее суммарную линейную плотность перед процессом переработки можно найти из равенства масс обкручивающего компонента длиной L_1 и L_{11} , соответственно до и после обкручения, т. е.

$$m_1 = L_1 T_1, \quad (16)$$

$$m_2 = L_{11} T_{11}. \quad (17)$$

Так как $m_1 = m_2$, то из равенства выражений (16) и (17) получим:

$$\frac{T_1}{T_{11}} = \frac{L_{11}}{L_1}. \quad (18)$$

Правую сторону выражения (18) можно обозначить как коэффициент укрутки K_u :

$$K_u = \frac{L_{11}}{L_1},$$

где L_1 – длина обкручивающего компонента до обкручения эластичной нити; L_{11} – длина обкручивающего компонента нити после обкручения эластичной нити, где $L_{11} < L_1$.

С учетом значения коэффициента укрутки из выражения (18) можно найти линейную плотность T_{11} обкручивающего компонента эластичной нити в виде:

$$T_{11} = T_1 K_u^{-1}, \quad (19)$$

где T_1 – исходная линейная плотность обкручивающего компонента эластичной нити, текс.

Перед переработкой такой комбинированной высокоэластичной пряжи ее суммарную линейную плотность можно найти как

$$T_{ci} = T_{11} + T_0, \quad (20)$$

где T_0 – исходная линейная плотность предварительно не растянутой эластичной нити в структуре пряжи, текс.

В процессе переработки из-за одинакового удлинения компонентов высокоэластичной пряжи ее суммарную линейную плотность можно определить как

$$T_{ci} = T_{12} + T_{02} = T_{11}\beta_1^{-1} + T_0\beta_1^{-1} = (T_1K_u^{-1} + T_0)\beta_1^{-1}, \quad (21)$$

где T_{12} – фактическая линейная плотность обкручивающего компонента эластичной нити в процессе вязания, текс;

T_{02} – фактическая линейная плотность эластичной нити в процессе вязания, текс;

β_1 – соответствующий коэффициент удлинения нити обкручения и эластичной нити в процессе вязания.

В других вариантах комбинированной высокоэластичной пряжи, где эластомерная нить скручена с нерастяжимыми нитями вместе и в процессе переработки ее компоненты удлиняются одинаково, суммарную линейную плотность следует определить по выражению (15) с учетом $\beta_0 = 1$.

В результате выполненной работы установлено, что в процессе вязания перерабатываемая пряжа в зависимости от ее структуры удлиняется из-за частичного раскручивания и уменьшения диаметра эластичного компонента составляющей пряжи. Это приводит к изменению основных размерных характеристик пряжи – суммарной линейной плотности в процессе переработки, что важно учитывать при нормализации процесса вязания, проектировании параметров структуры трикотажа и его свойств.

Список использованных источников

1. Зиновьева, В. А. Повышение качества трикотажа из самокрученной пряжи. Обзорная информация. Вып. 3 / В. А. Зиновьева, Д. А. Гаджиев. – Москва : ЦНИИТЭИлегпром, 1987. – 55 с.
2. Гаджиев, Д. А. Особенности нормализации процесса вязания / Д. А. Гаджиев // Научные труды Азербайджанского технического университета. Серия фундаментальных наук. – 2007. – № 2. – Том VI (22). – С. 36-41.
3. Шалов, И. И. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР / И. И. Шалов, Л. А. Кудрявин. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 288 с.
4. Дягилев, А. С. Комбинированная высокоэластичная пряжа / А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции, Витебск. Ч.1 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2009. – 328 с.

Статья поступила в редакцию 29.08.2011

SUMMARY

This article is devoted to the estimation of changes of linear density of yarn in the process of knitting. The conditions of varying the thickness of twisted yarn, self-twisted yarn, some of elastic threads and etc are shown.

It is established that in consequence of the partial untwisting of twisted yarns and stretch elastic (rubber, elastomeric) threads in the process of knitting their linear density is decreased.

The corresponding expressions for definition the linear density of each specific variant of the threads are listed.

УДК 677.077.625.16:677.017

ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО К МНОГОЦИКЛОВОМУ ТЕПЛОВОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

А.М. Гусаров, А.А. Кузнецов, Н.М. Дмитракович

Боевая одежда пожарных (далее БОП) является основным и самым массовым по применяемости средством индивидуальной защиты пожарных. Она используется при тушении любых пожаров. Во время эксплуатации БОП испытывает различные внешние воздействия: тепловые и механические, воды и агрессивных сред, а также климатические воздействия, которые приводят к старению материала, то есть к необратимым изменениям структуры его волокон и ухудшению их свойств. Эти изменения обусловлены реакциями деструкции (разрывом химических связей, распадом полимерной цепи) и структурирования (сшиванием макромолекул, образованием поперечных химических связей между макромолекулами). Изменения структуры и свойств волокон непременно приводят к изменению физико-механических и теплофизических свойств материала [1, 2].

Нормативные требования к показателям теплофизических и физико-механических свойств пакета материалов и материала верха БОП [3] указаны для одноциклового воздействия. Однако в процессе эксплуатации БОП фактически сталкивается с многократно повторяющейся нагрузкой: тепловые и механические воздействия, действие воды и агрессивных сред, климатические воздействия и др. Таким образом, нормативные требования к показателям теплофизических и физико-механических свойств материалов БОП служат только мерой качества изготовления и не могут быть использованы для оценки эксплуатационных свойств.

Комплексный мониторинг изменений защитных свойств боевой одежды пожарных в процессе ее эксплуатации отсутствует. Согласно СТБ 1971 – 2009 [3] срок службы БОП – не менее двух лет от даты начала применения. В ходе эксплуатации после окончания аварийно-спасательных работ БОП подвергается внешнему осмотру и ремонту: БОП с незначительными повреждениями верхнего слоя (общей площадью до 0,8 дм²) ремонтируют в условиях пожарной части с использованием ремонтного комплекта, если БОП имеет значительные повреждения – дальнейшая ее эксплуатация запрещена.

Однако использование только визуального контроля неизбежно влечет за собой субъективность оценки показателей, определяющих качество материалов, и как следствие, невозможность достоверно и объективно оценить эффективный срок их эксплуатации. К. Slater в работе [4] отмечает, что уровень разрушения текстильного материала не может быть напрямую связан с визуальными индикаторами повреждения ткани. На рисунке 1 представлена схематическая зависимость любого показателя качества текстильного материала, например разрывной нагрузки или устойчивости к воздействию теплового потока, от времени эксплуатации [4].

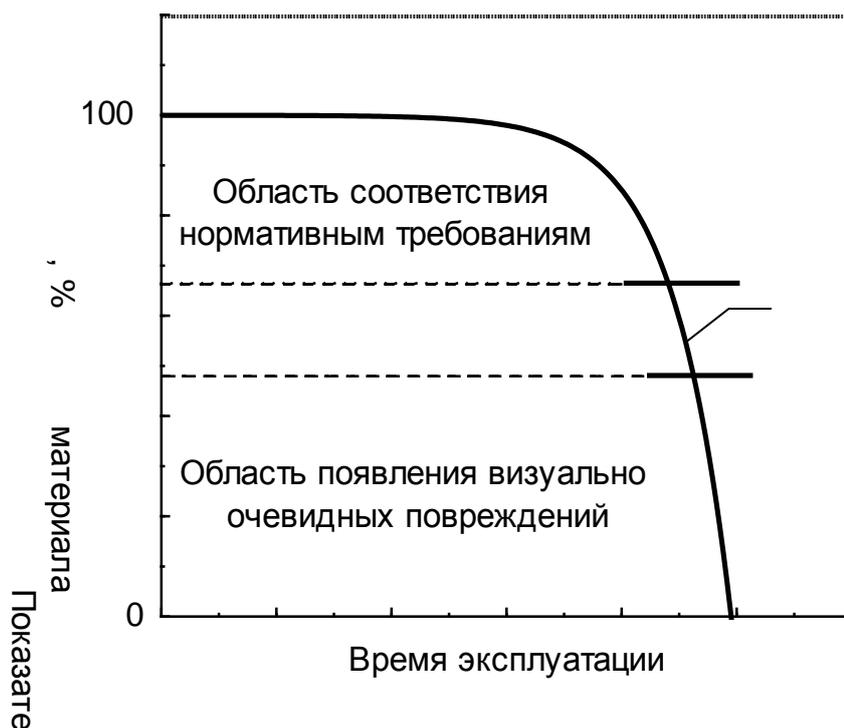


Рисунок 1 – Схематическая зависимость любого показателя качества текстильного материала от времени его использования [4]

Анализ зависимости, представленной на рисунке 1, указывает на то, что значения показателей качества текстильного материала в процессе его эксплуатации становятся ниже нормативных требований прежде, чем появляются визуально очевидные повреждения ткани (область 1). Это указывает на потребность в расширенном визуальном осмотре или других не визуальных методах выявления степени разрушения материала [5].

Комплексная оценка показателей теплофизических и физико-механических свойств материалов БОП при воздействии различных эксплуатационных факторов (многократные тепловые и механические воздействия, действие воды и агрессивных сред, климатические воздействия и др.) позволит выявить резервы их эксплуатационной надежности, прогнозировать эффективный срок службы и, соответственно, повысить надежность и конкурентоспособность БОП.

Для исследования влияния многоциклового воздействия тепловых потоков различного уровня на теплофизические свойства БОП на базе научно-исследовательского центра Витебского областного управления МЧС проведен ряд экспериментальных исследований.

В качестве объекта исследования использовался пакет материалов, применяемый при изготовлении БОП в Республике Беларусь и состоящий из материала верха («Арселон-С», арт. 09с-368/1 саржевого переплетения, поверхностная плотность $260 \pm 14 \text{ г/м}^2$), водонепроницаемого слоя (мембранный материал ТУ ВУ 300620644.017 – 2008), теплоизоляционной подстежки (ватин полушерстяной холстопршивной, поверхностная плотность 235 г/м^2) и подкладочной ткани (100 % х/б ткань, поверхностная плотность 140 г/м^2). При проведении исследований использовались: установка для определения устойчивости к воздействию теплового потока, приемник теплового потока ПТПО №192, измеритель-регулятор «Сосна-002», термоэлектрический преобразователь ТХА-1199/53, секундомер Интеграл С-01. Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 2.

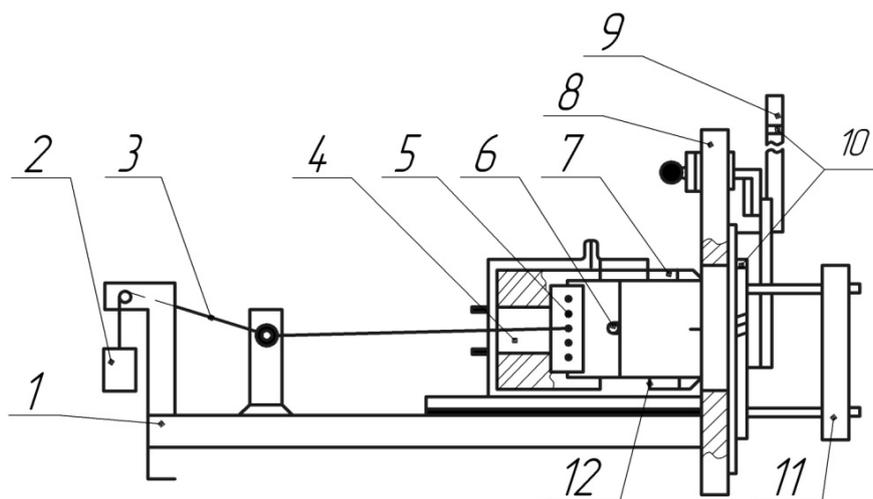


Рисунок 2 – Схема экспериментальной установки:

1 – платформа; 2 – груз; 3 – нити; 4 – датчик измерения плотности теплового потока; 5 – зажим; 6 – термопара; 7 – держатель пробы; 8 – экран; 9 – защитная заслонка; 10 – система охлаждения; 11 – радиационная панель; 12 – проба

Образец пакета материалов размером 2710 мм подвергался воздействию теплового потока плотностью в диапазоне от 1 кВт/м^2 до 5 кВт/м^2 , действие которого гарантированно не приводит к возникновению видимых признаков деструкции пакета: разрушения наружной поверхности материала верха и внутренних слоев пакета (оплавления, обугливания, прогара); отслоения полимерного покрытия от тканевой основы водонепроницаемого слоя; воспламенения. Продолжительность теплового воздействия составляло 240 секунд. Охлаждение образца продолжалось до достижения начальной температуры на внутренней поверхности образца. После завершения этапа охлаждения образец подвергался повторному тепловому воздействию установленного теплового потока. В процессе проведения исследования регистрировались значения температуры на внутренней поверхности пакета материалов. Для измерения температуры на внутренней поверхности пакета материалов использовался термоэлектрический преобразователь типа ХК (хромель-копель), прикрепленный по центру образца. Для измерения значений плотности теплового потока использовался датчик типа Гордона с диапазоном измерения от 1 кВт/м^2 до 50 кВт/м^2 и погрешностью измерений не более 8 %, данные которого выводились на вторичный прибор с классом точности не менее 0,15.

В результате экспериментальных исследований получены зависимости изменения температуры $T(\tau)$ на внутренней поверхности пакета материалов от времени в процессе многоциклового (нагрев-охлаждение) теплового нагружения для различной плотности падающего теплового потока. Некоторые результаты исследований представлены на рисунках 3, 4.

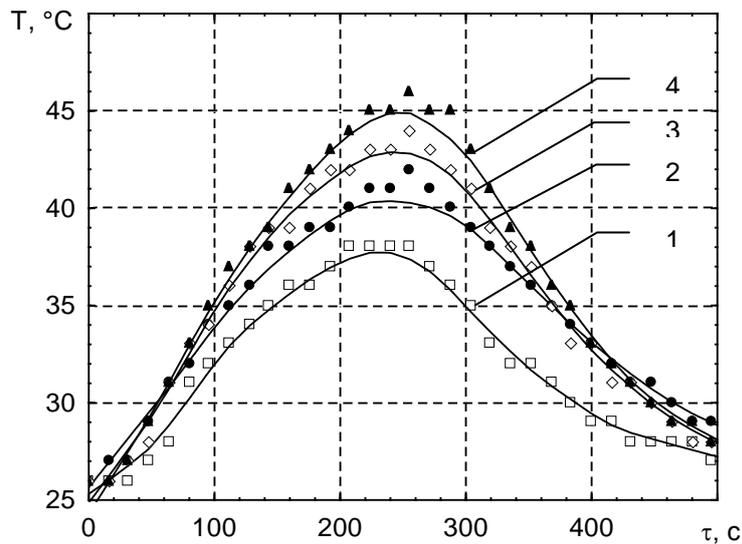


Рисунок 3 – Зависимость температуры на внутренней поверхности пакета материалов T от времени τ при плотности падающего теплового потока $q_n = 2 \text{ кВт/м}^2$ для различных циклов теплового нагружения:
1 – 1 цикл; 2 – 3 цикл; 3 – 5 цикл; 4 – 10 цикл

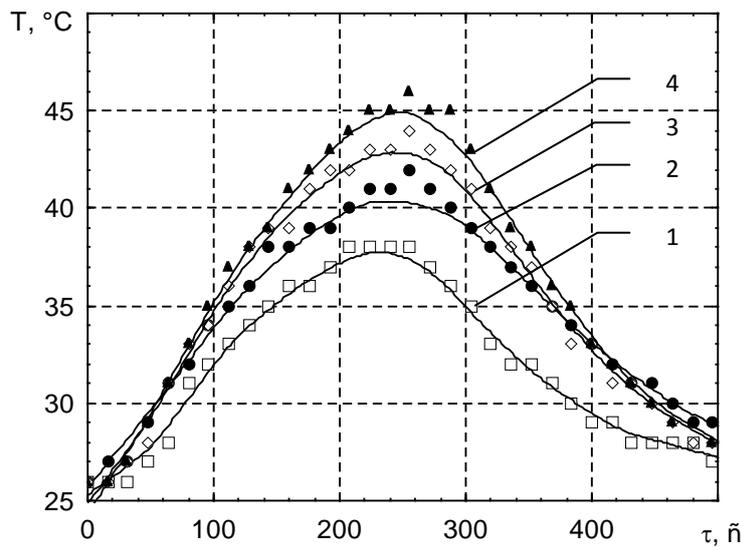


Рисунок 4 – Зависимость температуры на внутренней поверхности пакета материалов T от времени τ при плотности падающего теплового потока $q_n = 3 \text{ кВт/м}^2$ для различных циклов теплового нагружения:
1 – 1 цикл; 2 – 3 цикл; 3 – 5 цикл; 4 – 10 цикл

Анализ результатов экспериментальных исследований, позволяет отметить, что увеличение плотности падающего теплового потока приводит к закономерному увеличению максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов для данного диапазона теплового воздействия. На рисунке 5 представлена зависимость максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов от количества циклов теплового нагружения при различных значениях уровня теплового воздействия.

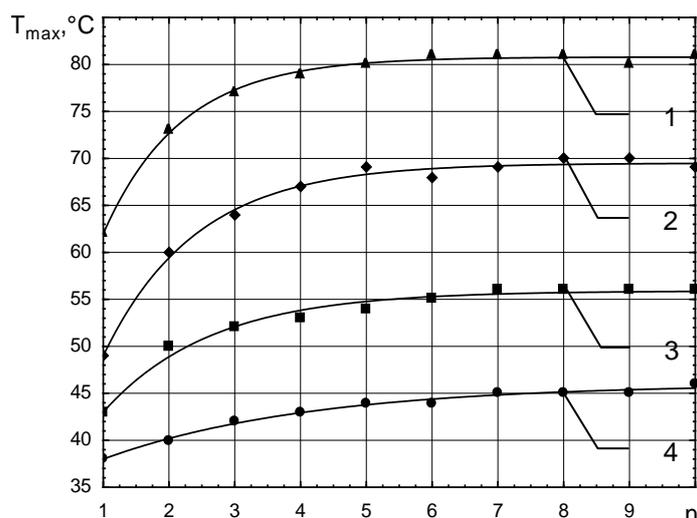


Рисунок 5 – Зависимость максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов T_{max} от количества циклов теплового нагружения n при различных значениях уровня теплового воздействия q_n :

1 – при $q_n = 5$ кВт/м²; 2 – при $q_n = 4$ кВт/м²; 3 – при $q_n = 3$ кВт/м², 4 – при $q_n = 2$ кВт/м²

Рост максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов при многократном тепловом воздействии косвенным образом указывает на изменение теплофизических свойств материалов, приводящих к снижению устойчивости пакета материалов к воздействию теплового потока.

Установлено, что после некоторого количества циклов теплового воздействия в пакете материалов наступает состояние, близкое к устойчивому (стационарному), при котором максимальная температура на внутренней поверхности пакета материалов остается постоянной и практически не зависит от количества циклов теплового воздействия.

Для повышения информативности результатов экспериментальных исследований возникает необходимость в установлении закономерности изменения максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов от количества циклов теплового нагружения для исследованного диапазона теплового воздействия, что позволит провести анализ экспериментальных результатов не только на качественном, но и на количественном уровне.

В качестве теоретической интерпретации процесса роста максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов при многократном тепловом воздействии воспользуемся основным физическим принципом теории надежности, сформулированным Н.М. Седякиным [6 – 9].

Применительно к процессу роста максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов при многократном тепловом воздействии основной физический принцип теории надежности можно сформулировать следующим образом: «Скорость изменения максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов dT_{max} / dn не зависит от того, как и за какое время (количество циклов теплового нагружения) она изменилась от некоторого начального значения T_0 до текущего T_{max} в рассматриваемый момент времени, а зависит от условий проведения испытания и теплофизических свойств материалов».

Запись этого принципа в дифференциальной форме имеет следующий вид:

$$\frac{dT_{max}}{dn} = -M(T_{max} - T_c)^k, \quad (1)$$

где M – параметр модели, отражающий темп изменения максимальной температуры;

k – параметр модели, принимающий значение 1, 2, ...

Решение дифференциального уравнения (1) при условии $k = 1$, учитывая, что минимальное значение n равно 1, имеет следующий вид:

$$T_{max}(n) = T_c + (T_0 - T_c) \exp[-M(n-1)], \quad (2)$$

где T_0 – максимальная температура на внутренней поверхности пакета материалов на первом цикле теплового нагружения образца, °С;

T_c – максимальная температура на внутренней поверхности пакета при его тепловой стабилизации (тепловая стабилизация пакета – это состояние, при котором максимальная температура на внутренней поверхности пакета материалов остается постоянной и больше не зависит от количества циклов теплового воздействия), °С;

n – количество циклов теплового нагружения, [цикл].

Для определения физического смысла параметра M модели (2) произведем преобразования:

$$\frac{T_{max}(n) - T_c}{T_0 - T_c} = \exp[-M(n-1)].$$

Если $M = 1 / (n - 1)$, то:

$$\frac{T_{max}(n) - T_c}{T_0 - T_c} = \frac{1}{e}.$$

Следовательно, параметр M имеет размерность [цикл⁻¹] и является величиной, обратной количеству циклов теплового нагружения ($n - 1$), по истечении которых текущее изменение максимальной температуры T_{max} по отношению к максимальной температуре при тепловой стабилизации пакета T_c меньше предельно возможного значения в e раз.

Оценка параметров, предложенных в математической модели (2), производилась с использованием программного пакета статистической обработки данных «Statistica for Windows». Численные значения параметров модели (2) в зависимости от плотности падающего теплового потока и соответствующих состоянию тепловой стабилизации пакета материалов сведены в таблице.

Таблица – Параметры модели (2) для расчета максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов T_{max} при многоцикловом тепловом нагружении в зависимости от плотности падающего теплового потока при известных значениях T_0

Параметры модели	Плотность падающего теплового потока, кВт/м ²			
	2	3	4	5
T_0 , °С	38,0	43,0	49,0	62,0
T_c , °С	46,0	55,9	69,5	80,8
M , цикл ⁻¹	0,32	0,61	0,71	0,84
Коэффициент детерминации, R^2	0,988	0,980	0,992	0,995

По результатам комплекса исследований, основанных на моделировании, установлено:

- увеличение плотности падающего теплового потока q_n приводит к увеличению максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов при его тепловой стабилизации T_c в исследованном диапазоне теплового воздействия;
- максимальная температура на внутренней поверхности пакета материалов при его тепловой стабилизации T_c прямо пропорциональна плотности теплового нагружения q_n .

Для определения эффективного количества циклов теплового воздействия, после которых наступает процесс тепловой стабилизации пакета, введем понятие интенсивности процесса изменения максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов:

$$I_T(n) = \frac{dT_{max}(n)}{dn} = M(T_c - T_0) \exp[-M(n-1)]. \quad (3)$$

На рисунке 6 представлены зависимости интенсивности процесса изменения максимальной температуры I_T на внутренней поверхности пакета материалов от количества циклов воздействия теплового потока плотностью от 1 кВт/м² до 5 кВт/м².

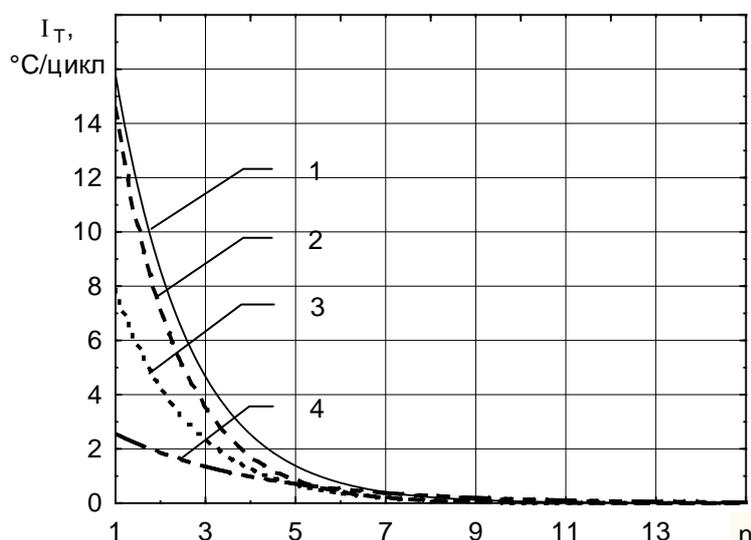


Рисунок 6 – Зависимость интенсивности процесса изменения максимальной температуры I_T на внутренней поверхности пакета материалов от количества циклов теплового нагружения n при различных значениях уровня теплового воздействия q_n : 1 – при $q_n = 5$ кВт/м²; 2 – при $q_n = 4$ кВт/м²; 3 – при $q_n = 3$ кВт/м², 4 – при $q_n = 2$ кВт/м²

Анализ зависимостей, представленных на рисунке 6, позволяет отметить, что:

- в исследованном диапазоне теплового воздействия увеличение количества циклов нагружения приводит к закономерному снижению интенсивности процесса изменения максимальной температуры I_T на внутренней поверхности пакета материалов;
- плотность падающего теплового потока q_n влияет на начальное значение интенсивности процесса изменения максимальной температуры I_T на внутренней поверхности пакета материалов, однако, начиная с восьмого цикла теплового нагружения, значение интенсивности изменения максимальной температуры I_T незначительно зависит от уровня падающего теплового потока q_n ($I_T(n=8) = (0,1 - 0,2)$ [°С/цикл] для $1 \leq q_n \leq 5$ [кВт/м²]). Следовательно, изменение теплофизических свойств пакета материалов происходит в течение первых восьми циклов теплового

воздействия, а в дальнейшем наступает состояние тепловой стабилизации пакета материалов и, соответственно, устойчивость его теплофизических свойств к многоциклового воздействию теплового потока плотностью от 1 кВт/м² до 5 кВт/м².

Использование моделей (2, 3) существенно повышает информативность экспериментальных исследований, позволяет осуществить прогноз значений максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов при многоциклового нагружении теплового потока в исследованном диапазоне воздействия, а также определить эффективное количество циклов теплового воздействия, после которых наступает процесс тепловой стабилизации пакета.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного комплекса исследований:

- показано, что нормативные требования к показателям теплофизических и физико-механических свойств материалов БОП служат только мерой качества изготовления и не могут быть использованы для оценки эксплуатационных свойств;
- впервые проведен комплекс экспериментальных исследований, направленных на изучение влияния одного из основных эксплуатационных факторов (многократного теплового воздействия) на теплофизические свойства БОП;
- установлено, что изменение теплофизических свойств пакета материалов происходит в течение первых восьми циклов теплового воздействия, а в дальнейшем наступает состояние тепловой стабилизации пакета материалов и, соответственно, устойчивость его теплофизических свойств к многоциклового воздействию теплового потока в диапазоне от 1 кВт/м² до 5 кВт/м²;
- разработаны математические модели, которые позволяют осуществить прогноз значений максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов при многоциклового воздействии теплового потока в диапазоне от 1 кВт/м² до 5 кВт/м², а также определить эффективное количество циклов теплового воздействия, после которых наступает процесс тепловой стабилизации пакета.

Список использованных источников

1. Фойгт, И. Стабилизация синтетических полимеров против действия света и тепла : пер. с нем. / И. Фойгт ; под. ред. Б. М. Коварской. – Ленинград : Химия, 1972. – 544 с.
2. Перепелкин, К. Е. Закономерности изменения свойств синтетических нитей при термическом старении / К. Е. Перепелкин, И. Ю. Моргоева, И. В. Андреева // Химические волокна. – 2001. – № 1. – С. 45-49.
3. СТБ 1971 – 2009. Система стандартов безопасности труда. Одежда пожарных боевая. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2010. – Минск : Госстандарт – НИЦ ВООУ МЧС г. Витебск, 2010. – 36 с.
4. Slater, K. The progressive deterioration of textile materials, I: Characteristics of degradation / K. Slater // Journal of the Textile Institute. – 1986. – Vol. 77, No. 2. – p. 76-87.
5. Thorpe P. Development of non-destructive test methods for assessment of in-use fire fighter's protective clothing // P. Thorpe / M.Sc. Thesis, University of Saskatchewan [Electronic resource]. – 2004. – Mode of access: <http://library2.usask.ca/theses/available/etd-05202004-155351/unrestricted/thorpe-thesis.pdf>. – Date of access: 01.02.2012.
6. Седякин, Н. М. Об одном физическом принципе теории надёжности / Н. М. Седякин // Известия АН СССР, Техническая кибернетика. – 1966. – № 3. – С. 80–87.
7. Смагин, В. А. Физико-вероятностные модели прогнозирования надёжности на основе форсирования испытаний / В. А. Смагин // Надёжность и контроль качества. – 1998. – № 4. – С. 15-23.

8. Смагин, В. А. Теоретическое обобщение физического принципа надежности профессора Н. М. Седякина / В. А. Смагин // Надежность. – 2005. – №1. – С. 3-13.
9. Кузнецов, А. А. Оценка и прогнозирование физико–механических свойств текстильных нитей / А. А. Кузнецов, В. И. Ольшанский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2004. – 226 с.

Статья поступила в редакцию 22.03.2012

SUMMARY

The new methodological approach is offered and corresponding mathematical models are developed for estimate thermal properties of a package of materials of fire fighter's protective clothing. Practical application of the developed models allows to carry out the forecast of values of the maximum temperature for an interior surface of a package of materials at multicyclic action of a thermal flow in a gamut from 1 kW/m² to 5 kW/m², and also to spot effective quantity of cycles of thermal action after which there comes process of thermal stabilization.

УДК 685.34.035.47 : 685.34.073.32

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ СТЕЛЕЧНЫХ КАРТОНОВ

Ю.А. Еспенко, Р.Н. Томашева, Т.М. Борисова, В.Е. Горбачик

В настоящее время первое место в мире по объёму выпуска занимает обувь клеевого метода крепления низа. Основным конструктивным элементом такой обуви является основная стелька, изготавливаемая преимущественно из картона. От свойств используемых картонов зависит эффективность технологических процессов производства обуви и целый ряд её важных эргономических свойств, таких как изгибная жесткость, опорная жесткость, приформовываемость низа обуви к стопе и др. Как показывает практика, в связи с отсутствием в Республике Беларусь промышленного производства обувных картонов, отечественные предприятия используют для основной стельки картоны зарубежного производства, свойства которых практически не изучены. Производители обувных картонов, как правило, не предоставляют достаточную информацию об основных характеристиках физико-механических свойств данных материалов, что не всегда позволяет осуществить рациональную комплектацию пакетов низа обуви на стадии конструкторско-технологической подготовки производства и обеспечить её высокое качество и необходимый уровень потребительских свойств.

Это обуславливает необходимость всестороннего комплексного изучения основных характеристик физико-механических свойств современных обувных картонов. При этом важным представляется изучение не только стандартных показателей качества материалов, но и исследование ряда негостируемых показателей механических свойств, характеризующих поведение материалов в процессе эксплуатации обуви и, как следствие, оказывающих значительное влияние на её эргономические свойства.

С этой целью было проведено комплексное исследование физико-механических свойств обувных картонов, наиболее широко применяемых на предприятиях обувной промышленности Республики Беларусь в качестве основной стельки.

Предварительный анализ структуры исследуемых картонов с использованием электронного микроскопа «Микромед» показал, что в настоящее время большинство

картонов, используемых на обувных предприятиях, являются картонами многослойного отлива.

В процессе исследования картонов определялись стандартные характеристики физических свойств материалов, такие как толщина и плотность, а также стандартные показатели механических свойств картонов при растяжении в соответствии с ГОСТ 9186 – 76 [1]. Образцы выкраивались в продольном (вдоль листа) и поперечном (поперек листа) направлениях. При этом поперечное направление соответствовало направлению раскроя, рекомендуемому производителями большинства исследуемых картонов. Исследования свойств картонов проводилось в сухом и увлажненном состояниях, так как увлажнение картонов часто приводит к существенному изменению их исходных свойств.

Учитывая то, что при работе стельки одним из преобладающих видов деформации материала является изгиб, большое значение для оценки качества стелечных картонов имеет показатель изгибной жесткости. Поэтому были исследованы показатели жесткости и изгибостойкости при статическом изгибе в соответствии с ГОСТ 9187 – 74 по методу А [2].

Помимо стандартных характеристик, для исследуемых материалов определялся показатель жесткости при растяжении и коэффициент равномерности в соответствии с методикой, описанной в работе [3].

Для материала стельки большое значение имеют гигиенические свойства, так как стелька впитывает в себя до 60 % пота и влаги, выделяемых стопой. Учитывая это, для характеристики свойств стелечных картонов определялись также показатели влагоотдачи и гигроскопичности в соответствии с ГОСТ 8971 – 78 [4], намокаемость, изменение линейных размеров при увлажнении и высушивании в соответствии с ГОСТ 8972–78 [5]. Результаты исследования показателей физико-механических свойств представлены в таблице 1.

Анализ данных, представленных в таблице 1, показал, что значения предела прочности картонов при растяжении в сухом состоянии колеблются в широких пределах: от 5,51 до 25,01 МПа. Минимальным пределом прочности при растяжении характеризуются картоны марок «Alfatex», «Flexan 330 Cellsan», «Flexan speciale», максимальным – картоны марок «Altex 50» и «Flexil».

Относительное удлинение при растяжении исследуемых картонов в сухом состоянии составило 3,6 – 14,6 %. Наименьшими деформационными характеристиками отличаются картоны марок «Konitex» и «Plantex». Наиболее высокие значения данного показателя отмечаются у картонов марок «Flexil» и «Flexan speciale».

Исследование показало, что свойства обувных картонов, выкроенных вдоль и поперек листа, значительно отличаются. Предел прочности при растяжении в поперечном направлении в 1,5 – 2 раза ниже, а относительное удлинение при растяжении в 1,5 – 2 раза выше, чем соответствующие значения данных показателей образцов, выкроенных в продольном направлении. Коэффициент равномерности для всех исследуемых картонов составил 0,45 – 0,80, что является типичным для картонов многослойного отлива в отличие от картонов однослойного отлива, обладающих более равномерными свойствами по площади.

Как показывают данные таблицы 1, большинство исследуемых картонов существенно изменяют свои исходные свойства после замачивания в воде. Увлажнение картонов приводит к значительному снижению их первоначальной прочности (в 1,5 – 5 раз в зависимости от состава и структуры картона) и увеличению относительного удлинения в 1,5 – 2 раза. Наиболее существенно изменяют свои свойства после замачивания в воде картоны марок «Konitex», «Texon 696», «Flexan 330 Cellsan», «Altex 50».

Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств стелечных картонов

Наименование показателя	Марка стелечного картона										
	«Konitex»	«Plantex»	«Flexil»	«Bontex»	«Bontex 47»	«Texon 696»	«Texon 696»	«Flexan 330 Cellisan»	«Flexan speciale»	«Altex 50»	«Alfatex»
Толщина, мм	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	1,75	2,00	1,75	1,75	2,25	1,75
Плотность, г/см ³	0,51	0,50	0,57	0,55	0,52	0,49	0,55	0,56	0,48	0,54	0,50
Предел прочности при растяжении в сухом состоянии, МПа											
вдоль листа	20,07	13,94	21,65	19,11	17,97	18,43	19,03	11,92	13,83	25,01	9,42
поперек листа	13,35	12,45	10,91	11,18	9,82	12,02	12,31	6,21	6,91	19,71	5,51
Предел прочности при растяжении в мокром состоянии, МПа											
вдоль листа	5,55	12,10	8,68	9,99	8,15	6,01	5,57	3,91	6,61	5,84	7,81
поперек листа	2,63	5,52	5,00	4,47	4,47	3,91	3,60	2,40	3,91	4,68	4,81
Относительное удлинение в сухом состоянии, %											
вдоль листа	3,6	4,4	7,0	5,2	4,8	6,0	4,0	5,2	6,2	6,4	5,4
поперек листа	7,2	7,2	14,6	11,4	11,2	9,8	9,0	9,8	11,8	9,2	10,6
Относительное удлинение в мокром состоянии, %											
вдоль листа	5,8	5,4	10,0	9,0	8,8	8,0	6,7	6,6	7,6	6,6	8,4
поперек листа	8,8	9,0	16,0	15,6	13,0	12,8	12,7	13,0	17,0	8,4	12,8
Жесткость при растяжении в сухом состоянии, Н											
вдоль листа	10035	6336	6186	7350	7488	5375	9421	4012	3904	8793	3053
поперек листа	3338	3458	1495	1961	1754	2146	2736	1109	1025	4820	910
Жесткость при растяжении в мокром состоянии, Н											
вдоль листа	1722	4481	1736	2220	1852	1315	1663	1037	1522	1991	1627
поперек листа	538	1227	625	573	688	535	568	323	403	1254	658
Коэффициент равномерности											
в сухом состоянии	0,67	0,89	0,50	0,58	0,55	0,65	0,65	0,52	0,50	0,79	0,59
в мокром состоянии	0,47	0,46	0,58	0,45	0,55	0,65	0,65	0,62	0,59	0,80	0,62
Намокаемость, %	135,30	64,00	53,40	62,10	55,90	81,70	97,42	83,30	132,00	82,00	86,80
Изменение линейных размеров при увлажнении, %											
вдоль листа	1,0	1,2	1,4	1,0	1,1	1,3	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
поперек листа	2,9	2,0	3,0	1,7	1,8	2,0	1,9	3,1	1,6	2,3	1,9
Изменение линейных размеров при высушивании, %											
вдоль листа	0,4	0,2	0,7	0,4	0,2	0,1	1,0	0,3	0,3	0,6	0,0
поперек листа	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,4	2,0	0,4	0,5	0,6	0,4
Жесткость при статическом изгибе, Н											
вдоль листа	27,65	29,68	26,06	24,14	22,19	19,33	23,37	22,73	23,14	32,65	17,81
поперек листа	18,19	18,63	17,68	17,46	14,91	12,58	19,37	15,82	15,19	28,41	11,86
Гигроскопичность, %	55,81	13,09	12,79	11,51	15,34	13,60	10,26	17,47	28,57	13,24	11,97
Влагоотдача, %	28,54	9,15	8,99	8,05	11,08	10,74	9,96	12,03	19,33	8,48	8,54

Показатель жесткости при статическом изгибе для исследуемых стелечных картонов колеблется в пределах от 11,86 до 32,65 Н. Наименьшие значения показателя жесткости при статическом изгибе при сопоставимых толщинах имеют картоны марок «Alfatex», «Texon 696» толщиной 1,75 мм, «Bontex 47», «Flexan speciale», наибольшие – картоны марок «Altex 50», «Texon 696» толщиной 2,00 мм, «Plantex». Данный показатель для образцов, выкроенных вдоль и поперек листа, существенно отличается – жесткость при статическом изгибе продольных образцов в 1,1 – 1,6 раз превышает жесткость образцов, выкроенных поперек листа. При визуальном осмотре образцов после определения жесткости все исследуемые марки

картонов можно считать изгибостойкими, так как не произошло разрушения ни одного из испытанных образцов.

Гигроскопичность исследуемых картонов составила 10,26 – 55,81 %, намокаемость картонов колеблется в пределах от 53,4 до 135,3 %. Максимальные значения данных показателей отмечаются у картонов марок «Konitex» и «Flexan speciale». Большинство исследуемых картонов отличаются незначительным изменением линейных размеров после увлажнения (1,0 – 3 %) и высушивания (0 – 0,6 %).

Как показал анализ полученных данных, все исследуемые картоны по большинству показателей физико-механических свойств соответствуют требованиям ГОСТ 9542 – 89 [6], регламентирующим качество картонов производства стран СНГ. Однако показатель намокаемости у всех исследуемых стелечных картонов существенно превышает нормируемое значение. В соответствии с ГОСТ 9542 – 89 намокаемость стелечных картонов не должна превышать 50 %. При этом исследования показали, что у большинства зарубежных картонов значение данного показателя колеблется в пределах 60 – 85 %, а у таких марок картонов как «Konitex» и «Flexan speciale» данный показатель достигает 135 %. Таким образом, несмотря на то, что увлажнение приводит к снижению прочностных характеристик материалов, зарубежные производители стремятся обеспечить более высокие значения показателя намокаемости у картонов, так как это способствует лучшему поглощению материалами пота и влаги, выделяемых стопой, и, как следствие, обеспечит более высокий уровень гигиенических свойств обуви.

Как следует из данных таблицы 1, наилучшим комплексом физико-механических свойств характеризуются картоны марок «Alfatex», «Flexan speciale», «Texon 696» толщиной 1,75 мм, для которых характерна небольшая потеря прочности во влажном состоянии, невысокая жесткость при растяжении и незначительное изменение линейных размеров после увлажнения и сушки. Картоны марок «Konitex», «Altex 50» и «Texon 696» толщиной 2,00 мм отличаются неустойчивостью к действию влаги, существенно теряют свою прочность после замачивания в воде, значительно изменяют свои линейные размеры при увлажнении и высушивании и характеризуются высокими показателями жесткости при растяжении и статическом изгибе.

Следует отметить, что стандартные характеристики физико-механических свойств являются определяющими при оценке качества материалов, однако не всегда позволяют объективно характеризовать их свойства в процессе эксплуатации изделия. Как известно, материалы стельки в области пучков подвергаются многократному изгибу, в результате которого материалы могут существенно изменять свои исходные свойства, что в конечном итоге отразится на качестве готового изделия. Поэтому представляет значительный интерес исследование влияния многократных циклических воздействий на свойства исследуемых материалов.

С этой целью рассматриваемые картоны были испытаны на устойчивость к многократному изгибу на приборе, разработанном на кафедре «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ» в соответствии с методикой, описанной в работе [7]. Раскрой образцов осуществлялся в поперечном направлении, рекомендуемом производителями. В процессе испытания определялся показатель выносливости, характеризующий количество циклов, которое выдерживает материал до разрушения, и показатель устойчивости, характеризующий степень изменения прочности картонов после действия определенного количества циклов изгиба и определяющийся по формуле

$$Y = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где P_1 , P_2 – нагрузка при разрыве образцов соответственно до и после многократного изгиба, Н.

Количество циклов изгиба задавалось с учетом выносливости картонов и принималось равным 250 циклов, учитывая, что все исследуемые картоны выдерживали данное количество циклов без разрушения.

Значения показателя выносливости картонов представлены на рисунке.

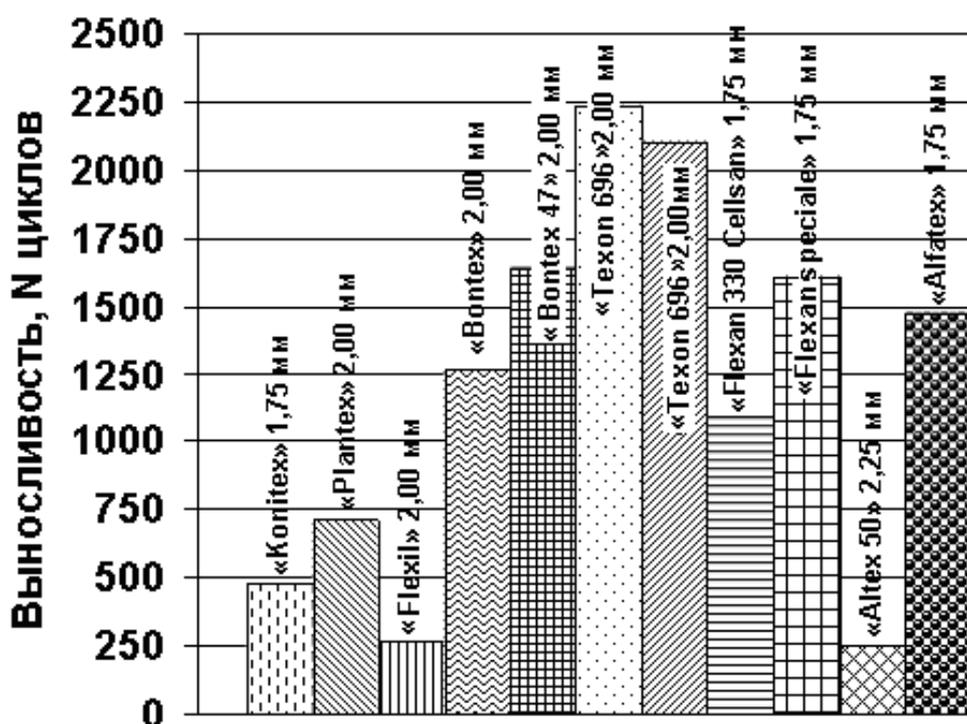


Рисунок – Показатель выносливости стелечных картонов

Значения показателя устойчивости картонов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Устойчивость стелечных картонов к многократному изгибу

Наименование марки картона	Толщина, мм	Нагрузка при разрыве до многократного изгиба P_1 , Н	Нагрузка при разрыве после многократного изгиба P_2 , Н	Устойчивость к многократному изгибу Y , %
«Plantex»	2,00	620	327	53
«Flexan 330 Cellsan»	1,75	580	552	95
«Texon 696»	1,75	487	330	68
«Flexan speciale»	1,75	565	345	61
«Alfatex»	1,75	457	270	59
«Bontex»	2,00	505	470	93
«Bontex 47»	2,00	450	400	89

Анализируя данные, представленные в таблице 2 и на рисунке, можно отметить следующее:

– показатель выносливости картонов для основной стельки колеблется в широких пределах от 267 до 2231 циклов изгиба;

– наиболее высокой выносливостью характеризуются картоны марок «Texon 696» толщин 1,75 мм и 2,00 мм, наихудшую способность выдерживать многократный изгиб имеют картоны марок «Altex 50», «Konitex» и «Flexil»;

– при многократном изгибе прочность всех исследуемых картонов снижается. Устойчивость картонов к многократному изгибу составила 59 – 95 %. Наиболее высокая устойчивость отмечается у картонов марок «Flexan 330 Cellsan» и «Bontex», наименьшая – у картонов марок «Plantex» и «Alfatex». Большее значение данного показателя соответствует лучшим эксплуатационным свойствам стелечных картонов.

Сравнительный анализ свойств картонов зарубежного производства и стран СНГ показал, что по большинству показателей физико-механических свойств импортные картоны соответствуют нормативным значениям, предъявляемым ГОСТом 9542 – 89 [6] к обувным картонам стран СНГ, и являются технологически пригодными для использования в качестве материала основной стельки. В то же время по ряду важных эксплуатационных характеристик некоторые из них не соответствуют предъявляемым к материалам основных стелек требованиям. Так, картон марки «Plantex» соответствует требованиям ГОСТ 9542 – 89 [6], но не устойчив к действию многократных изгибов, что может привести к разрушению основной стельки в процессе эксплуатации.

Таким образом, в результате комплексного исследования большого круга стандартных и нестандартных показателей физико-механических свойств картонов установлено, что наилучшим комплексом физико-механических свойств обладают картоны марок «Flexan speciale», «Texon 696» толщиной 1,75 мм, «Alfatex».

Данные марки картонов можно рекомендовать обувным предприятиям для применения в качестве основных стелек, так как их использование будет способствовать повышению качества готовой обуви.

Список использованных источников

1. ГОСТ 9186 – 76. Картон обувной и детали из него. Правила приемки и методы испытаний. – Введ.1976 – 01 – 30. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1976. – 6 с.
2. ГОСТ 9187 – 74. Картон обувной. Метод определения жесткости и изгибостойкости при статическом изгибе. – Введ.1974 – 08 – 08. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1974. – 4 с.
3. Жихарев, А. П. Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Жихарев, Б. Я. Краснов, Д. Г. Петропавловский ; под ред. А. П. Жихарева. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 464 с.
4. ГОСТ 8971 – 78. Кожа искусственная, пленочные материалы и обувной картон. Методы определения гигроскопичности и влагоотдачи. – Введ. 1978 – 02 – 20. – Москва : Издательство стандартов, 1978. – 5 с.
5. ГОСТ 8972 – 78. Кожа искусственная. Методы определения намокаемости и усадки. – Введ.1978 – 01 – 04. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1978. – 4 с.
6. ГОСТ 9542 – 89. Картон обувной и детали обуви из него. Технические условия. – Введ.1989 – 08 – 18. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 16 с.
7. Поваров, С. В. Влияние анизотропии на устойчивость стелечного картона марки «СО» к многократным изгибам / С. В. Поваров, А. В. Кондратьев, В. К. Смелков // Тезисы докладов XXXIV научно-технической конференции преподавателей и студентов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2001. – С. 116.

Статья поступила в редакцию 25.04.2011

SUMMARY

The article is devoted to the complex research the properties of modern shoe cardboards for basic insole of foreign production. Researches of rationed factors row of

cardboards of quality for insole base are conducted, as well as such unrated factors as endurance and stability under repeated bending, characterizing the behaviour of material in the process of exploitation of shoe.

On results the conducted complex research the brands of cardboards, possessing the best complex of physico-mechanical properties and in the most degree corresponding to the requirements, to basic insoles material are determined.

УДК 677.024.1:677.11

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОТОНИЗИРОВАННОГО ЛЬНА

Г.В. Казарновская, И.Л. Кириллова

В настоящее время льняные костюмные полотна представляют большой интерес для потребителей: льняная ткань самобытна, обладает хорошими гигиеническими свойствами и остается незаменимой при пошиве женских и детских летних костюмов. Поэтому ассортимент льняных тканей постоянно расширяется, вырабатывают их с различными отделками, добавляют химические волокна для улучшения свойств тканей (несминаемости, усадки).

Особое значение для текстильной промышленности имеет перспективное направление в использовании короткого льняного волокна и отходов трепания для производства хлопкообразного волокна – котонина для получения смесовых пряж и тканей. Производство пряжи из котонизированного льноволокна в смеси с хлопком дает возможность сократить потребность в хлопке на **30 %**. Котонизация льноволокна позволяет вырабатывать из неконкурентоспособного белорусского льна высококачественную пряжу, имеющую неограниченный спрос на белорусском, постсоветском, азиатском, американском и европейском рынках.

Одним из факторов, оказывающих существенное влияние на уровень конкурентоспособности продукции легкой промышленности, является ее качество. По таким параметрам, как дизайн, эргономичность наша продукция уступает импортным аналогам, поэтому в настоящее время актуальной остается задача по обновлению ассортимента льносодержащих костюмных тканей на базе новых структур, включая новые виды переплетений.

Целью настоящей работы является создание ассортимента костюмных тканей улучшенного художественно-колористического оформления и качества.

Поставленная задача решалась, во-первых, за счет использования в основе и утке ткани двухкомпонентной пряжи, содержащей 50 % хлопка и 50 % котонизированного льна, полученной в условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат», во-вторых, за счет разработки нового вида переплетений. Мотивом узора для переплетений является полоса, которая не теряет своей актуальности, тем более для костюмных тканей. На рисунке 1 представлено одно из разработанных переплетений. Оно состоит из нескольких полос, каждая из которых выполнена своим видом переплетений. Для придания ткани эффектной поверхности размещение переплетений в полосках предусматривает чередование гладких и рельефных участков различной ширины. Фактурность рисунка достигается использованием обратносдвинутых по основе сарж, элементов полотняного переплетения и его производного – уточного репса, а также наличием в полосках уточноворсовых переплетений с равномерным расположением мест закрепления длинных уточных настилов. На рисунке 1 представлено переплетение ткани в продольную полосу.

Предложенное переплетение относится к крупноузорчатым, поскольку в раппорте переплетения по основе – 107 нитей. Это число связано с конкретной заправкой ткацкого станка СТБ-2-175 с жаккардовой машиной Z-344. Схема заправки

жаккардовой машины – рядовая трехчастная, в каждой части 1070 нитей, разработанные рисунки переплетения повторяются 30 раз по ширине заправки станка, 10 раз – в каждой части. В таблице 1 представлены основные параметры заправочного расчета костюмной ткани.

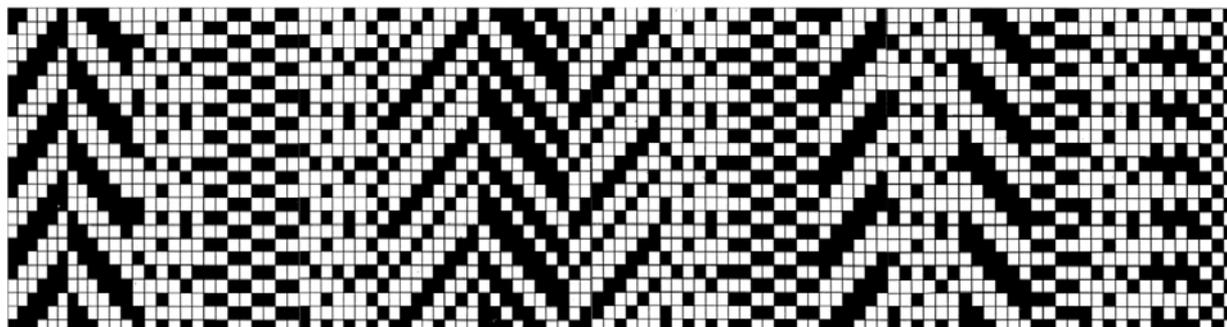


Рисунок 1 – Переплетение ткани в продольную полосу

Таблица 1 – Заправочный расчёт костюмных тканей

Наименование показателя	Значения
Ширина готовой ткани, см	150
Плотность ткани, нит./10 см:	
основа	276
уток	188
Ширина заправки по берду, см	170,8
Количество зубьев:	
фон	1428
кромка	24
всего	1452
Количество нитей:	
фон	4284
кромка	48
всего	4332
Линейная плотность, текс:	
основа	50
уток	50

Несмотря на то, что в рисунке переплетения ткани имеются нити основы, на которых располагаются только длинные настилы, и нити основы с короткими перекрытиями, провисания нитей основы на станке не наблюдалось, обрывность была в пределах нормы. Это обстоятельство объясняется равномерным распределением по рисунку переплетения нитей с длинными настилами и короткими перекрытиями. В условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» была наработана опытная партия ткани в количестве 300 п. метров. Испытания физико-механических свойств проводились на поверенном оборудовании, результаты которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические испытания готовых тканей

Наименование показателей	СТБ 1139-99	Разработанная ткань
Вид отделки		Беление+крашение
Ширина, см		149,7
Число нитей на 10 см:		
основа		293
уток		179
Разрывная нагрузка, Н:	не менее	
основа	196	493
уток	196	305
Поверхностная плотность, г/м ²		237
Стойкость ткани к истиранию, тыс. цикл.	не менее 3,0	11
Раздвигаемость нитей в ткани, Н	не менее	
по основе	14,7	24,1
по утку	14,7	47,2
Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² с	не менее 60	179
Усадка ткани, %:		
основа		-1,8
уток		-2,5
Пиллинг, количество пиллей	не более 6	отсутствует

Из таблицы 2 видно, что разработанная костюмная ткань по своим физико-механическим свойствам соответствует СТБ 1139 – 99, а по некоторым из них: разрывная нагрузка по основе в 2,6 раза, по утку – в 1,5 раза; воздухопроницаемость в 2,85 раза превосходит аналогичные показатели.

Особые требования предъявляют швейные предприятия к таким показателям костюмных тканей, как раздвигаемость нитей и пиллинг. В разработанных тканях раздвигаемость нитей по основе в 1,6 раза, по утку – в 3,2 раза выше показателей, заложенных в СТБ 1139 – 99, пиллинг в костюмных тканях отсутствует.

Исследованиям в области строения тканей, полученных с использованием пряжи, в состав которой входит котонизированный лен, уделяется недостаточное внимание, поэтому в работе изучены основные параметры строения костюмных тканей. Экспериментальные исследования параметров строения готовых костюмных тканей проводились по методу срезов, сущность которого состоит в обработке фотографий срезов тканей. Для приготовления срезов образцы тканей, размер которых зависит от размеров раппортов переплетения по основе и утку, плотности нитей в ткани и линейной плотности нитей, пропитываются бесцветным клеем БФ-6. В нашем случае размер образцов составлял: по основе – 45 мм, по утку – 20 мм. Образцы высушивали в свободном состоянии в течение суток, после чего они срезались острой бритвой. Затем срезы помещали в специальный зажим, на одной из граней которого размещали поверенную линейку с ценой деления 1 мм. Чтобы получить изображение расположения нитей в ткани, зажим со срезом фотографировали цифровым фотоаппаратом с одинаковым во всех опытах расстоянием между фокусом прибора и срезом. Полученные изображения обрабатывали с помощью ЭВМ в графическом редакторе CorelDRAW 12.0. По фотографиям срезов произведены замеры: диаметров нитей основы и утка по горизонтали $d_{o,2}$, $d_{y,2}$ и вертикали $d_{o,6}$, $d_{y,6}$, высот волн изгибов обеих систем нитей h_o , h_y , фактических расстояний между центрами нитей основы l_{of} и утка l_{yf} в местах пересечения их нитями утка и основы в ткани. Поскольку нити основы и утка на участках ткани с длинными настилами и короткими перекрытиями деформируются по-разному, в работе производились

замеры горизонтальных и вертикальных размеров поперечных сечений нитей, на вышеуказанных участках отдельно. Доверительный объём испытаний для определения значений каждого параметра рассчитан по предварительным опытам. В каждом опыте определялись средние значения параметров строения ткани по десяти замерам. Количество опытов равно 10, то есть количество замеров по каждому параметру равно 100.

Поскольку количество нитей с длинными настилами и короткими перекрытиями различно, в рисунке переплетения подсчитывалось процентное содержание каждого вида нитей в раппорте переплетений по основе и утку. Исходя из этого рассчитывались средние значения диаметров.

В качестве примера приведена формула для расчета среднего диаметра нитей основы по горизонтали $d_{cp.o.z.}$:

$$d_{cp.o.z.} = d_{o.z.k.} \cdot n_1 + d_{o.z.dl} \cdot n_2 \quad (1)$$

Где $d_{o.z.k.}$, $d_{o.z.dl}$ – диаметры нитей основы в коротких перекрытиях и в длинных настилах в рисунке переплетения, соответственно;

n_1 , n_2 – доли нитей основы в раппорте переплетения по основе с короткими перекрытиями и длинными настилами, соответственно.

Для определения коэффициентов деформации нитей основы и утка по горизонтали и вертикали необходимо знать диаметры нитей основы и утка до ткачества, имеющие круглое сечение, определяемые по формуле Ашенхерста (2):

$$d_{on} = d_{yn} = 0,1 \cdot C \cdot \sqrt{0,1 \cdot T} \quad (2)$$

где d_{on} , d_{yn} – диаметр нитей основы и утка до ткачества, соответственно, мм;

C – коэффициент, характеризующий сырьевой состав нити;

T – линейная плотность нити, текс.

Коэффициент C , который зависит от состава волокнистого материала, структуры нити и способа ее получения, в нашем случае подсчитывается с учетом процентного содержания хлопка и котонизированного льна.

С использованием диаметра нитей на паковке и фактических размеров их в ткани рассчитаны коэффициенты смятия τ для нитей основы и утка на участках нитей с короткими перекрытиями и длинными настилами по горизонтали, вертикали и как средние по формулам:

$$\tau_{o.cp.z.} = \tau_{o.z.k.} \cdot n_1 + \tau_{o.z.dl} \cdot n_2 \quad (3)$$

$$\tau_{o.cp.e.} = \tau_{o.e.k.} \cdot n_1 + \tau_{o.e.dl} \cdot n_2 \quad (4)$$

$$\tau_{y.cp.z.} = \tau_{y.z.k.} \cdot n'_1 + \tau_{y.z.dl} \cdot n'_2 \quad (5)$$

$$\tau_{y.cp.e.} = \tau_{y.e.k.} \cdot n'_1 + \tau_{y.e.dl} \cdot n'_2 \quad (6)$$

где n'_1 , n'_2 – доли нитей утка в раппорте переплетения по утку с короткими перекрытиями и длинными настилами, соответственно.

В таблице 3 представлены диаметры и коэффициенты смятия нитей в ткани.

Таблица 3 – Диаметры и коэффициенты смятия нитей в ткани

Наименование показателя	Участки с короткими перекрытиями	Участки с длинными настилами	Средние значения
$d_{o.z}$, мм	0,214	0,281	0,267
$d_{o.b}$, мм	0,214	0,271	0,259
$\tau_{o.z}$	0,77	1,01	0,96
$\tau_{o.b}$	0,77	0,98	0,94
$d_{y.z}$, мм	0,218	0,284	0,265
$d_{y.b}$, мм	0,214	0,271	0,231
$\tau_{y.z}$	0,79	1,01	0,96
$\tau_{y.b}$	0,77	0,98	0,83

Из таблицы 3 видно, что нити основы и утка на участках ткани с короткими перекрытиями деформируются в большей степени, чем на участках с длинными настилами, на что указывает величина коэффициента смятия нитей в ткани. Кроме того, нити основы в ткани, независимо от характера перекрытий, сохраняют форму поперечного сечения, близкую к кругу, в то время как нити утка приобретают форму поперечного сечения, близкую к эллипсу. Сумма коэффициентов смятия в исследуемых тканях не равна двум, на что, очевидно, оказало влияние присутствие в пряже котонизированного льна.

Значения высот волн изгиба, замеренных по фотографиям, указывают на то, что ткань находится в порядке фазы строения, близкой к пятому: $h_o = 0,251$ (мм), $h_y = 0,245$ (мм).

Известно, что одним из основных параметров строения тканей, влияющих на расход сырья, и определяющих поверхностную плотность ткани, является уработка основных и уточных нитей, уработка определялась по методу замера нитей, вынутых из ткани, и ее средние значения равны: по основе $a_o = 2,8$ %, по утку $a_y = 7,5$ % [1].

С использованием значений параметров строения тканей, найденных экспериментально, были рассчитаны геометрические плотности по основе l_o и по утку l_y , максимальные плотности по основа $P_{o(max)}$ и $P_{y(max)}$, коэффициенты наполнения ткани волокнистым материалом: по основе КНО, равен 0,998, по утку КНУ, – 0,604.

На основании данных, полученных в работе, была спроектирована костюмная ткань по заданной поверхностной плотности 235 г/м², расчетное значение поверхностной плотности составило 244 г/м² т. е. ошибка находится в пределах четырех процентов.

Кроме переплетения, показанного на рисунке 1, костюмные ткани вырабатывались другими переплетениями в продольную полоску различной ширины. На рисунке 2 представлены образцы разработанных костюмных тканей различных видов переплетений (а – в).

Разработанные костюмные ткани были переданы на швейные предприятия концерна «Беллепром»: ОАО «Жлобинская швейная фабрика», ЗАО «Вяснянка» (г. Могилев), ОАО «Барановичская швейная фабрика», от которых даны положительные отзывы. От ОАО «Славянка» (г. Бобруйск) получена заявка на изготовление 2 тыс. п. метров костюмной ткани.

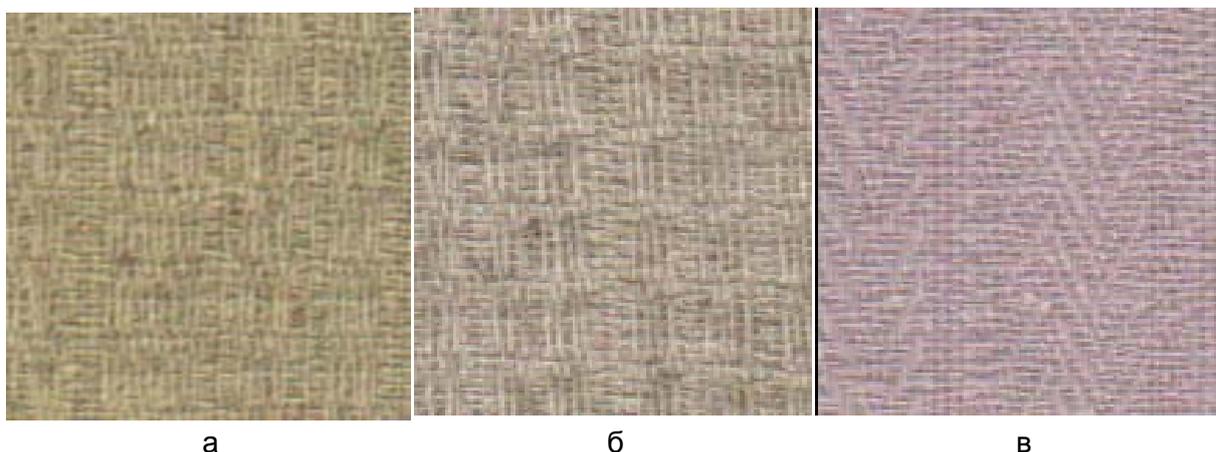


Рисунок 2 – Образцы разработанных костюмных тканей (а – в)

Таким образом, для проектирования ткани из котонизированной пряжи по заданной поверхностной плотности рекомендуется использовать следующие коэффициенты: $\tau_{ср.оз} = 0,96$, $\tau_{ср.ов} = 0,94$, $\tau_{ср.уз} = 0,96$, $\tau_{ср.ув} = 0,83$, КНО = 0,998, по утку КНУ = 0,604. В работе получена костюмная ткань с использованием в основе и утке двухкомпонентной пряжи линейной плотности 50 текс, содержащей 50 % хлопка и 50 % котонизированного льна. Для художественного оформления данной ткани разработаны комбинированные переплетения в продольную полосу, что позволило расширить ассортимент полульняных костюмных тканей.

Список использованных источников

1. Мартынова, А. А. Структура и проектирование тканей / А. А. Мартынова, Г. Л. Слостина, Н. А. Власова. – Москва : РИО МГТА, 1999. – 434 с.

Статья поступила в редакцию 02.04.2012

SUMMARY

The problem of designing a costume fabric was solved in this work. In the warp and weft of the fabric a two-component yarn, containing 50 % cotton and 50 % cotton-flax, obtained at the РУПТП "Orshansky flax factory " was used. The new kind of interweaving was developed, the pattern motive for interweaving is a line that does not lose its relevance. In the developed fabric the quality and art-coloristic design was improved, which allowed to expand the assortment of costume fabrics.

УДК 685.34.03:685.34.072

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДОШВ ИЗ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ

К.Г. Коновалов, М.И. Долган

Недостатки обувных резин — многокомпонентность состава и большое число подготовительных операций резинового производства, низкая эластичность и морозостойкость ПВХ привели к разработке принципиально новых материалов для низа обуви — термоэластопластов (ТЭП), или, как их иногда называют, термопластичных резин. ТЭП сочетают в себе эластические свойства каучуков (способность к высокоэластическим деформациям и высокая морозостойкость) и термопластические свойства термопластов (высокая текучесть в расплавленном состоянии и способность перерабатываться литьевым способом).

Уникальные физико-механические свойства ТЭП обусловлены их строением. ТЭП представляют собой блок-полимеры дивинилстирольные (ДСТ) или изопренстирольные (ИСТ). Макромолекулы ТЭП состоят из химически связанных несовместимых эластичных полибутадиеновых и жестких полистирольных блоков. Присутствие в молекуле блок-сополимера жесткого и эластичного блоков еще недостаточно для проявления ими свойств термоэластопластов. Блок-сополимеры, молекулы которых можно изобразить в виде Б—А—Б или А—Б, не обладают свойствами ТЭП. Лишь полимеры, содержащие на концах макромолекул два жестких блока А, а между ними высокоэластический блок Б (А—Б—А), обладают свойствами ТЭП.

В состав подошвенных композитов на основе ТЭП входят термоэластопласты (на основе дивинилстирольного каучука), наполнители (мел, каолин, полистирол) для снижения стоимости изделий, мягчители (масло) для улучшения литьевых свойств (текучести расплава), стабилизаторы, порообразователи и красители.

Также в их состав можно вводить изопренстирольные блок-сополимеры или дивинилметилстирольные. Изопренстирольные ТЭП при высоких и пониженных температурах подвергаются большей деструкции, чем дивинилстирольные. Дивинилметилстирольные ТЭП более температуростойки.

Термоэластопласты хорошо совмещаются с пластифицированным ПВХ, полиэтиленом, севиленом (сополимером этилена с винилацетатом ЭВА) в гранулированном виде.

ТЭП отличаются высокой морозостойкостью, их модуль упругости не изменяется в широком интервале температур и фактически близок к модулю упругости лучших бутадиеновых резин. По показателям истираемости ТЭП значительно превосходят многие термопласты и некоторые резины. Существенным недостатком ТЭП является сравнительно небольшая термостойкость. При температуре 50—70 °С прочностные характеристики ТЭП могут снижаться, и при постоянном напряжении начинает проявляться текучесть. Подошвы на основе ТЭП обладают высоким коэффициентом трения по асфальту, мокрым дорогам и снегу, что снижает травматизм в зимнее время. С уменьшением твердости ТЭП коэффициент трения увеличивается.

Важной особенностью ТЭП является возможность многократной переработки, что позволяет организовать безотходное производство. Использование изношенного низа обуви в качестве вторичного сырья экономит природные ресурсы [1,2].

Одним из предприятий Республики Беларусь, занимающихся производством деталей низа обуви, является ООО «Пластан». Основную часть ассортимента данного предприятия составляют подошвы из термоэластопластов. Для литья низа на основе ТЭП на ООО «Пластан» применяют литьевые машины «Industrial service mini 2E» и «Crom 16».

Температуру литья подошвенных композитов на основе ТЭП устанавливает лаборатория ООО «Пластан» в зависимости от реологических и термомеханических свойств композиций различных марок и составов. Ориентировочно температура переработки композиций ТЭП 150—170 °С, а время выстоя составляет 100—120 с. При температуре ниже 150 °С может происходить интенсивная механо-химическая деструкция ТЭП и ориентация макромолекул в направлении приложенных напряжений, что приводит к анизотропии свойств готовых изделий (неодинаковость свойств вдоль и поперек подошвы), что в свою очередь вызывает усадку подошв. Для уменьшения ориентации макромолекул литье под давлением необходимо проводить при более высоких температурах, и расплав впрыскивать в теплую форму (40 — 60 °С).

Исходя из представленного выше описания параметров технологического процесса производства подошв из ТЭП интересным представляется вопрос изучения физико-механических свойств деталей низа обуви из этого материала, выпускаемых на ООО «Пластан». В качестве объекта исследования выступают шесть типов подошв из термоэластопласта с одинаковым рисунком на ходовой поверхности, изготовленные из однотипного сырья различных производителей. Данный тип подошв

применяется при производстве рабочей обуви и обуви специального назначения, и являются стабильными в ассортиментном перечне продукции предприятия. Внешний вид исследуемых образцов деталей низа обуви представлен на рисунке 1 и он не изменялся в течение года, т. е. литье подошв осуществлялось в одни и те же пресс-формы и на одном и том же оборудовании.



Рисунок 1 – Внешний вид исследуемой подошвы с ходовой поверхности

На ООО «Пластан» в течение 2011 года производился массовый выпуск подошв из ТЭП для рабочей обуви. С периодичностью 1,5 – 2 месяца в лаборатории УО «Витебский государственный технологический университет» производился контроль их качества. Целью производимых исследований было определение соответствия продукции требованиям ТНПА, а также определение поставщика гранулята по комплексу физико-механических свойств, который был бы наиболее приемлем для данного предприятия.

Исходя из того, что в настоящий момент отсутствуют ТНПА, позволяющие оценивать свойства подошв из термоэластопластов, в качестве нормативной базы для анализа физико-механических показателей принято решение применить ГОСТ 7926 – 75 «Резина для низа обуви. Методы испытаний». Данный выбор объясняется близостью данных материалов: обувной резины и ТЭП, по ряду физико-механических показателей. Настоящий стандарт устанавливает методы испытаний подошвенных пластин и деталей (подошв, каблуков, набоек, фликов и др.) и предусматривает визуальный контроль внешнего вида путем сравнения с эталоном, а также проверку линейных размеров деталей низа обуви. Проверка линейных размеров осуществляется измерительными инструментами, обеспечивающими точность измерений, предусмотренную ТНПА на детали низа обуви. Также данный стандарт определяет перечень физико-механических показателей, характеризующих эксплуатационные свойства подошв, и методы проведения испытаний. Согласно этому ТНПА можно выделить следующие показатели [3]:

- плотность;
- условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, относительная остаточная деформация после разрыва;
- твердость;
- сопротивление прорыву;
- сопротивление вырыванию шпильки;
- сопротивление истиранию при скольжении;
- прочность склейки материала с тканью;
- сопротивление многократному изгибу.

Плотность деталей для низа обуви определяли методом вытеснения жидкости по ГОСТ 7926 – 75. Сущность метода заключается в измерении объема воды, вытесненного при погружении образца или детали низа обуви. Затем определяют массу изделия взвешиванием на весах и вычисляют плотность материала в г/см^3 [3].

Определение упругопрочностных свойств образцов из ТЭП при растяжении проводили по ГОСТ 270 – 75 «Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении». Сущность метода заключается в растяжении образцов с постоянной скоростью до разрыва и измерении силы при заданных удлинениях и в момент разрыва, а также удлинения образца в момент разрыва. В качестве показателей свойств термоэластопластов при растяжении определяли условную прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве и относительную остаточную деформацию после разрыва [4].

При определении упругопрочностных свойств материалов была выбрана машина испытательная ИП 5158-5, которая удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым для определения механических свойств различных материалов низа обуви. Особенностью машины испытательной ИП 5158-5 является наличие тензометрического датчика измерения силы, а также возможность выдачи информации о результатах испытаний на дисплей.

Принцип работы машины заключается в создании нагружающего усилия на образец и регистрации нагрузки, вызывающей разрушение образца. После разрушения исследуемого образца материала подвижная траверса автоматически или по команде оператора возвращается в исходное положение. Машина обеспечивает следующие режимы испытания:

- нагружение до разрушения образца;
- нагружение до заданного перемещения;
- нагружение до заданной нагрузки.

Неоспоримым преимуществом ИП 5158 – 5 является наличие микропроцессорного блока или пульта оператора ПО-4, предназначенного для управления испытательной установкой, а также обеспечение приёма и преобразования информации в цифровую форму от силоизмерителя, растрового датчика перемещения траверсы и конечных выключателей и осуществляет контроль этих параметров. Блок микропроцессорный обеспечивает проведение и регистрацию диаграммы результатов испытания по определению прочностных характеристик образцов при растяжении, а также позволяет производить наблюдение за процессом испытания на растяжение до момента достижения заданного параметра (нагрузки или деформации) по диаграммам в координатах «нагрузка – перемещение», «нагрузка – время», «перемещение – время».

Твердость подошв из ТЭП определяли по ГОСТ 263 – 75 «Резина. Метод определения твердости по Шору А» на ходовой поверхности. Сущность метода заключается в измерении сопротивления материала погружению в него индентора [5].

Оценку истираемости ходовой поверхности подошвы проводили в соответствии с ГОСТ 426 – 77 «Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении». Сущность испытания заключается в истирании образцов, прижатых к абразивной поверхности вращающегося с постоянной скоростью диска, при постоянной нормальной силе в 20 Н и определении показателей сопротивления истиранию в Дж/мм³ [6].

Определение прочности склейки образца из ТЭП с тканью проводили по ГОСТ 6768 – 75 «Резина и прорезиненная ткань. Метод определения прочности связи между слоями при расслоении» на образцах, подготовленных по ГОСТ 7926 – 75 «Резина для низа обуви. Методы испытаний». Сущность метода заключается в расслоении склеенного образца и определении силы, необходимой для отделения двух склеенных материалов друг от друга. В качестве показателя прочности склейки образца с тканью выступает сила, затраченная на разрыв слоя шириной 1 метр, который должен быть не менее 0,24 Н/м [7].

Определение сопротивления многократному изгибу проводили в соответствии с ГОСТ 422 – 75 «Резина для низа обуви. Метод испытаний на многократный изгиб». Сущность метода заключается в определении сопротивления разрастанию трещины

в образце с проколом при его изгибе, чередующимся с принудительным выпрямлением, нормируемое число изгибов составляет 15 000 циклов, а трещина в точке прокола не должна превышать 6 мм [8].

В таблице представлены результаты анализа эксплуатационных характеристик подошв, изготовленных из термоэластопластов, применяемых при производстве рабочей обуви и обуви специального назначения, нормируемое значение данного показателя по ТУ ООО «Пластан», а также значение комплексного показателя качества. Объем выборки был в пределах 4 – 6 пар подошв на 1 испытание. Для расчета комплексного показателя качества использовалась методика, предложенная М.В. Федоровым [9].

Таблица – Физико-механические показатели исследуемых подошв

Наименование показателя	Нормируемое значение по ТУ ООО «Пластан»	№ образца					
		1	2	3	4	5	6
Плотность, г/см ³	не более 1,3	0,99	0,93	0,9	0,86	0,8	0,99
Условная прочность при растяжении, МПа	не менее 4,05	2,48	3,45	3,37	3,35	4,50	3,44
Относительное удлинение при разрыве, %	не менее 170	80	116	175	286	253	146
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	не более 20	3	4	4	3	3	5
Твердость, ус. ед.	70 – 80	58	63	65	64	59	74
Сопротивление истиранию при скольжении, Дж/мм ³	не менее 2,5	2,7	2,6	3,1	4,1	2,8	1,8
Прочность склейки материала с тканью, Н/м	не менее 0,24	0,25	0,28	0,26	0,26	0,25	0,25
Сопротивление многократному изгибу, тыс. циклов без трещин более 6 мм	Не менее 15 000 циклов без трещин более 6 мм	30	30	15, трещ. 8 мм	30	30	30
Комплексный показатель качества	–	14,6	13,4	12,6	16,7	16,4	11,9

Из таблицы следует, что значения физико-механических показателей всех подошв из термоэластопластов, представленных для испытаний, существенно отличаются. Во многом это обусловлено тем, что при изготовлении композиций используют сырье различных поставщиков, с неизвестным составом ингредиентов.

Так, плотность исследуемых подошв варьируется в пределах от 0,8 до 0,99 г/см³, что можно связать с различием параметров настройки технологического

оборудования при изготовлении подошв, а также различным содержанием порообразователей и наполнителей.

Образцы подошв под номерами 1 – 5 имеют невысокую твердость, которая изменяется в диапазоне от 58 до 65 ус. ед., а образец под номером 6 имеет твердость 74 ус. ед. Данный факт может быть обусловлен большим, по сравнению с другими образцами, содержанием эмульсионного полистирола. Содержание данного компонента также изменяет и жесткость подошвы, что видно из таблицы: образец № 3 с твердостью 65 ус. ед. не выдержал испытание на многократный изгиб, размер трещины по проколу превысил нормативное значение в 6 мм и составил 8 мм.

Прочность склейки материала с тканью для всех испытаний соответствует требованиям ТНПА на данный вид испытаний, т. е. превышает 0,24 Н/м.

Износостойкость представленных подошв характеризуется сопротивлением истиранию при скольжении. Для данных образцов он варьируется в широком диапазоне значений от 1,76 до 4,1 Дж/мм³. Для подошв из ТЭП данный показатель должен быть не менее 2,5 Дж/мм³. Исходя из этого, только образец под номером 6 не соответствует нормативному значению.

На рисунке 2 представлены графики зависимости удлинения образцов от приложенной нагрузки.

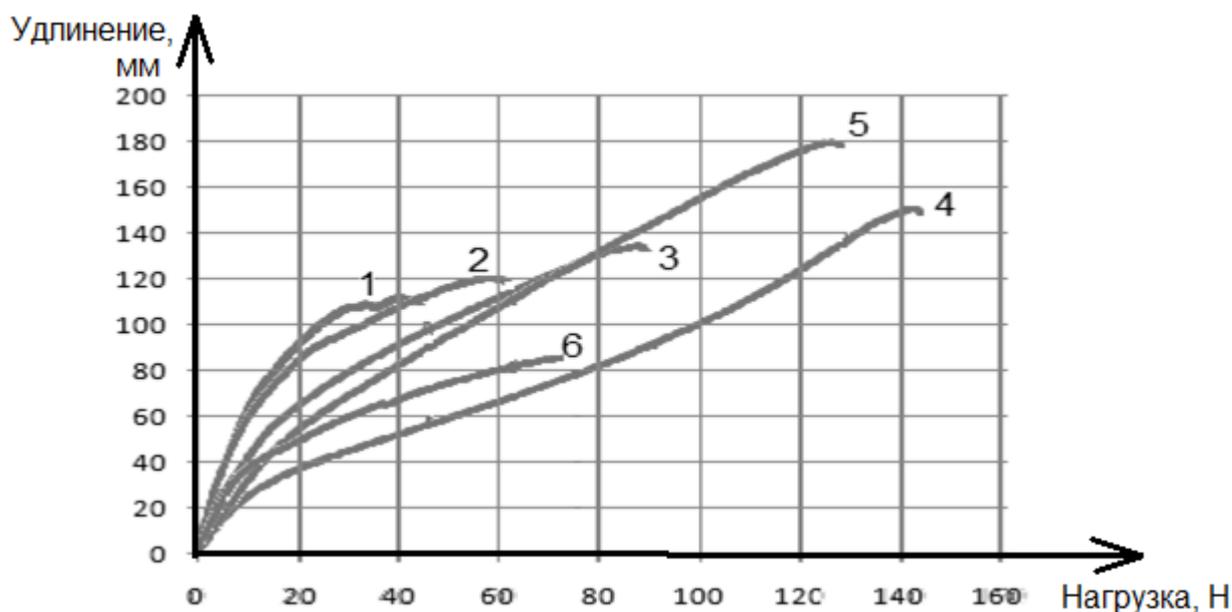


Рисунок 2 – Кривые растяжения образцов

Из таблицы и рисунка 2 видно, что все представленные образцы подошв обладают упругопрочностными свойствами, которые варьируются в широком диапазоне. На рисунке 2 видно, что все образцы, кроме образца № 4, имеют схожие плавно нарастающие разрывные характеристики, а характеристика образца № 4 имеет перегибы в двух точках.

Также из таблицы можно увидеть, что в своем большинстве исследованные материалы отвечают требованиям ТУ, действующим на ООО «Пластан» по таким характеристикам, как сопротивление истиранию, сопротивление многократному изгибу, плотность и прочность склейки материала с тканью. Но по своим упругопрочностным свойствам и твердости они не соответствуют требованиям, предъявляемым к резинам.

Из приведенного выше анализа видно, что представленные для исследования подошвы, изготовленные из термоэластопластов на одном и том же оборудовании, при практически неизменных параметрах процесса литья, но из различного сырья,

обладают отличающимися друг от друга физико-механическими, а как следствие, и эксплуатационными свойствами.

Для оценки качества представленных образцов был рассчитан комплексный показатель. Данный показатель позволяет сравнить значения показателей качества оцениваемой продукции с нормируемыми значениями соответствующих показателей. На основании полученных результатов следует, что образцы под номерами 4 и 5 обладают высокими эксплуатационными характеристиками. Таким образом, руководству ООО «Пластан» можно рекомендовать использовать в своем производстве сырье, которое было использовано при изготовлении образцов 4 и 5. В связи с тем, что комплексные показатели качества этих двух материалов довольно близки друг к другу, при дальнейшем выборе поставщика следует руководствоваться ценой предлагаемого гранулята.

Список использованных источников

1. Карабанов, П. С. Полимерные материалы для деталей низа обуви : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Технология, конструирование изделий и материалы легкой промышленности» / П. С. Карабанов, А. П. Жихарев, В. С. Белгородский. – Москва : КолосС, 2008. – 167 с.
2. Магомедов, Ш. Ш. Товароведение и экспертиза обуви : учебник / Ш. Ш. Магомедов. – Москва : Дашков и Ко, 2004. – 381 с.
3. Резина для низа обуви. Методы испытаний : ГОСТ 7926 – 75. – введ. 01 – 07 – 76. – Москва : Изд-во стандартов, 1976. – 8 с.
4. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении : ГОСТ 270 – 75. – введ. 01 – 01 – 78. – Москва : Изд-во стандартов, 1978. – 11 с.
5. Резина. Метод определения твердости по Шору А : ГОСТ 263 – 75. – введ. 01 – 01 – 76. – Москва : Изд-во стандартов, 1976. – 7 с.
6. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении : ГОСТ 426 – 77 – Введ. 01 – 01 – 78. – Москва : Изд-во стандартов, 1978. – 8 с.
7. Резина и прорезиненная ткань. Метод определения прочности связи между слоями при расслоении : ГОСТ 6768 – 75 – Введ. 01 – 07 – 76. – Москва : Изд-во стандартов, 1976. – 9 с.
8. Резина для низа обуви. Метод испытаний на многократный изгиб : ГОСТ 422 – 75. – введ. 01 – 01 – 77. – Москва : Изд-во стандартов, 1977. – 7 с.
9. Экспертиза качества товаров / М. В. Федоров [и др.]. – Москва : Экономика, 1984. – 204 с.

Статья поступила в редакцию 02.04.2012

SUMMARY

The properties of materials and parts for the bottom of shoes from thermoplastic elastomers are considered in this article. The authors present a description of existing methodologies for assessing the physical and mechanical characteristics of the TIC soles. The research the operational properties of the soles for special and work shoes produced by LLC "Plastan" is done. The analysis of experiment results is fulfilled.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ НА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

П.А. Костин, Ю.А. Завацкий, А.Г. Коган, Р.В. Киселев

Производство комбинированной электропроводящей пряжи является одним из наиболее интенсивно развивающихся современных производств текстильных материалов. Кафедрой ПНХВ УО «ВГТУ» в условиях РУП «БПХО» г. Барановичи разработана новая технология получения комбинированной электропроводящей пряжи по кардной системе прядения хлопка с применением модернизированной пневмомеханической прядильной машины ППМ-120МС с полым ротором, где в качестве сырья используется хлопковое или арселоновое волокно и медная микропроволока. На машине дополнительно установлены датчики контроля обрыва медной микропроволоки и питающие валики, которые служат для подачи и изменения скорости питания медной микропроволоки в зону формирования.

Сущность предложенного способа формирования комбинированной электропроводящей пряжи состоит в том, что в рабочую зону прядильной камеры 4 вместе с дискретным потоком волокон 3 с двухфланцевой катушки 8 при помощи дополнительно установленного узла питания (питающие валики) 7 подается с постоянной скоростью медная микропроволока 6, которая обкручивает формируемую в камере пряжу 5. Медная микропроволока поступает в зону формирования со скоростью, превышающей скорость оттяжки готовой пряжи на 1,5 – 3 %. Полученная комбинированная электропроводящая пряжа 2 выводится из камеры и наматывается на бобину 1 (рисунок 1).

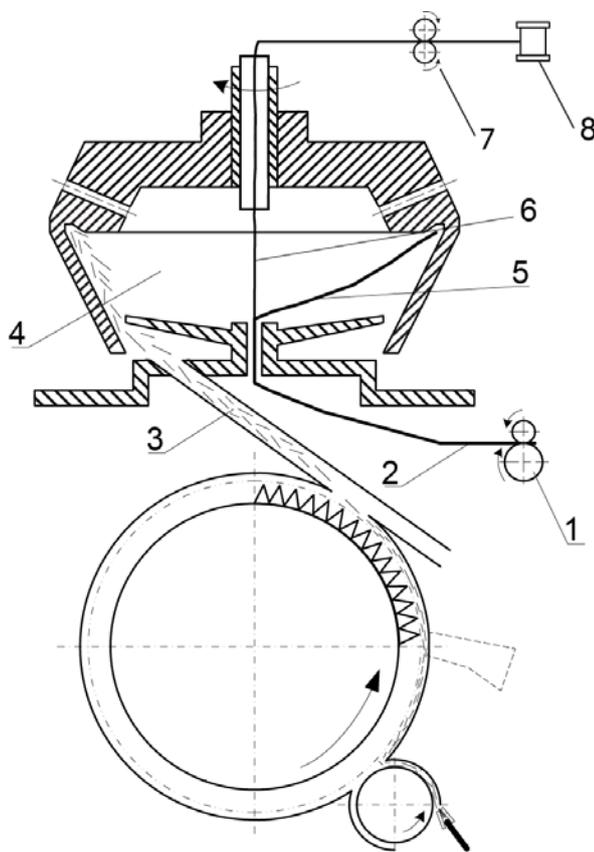


Рисунок 1 – Технологическая схема модернизированной прядильной машины ППМ-120МС

Колебание натяжения пряжи в процессе формирования на пневмомеханических прядильных машинах является основной проблемой при большой частоте вращения ротора, так как оно может привести к снижению качества вырабатываемой пряжи, увеличивая такие показатели, как неровноту по линейной плотности, обрывность и уменьшая разрывное удлинение и разрывную нагрузку пряжи.

Величина натяжения волокнистой ленточки и медной микропроволоки, а затем пряжи создается силами, обусловленными вращательным движением камеры и продольным движением пряжи при оттяжке ее из камеры [1].

Целью данного исследования является получение теоретической модели для прогнозирования натяжения комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности при её формировании, учитывающей технологические особенности процесса её производства. Теоретическая модель позволит прогнозировать оптимальные режимы работы оборудования (частоту вращения прядильной камеры и крутку).

Расчёт натяжения проводился с учетом того, что комбинированная электропроводящая пряжа, состоящая из волокон и медной микропроволоки, при формировании имеет участки с разной линейной плотностью, обусловленные особенностями её получения. В связи с этим необходимо учитывать движение волокнистой составляющей до соединения с медной микропроволокой.

Натяжение комбинированной пряжи и ее форма зависят от совокупности внешних воздействующих факторов. На малый участок комбинированной пряжи длиной d_r между точками А и В (рисунок 2 а) действуют следующие силы: сила тяжести G (на рисунке не показана); центробежная сила F_c ; сила Кориолиса F_c ; аэродинамическая сила F_a . Обозначим T_m – линейная плотность мычки; $T_{к.н.}$ – линейная плотность комбинированной пряжи; $T_{м.н.}$ – линейная плотность микропроволоки; F_H – сила натяжения.

Направление действия аэродинамической силы совпадает с направлением скорости воздушного потока относительно малого отрезка АВ.

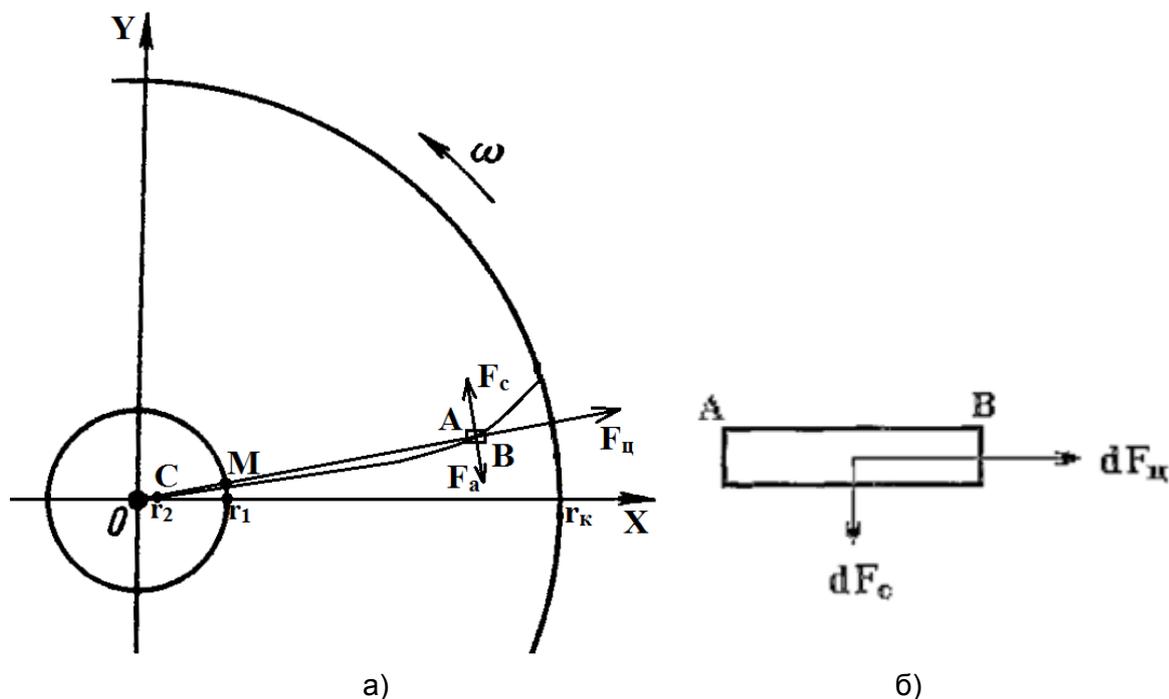


Рисунок 2 – Положение баллона комбинированной пряжи в прядильной камере

Учет всех сил, действующих на комбинированную пряжу в камере, позволяет решить задачу о натяжении комбинированной пряжи, а также вычислить геометрические параметры контура, по которому происходит движение

комбинированной пряжи. Для решения поставленной задачи не учитывалась сила тяжести, сила Кориолиса и аэродинамическая сила. Наиболее существенное и значимое влияние на натяжение комбинированной пряжи оказывает в данном случае центробежная сила [2].

Далее будем решать задачу относительно натяжения комбинированной пряжи в камере пневмомеханического прядильного устройства при условии, что действует только центробежная сила. Центробежная сила действует так, что ось волокнистой составляющей будет направлена по радиусу.

Будем считать, что линейная плотность комбинированной пряжи зависит от радиальной координаты r текущей точки на контуре комбинированной пряжи: $T_{к.п.} = T_{к.п.}(r)$. Центробежная сила, действующая на элемент dr комбинированной пряжи линейной плотностью $T_{к.п.}(r)$ (рисунок 2 б):

$$dF_u = T_{к.п.}(r) \omega^2 r dr, \quad (1)$$

где $\omega = \pi n_k / 30 + v_{вып} / r_k$ – угловая скорость вращения прядильного ротора; n_k – частота вращения крутильного органа, мин⁻¹; r_k – радиус камеры, мм; $v_{вып}$ – скорость движения комбинированной пряжи по контуру камеры, м/мин.

Отметим, что сила натяжения равна по величине центробежной силе, но противоположна ей по направлению:

$$dF_n = -dF_u \quad (2)$$

и, следовательно:

$$dF_n = T_{к.п.}(r) \omega^2 r dr, \quad (3)$$

Обозначим через $F_{n(r_k)}$ – натяжение в точке съема при $r = r_k$. Общая формула для натяжения при $T_{к.п.} = T_{const} = const$ имеет вид:

$$F_n(r_k) - F_n(r) = -0,5 T_{const} \omega^2 (r_k^2 - r^2), \quad (4)$$

а при переменной линейной плотности:

$$F_n(r_k) - F_n(r) = -\omega^2 \int_r^{r_k} T(r) r dr. \quad (5)$$

На рисунке 3 представлена схема распределения линейной плотности комбинированной электропроводящей пряжи по контуру в камере при её формировании.

Формирование пряжи в камере можно разделить на два этапа: сначала происходит формирование волокнистой мычки из дискретного потока волокон от края камеры К до точки М, расположенной около центра камеры, где происходит соединение волокнистой мычки с поступающей из полого ротора медной микропровоолокой, которая обкручивает формируемую в камере пряжу. Линейная плотность от точки К до точки входа на поверхность воронки изменяется от минимального значения T_m при $r = r_k$ до максимального значения $T_{к.п.}$ при $r = r_2$. По схеме, представленной на рисунке 3, изменение линейной плотности комбинированной пряжи происходит при $r = r_1$, где происходит соединение волокнистой мычки с медной микропровоолокой. В точке r_2 комбинированная пряжа входит на поверхность воронки.

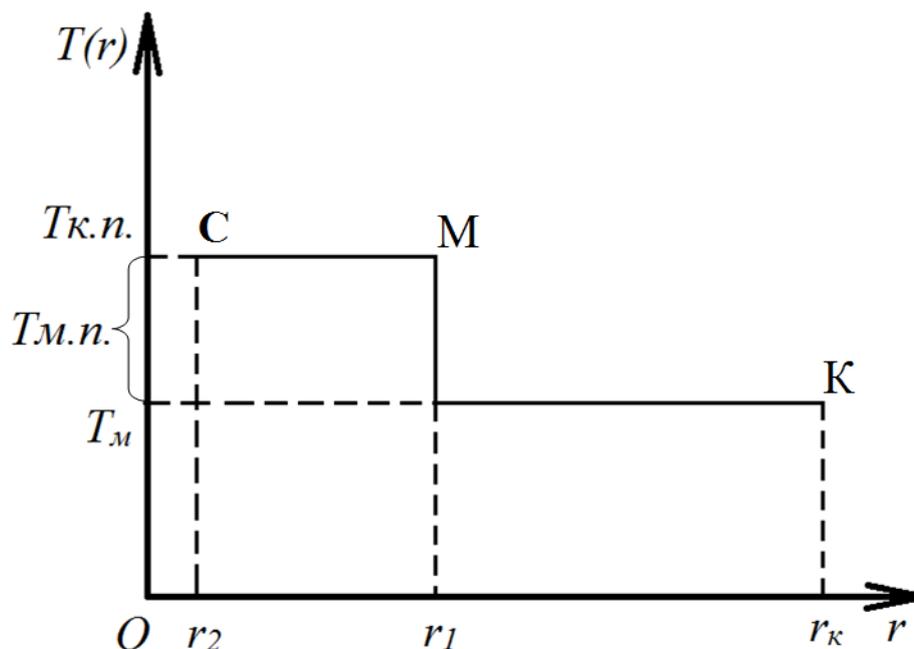


Рисунок 3 – Распределение линейной плотности комбинированной электропроводящей пряжи по контуру прядильной камеры

Следовательно, натяжение при $r = r_2$ можно найти из следующего соотношения:

$$F_n(r_k) - F_n(r_2) = -(T_{к.п.} \omega^2 \int_{r_2}^{r_1} r dr + T_m \omega^2 \int_{r_1}^{r_k} r dr). \quad (6)$$

Найдя соответствующие интегралы правой части (6), получим:

$$F_n(r_k) - F_n(r_2) = -\left[\frac{1}{2} T_{к.п.} \omega^2 (r_1^2 - r_2^2) + \frac{1}{2} T_m \omega^2 (r_k^2 - r_1^2)\right], \quad (7)$$

Следовательно:

$$F_n(r_2) = F_n(r_k) + \frac{1}{2} \omega^2 [T_{к.п.} (r_1^2 - r_2^2) + T_m (r_k^2 - r_1^2)]. \quad (8)$$

Линейная плотность медной микропроволоки выражается следующим образом:

$$T_{м.п.} = T_{к.п.} - T_m, \quad (9)$$

Тогда:

$$\begin{aligned} T_{к.п.} (r_1^2 - r_2^2) + (T_{к.п.} - T_{м.п.}) (r_k^2 - r_1^2) &= \\ &= T_{к.п.} (r_k^2 - r_2^2) - T_{м.п.} (r_k^2 - r_1^2). \end{aligned} \quad (10)$$

Следовательно:

$$F_n(r_2) = F_n(r_k) + \frac{1}{2} \omega^2 [T_{к.п.} (r_k^2 - r_2^2) - T_{м.п.} (r_k^2 - r_1^2)]. \quad (11)$$

Согласно [2], величина $F_H(r_K)$ составляет приблизительно $0,5k_p T_m \omega^2 r_K^2$, где $k_p = 0,07$ – безразмерный коэффициент.

С целью упрощения расчетов и наглядности графического материала введем некоторые относительные переменные:

$$r_{2*} = \frac{r_2}{r_K}; \quad r_{1*} = \frac{r_1}{r_K}; \quad \Delta T_{отн} = \frac{T_{м.п.}}{T_{к.п.}}.$$

Следовательно:

$$F_H(r_2) = F_H(r_K) + \frac{1}{2} \omega^2 r_K^2 T_{\min} [1 - r_{2*}^2 + \Delta T_{отн} (1 - r_{1*}^2)]. \quad (12)$$

Поскольку

$$T_m \neq T_{к.п.} \quad T_{м.п.} = T_{к.п.} + \Delta T_{отн} \quad (13)$$

то

$$F_H(r_K) = \frac{1}{2} k_p \omega^2 r_K^2 T_{к.п.} (1 - \Delta T_{отн}). \quad (14)$$

Подставляя (14) в (11), имеем:

$$\begin{aligned} F_H(r_2) &= \frac{1}{2} \omega^2 r_K^2 k_p T_{к.п.} (1 - \Delta T_{отн}) + \frac{1}{2} \omega^2 r_K^2 [(1 - r_{2*}^2) - \Delta T_{отн} (1 - r_{1*}^2)] = \\ &= \frac{1}{2} \omega^2 r_K^2 k_p T_{к.п.} \{ k_p (1 - \Delta T_{отн}) + [(1 - r_{2*}^2) - \Delta T_{отн} (1 - r_{1*}^2)] \}. \end{aligned} \quad (15)$$

Таким образом, полученное соотношение (15) позволяет вычислить натяжение комбинированной пряжи в точке $r = r_2$ в зависимости от относительных переменных r_{2*} , r_{1*} , и $\Delta T_{отн}$.

Согласно (8) натяжение комбинированной пряжи при $r = r_1$ определяется по формуле

$$\begin{aligned} F_H(r_1) &= \frac{1}{2} \omega^2 r_K^2 T_{к.п.} \{ k_p (1 - \Delta T_{отн}) + [(1 - r_{1*}^2) - \Delta T_{отн} (1 - r_{1*}^2)] \} = \\ &= \frac{1}{2} \omega^2 r_K^2 k_p T_{к.п.} [(1 - \Delta T_{отн}) (k_p + 1 - r_{1*}^2)]. \end{aligned} \quad (16)$$

Натяжение комбинированной пряжи в точке входа на поверхность воронки определяется формулой

$$F_H(r_B) = \frac{1}{2} \omega^2 r_K^2 T_{к.п.} [(1 - \Delta T_{отн}) (k_p + 1 - r_{B*}^2)], \quad (17)$$

где $r_{B*} = \frac{r_B}{r_K}$; r_B – радиус воронки, м.

Обозначим через $\varphi_{охв1}$ и $\varphi_{охв2}$ углы охвата нитью поверхности воронки, представленные на рисунке 4, а через $F_{вых}$ – силу натяжения комбинированной пряжи

на выходе из прядильного устройства с учетом сил трения, действующих на неё при движении через воронку и глазок. Тогда

$$F_{\text{вых}} = F_a + F_n(r_e) \exp(k[\varphi_{\text{охв}1} + \varphi_{\text{охв}2}]), \quad (18)$$

где F_a – аэродинамическая сила, действующая на комбинированную пряжу в полости стеклянной трубки пряжевыводного узла; k – коэффициент трения пряжи о поверхность выводной воронки.

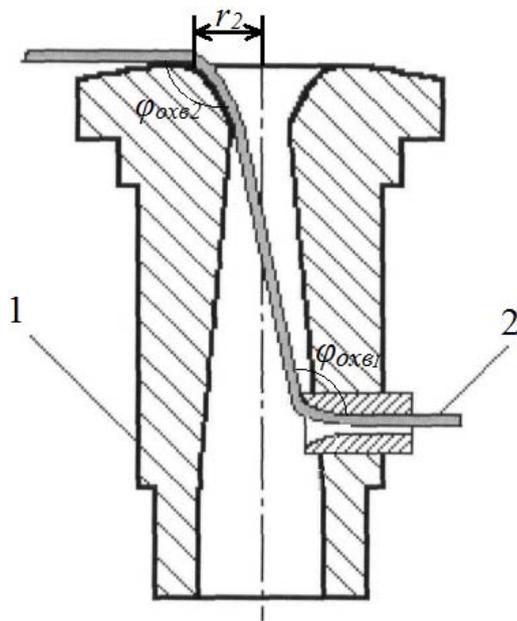


Рисунок 4 – Схема обхвата пряжей поверхностей воронки:
1 – воронка; 2 – комбинированная электропроводящая пряжа

В литературном источнике [2] сказано, что $F_a \ll F_n(r_e) \exp(k[\varphi_{\text{охв}1} + \varphi_{\text{охв}2}])$, следовательно, аэродинамическим сопротивлением, действующим на комбинированную пряжу в полости стеклянной трубки, можно пренебречь, тогда натяжение комбинированной пряжи на выходе из прядильного устройства вычисляется по следующей зависимости:

$$F_{\text{вых}} = \frac{1}{2T} \omega^2 r_k^2 T_{\text{к.н.}} \left[\left(1 - \frac{T_{\text{м.н.}}}{T_{\text{к.н.}}} \right) \left(k_p + 1 - \left(\frac{r_B}{K} \right)^2 \right) \right] \cdot \exp(k[\varphi_{\text{охв}1} + \varphi_{\text{охв}2}]). \quad (19)$$

Выражение (19) показывает, что натяжение пряжи прямо пропорционально линейной плотности формируемой пряжи, квадрату угловой скорости прядильной камеры и её радиусу. С увеличением коэффициента трения между пряжей и поверхностью воронки натяжение первой увеличивается, также оно зависит от угла обхвата пряжей поверхности воронки (углы $\varphi_{\text{охв}1}, \varphi_{\text{охв}2}$).

Для оценки величины натяжения ($F_{\text{вых}}$), действующего на пряжу в процессе формирования, необходимо построить графики изменения натяжения в зависимости от частоты вращения прядильной камеры. При $r_k = 0,0325$ м; $\varphi_{\text{охв}1} + \varphi_{\text{охв}2} \approx 180^\circ$; $k = 0,16$ и $r_e = 0,0015$ м для комбинированной электропроводящей арселонсодержащей и хлопкосодержащей пряжи графики изменения натяжения представлены на рисунке 5.

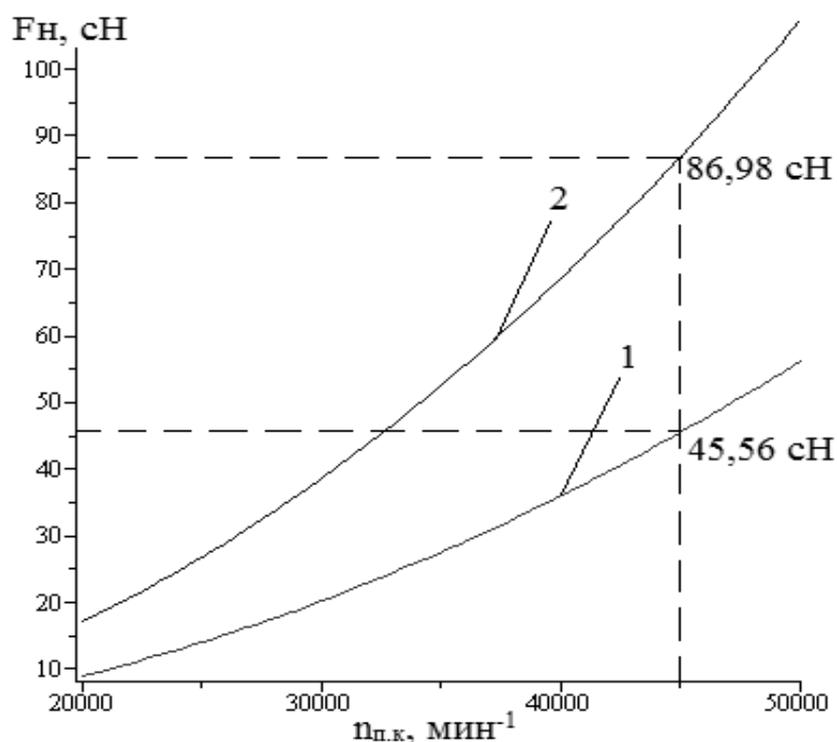


Рисунок 5 – Изменение натяжения в зависимости от частоты вращения прядильной камеры: 1 – комбинированная хлопкодержащая электропроводящая пряжа; 2 – комбинированная электропроводящая арселонсодержащая пряжа

В работе И. И. Мигушова [2] отмечено, что предельно допустимое натяжение, действующее на пряжу, в процессе формирования должно быть в 2 – 5 раз меньше абсолютной разрывной нагрузки пряжи.

Анализируя графики изменения натяжения (рисунок 5), можно сделать вывод, что при разрывных нагрузках комбинированной хлопкодержащей и арселонсодержащей электропроводящей образцов пряжи 336 и 516 сН целесообразно нарабатывать комбинированную электропроводящую пряжу при частоте вращения прядильных камер до 45000 мин⁻¹, что обеспечит минимальную обрывность в процессе её формирования. Следовательно, вырабатывать комбинированную электропроводящую пряжу средней линейной плотности пневмомеханическим способом формирования при частоте вращения прядильных камер свыше 45000 мин⁻¹ в производственных условиях нецелесообразно, ввиду значительной её обрывности.

Для стабильного формирования электропроводящей пряжи необходимо следить за состоянием пряжевыводящей воронки, в случае её износа производить своевременную замену, в противном случае возникает повышенная обрывность пряжи, обусловленная увеличением коэффициента трения между пряжей и поверхностью воронки.

ВЫВОД

Получена теоретическая модель для расчета натяжения комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности при её формировании, учитывающая технологические особенности процесса её производства и позволяющая прогнозировать оптимальные режимы работы оборудования (частоту вращения прядильной камеры и крутку).

Список использованных источников

1. Коган, А. Г. Технология и оборудование для производства ровницы и пряжи : учебное пособие / А. Г. Коган, Н. В. Скобова ; под ред. А. Г. Когана. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 240 с.

2. Мигушов, И. И. Механика текстильной нити и ткани : монография / И. И. Мигушов. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 160 с., ил.

Статья поступила в редакцию 14.10.2011

SUMMARY

The scientific article is devoted to the analysis and calculation of combined conductive yarn tension which has medium linear density and its components while forming on the modernized open end spinning frame with the hollow rotor. The analysis of main forces, influencing the forming yarn in the spinning device was conducted. The results of calculation of tension value, which affects the combined conductive yarn and its components while forming, were described. It was defined, that for stable forming of conductive yarn it is necessary to examine the status of surface of nozzle, and in the case of its wearing out it is required to make replacing in time; otherwise the increased yarn breaking can occur due to increasing friction between yarn and surface of nozzle.

УДК 677.017: [677.025.3 /.6: 61]

МЕТОД РАСЧЕТА ДАВЛЕНИЯ КОМПРЕССИОННОГО ТРИКОТАЖНОГО ИЗДЕЛИЯ

Н.Л. Надёжная, А.В. Чарковский

Компрессионный трикотаж является одним из эффективных функциональных средств как лечения, так и профилактики ряда заболеваний: варикозного расширения вен, последствий ожогов, послеоперационных и посттравматических отеков. Компрессионные трикотажные изделия медицинского назначения обладают повышенной упругостью и эластичностью. Изделие, надетое на конечность тела, представляет собой упруго деформированную оболочку, оказывающую давление на тело [1]. Лечебный эффект таких изделий регламентируется медицинскими требованиями, которые включают численные значения давления и закон его распределения вдоль участка тела. Поэтому определение фактической величины давления изделия на тело необходимо для оценки его соответствия медицинским требованиям и уточнения технологических параметров изделия. Непосредственное измерение давления изделия на участок тела затруднительно. В связи с этим актуальной задачей является развитие расчетных методов определения давления, основанных на теории упругих оболочек.

Давление, оказываемое изделием на тело, определяется формой и размерами тела, на которое надето изделие, размерами изделия в свободном состоянии, показателями, характеризующими свойства трикотажа. Зная зависимости между этими величинами, можно вычислить давление изделия в любой точке тела. Если рассматривать изделие, надетое на тело, как осесимметричную оболочку, имеющую постоянную толщину стенок и не учитывать изгиб оболочки, то основное уравнение для определения давления оболочки на тело – уравнение Лапласа [2]:

$$P_o = \frac{f_m}{\rho_m} + \frac{f_t}{\rho_t}, \quad (1)$$

где P_o – давление оболочки на тело, Па;

f_m – распределенное усилие в направлении растяжения оболочки вдоль меридиана, Н/м;

f_t – распределенное усилие растяжения оболочки в направлении, перпендикулярном меридиану, Н/м;

ρ_m – радиус кривизны меридионального сечения, м;

ρ_t – радиус кривизны нормального сечения, перпендикулярного к меридиану, м.

Таким образом, нахождение величины давления оболочки на тело сводится к решению следующих задач:

- определение радиусов кривизны поверхности тела ρ_m и ρ_t ;
- определение распределенных нагрузок f_m и f_t .

Основную трудность в применении формулы (1) для расчета давления изделия на тело представляет определение радиусов кривизны оболочки. В общем случае процедура определения радиусов кривизны тела произвольной формы достаточно сложна. В связи с этим для практических расчетов давления аппроксимируют участки поверхности тела человека геометрическими телами, которые однозначно можно описать математически. Наиболее часто для аппроксимации используются поверхности нулевой гауссовой кривизны: цилиндр или конус [1, 3, 4, 7, 9]. В частности, в стандарте на компрессионные трикотажные рукава [7], для расчета давления изделия на выбранном уровне в направлении вдоль руки используется зависимость, основанная на цилиндрической аппроксимации тела, следующего вида:

$$P_i = 20\pi \frac{F_i}{U_i}, \quad (2)$$

где P_i – давление, оказываемое изделием на уровне i , кПа;

F_i – сила натяжения полотна в точке i , Н/см;

U_i – обхват тела в точке i , см.

Такая аппроксимация позволяет существенно упростить расчеты радиусов кривизны поверхности, но для некоторых участков тела не является достаточно точной. Во-первых, при аппроксимации участков тела поверхностями нулевой гауссовой кривизны один из радиусов кривизны тела (вдоль образующей) равен бесконечности, т. е. кривизна тела в продольном направлении при расчете давления не учитывается. Во-вторых, при аппроксимации круговым цилиндром или конусом поперечное сечение тела имеет форму окружности, т. е. радиус кривизны поверхности в пределах данного сечения одинаков, следовательно, одинаково и давление изделия. В то же время для реальной конечности радиус кривизны в пределах одного поперечного сечения различен. Например, если рассматривать участок руки от запястья до локтевого сустава, то поперечные сечения руки на выбранном участке имеют форму, более близкую к эллипсу, чем к окружности. В работах [8, 9] представлены результаты экспериментальных исследований давления компрессионных чулочно-носочных изделий на ногу и отмечается существенное различие значений давления, измеренных в различных точках в пределах одного поперечного сечения тела. Следовательно, методы расчета давления компрессионных изделий, основанные на аппроксимации поверхности тела круговым цилиндром или конусом, не для всех участков тела позволяют получить достоверные результаты.

Для исключения вышеперечисленных недостатков конической и цилиндрической аппроксимации предлагается метод расчета давления, основанный на аппроксимации участка конечности тела усеченным эллиптическим параболоидом. Разработка данного метода является целью настоящей работы. Практическая значимость предлагаемого метода заключается в возможности более достоверной оценки фактического давления изделия на тело и использования результатов расчета для уточнения технологических параметров изделия и его соответствия

медицинским требованиям. Научная новизна метода расчета давления состоит в применении аппроксимации участка конечности тела усеченным эллиптическим параболоидом, не используемой в ранее известных методах расчета давления компрессионных трикотажных изделий.

Рассмотрим оболочку, представляющую собой эллиптический параболоид (рисунок 1), параметрические уравнения которого [6]:

$$\begin{cases} x = a\sqrt{u} \cos \varphi, \\ y = b\sqrt{u} \sin \varphi, \\ z = u, \end{cases} \quad (3)$$

где a, b – параметры эллиптического параболоида; u, φ – координаты.

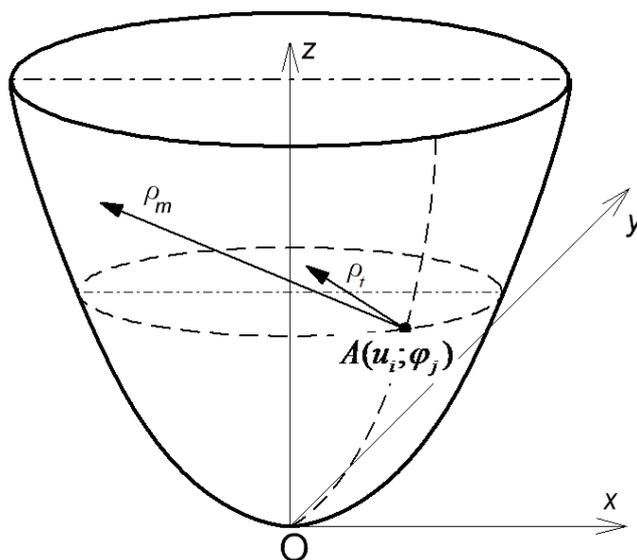


Рисунок 1 – Эллиптический параболоид

Разобьем поверхность тела на k участков вдоль параллелей и на l участков вдоль меридианов. Таким образом, любая точка, принадлежащая поверхности тела, определяется координатами u_i, φ_j , где $i = \overline{1..k}$, $j = \overline{1..l}$. Найдем обобщенные выражения для вычисления радиусов кривизны поверхности ρ_t и ρ_m .

Параметрические уравнения меридионального сечения поверхности оболочки можно получить из параметрических уравнений эллиптического параболоида (3) при условии, что $\varphi = \text{const} = \varphi_j$:

$$\begin{cases} x_m = a\sqrt{u} \cos \varphi_j, \\ y_m = b\sqrt{u} \sin \varphi_j, \\ z_m = u. \end{cases} \quad (4)$$

Известно, что если пространственная линия задана параметрически, то радиус кривизны равен [5]:

$$\rho_m = \frac{\left(\left(\frac{dx_m}{du} \right)^2 + \left(\frac{dy_m}{du} \right)^2 + \left(\frac{dz_m}{du} \right)^2 \right)^{3/2}}{\sqrt{\left| \begin{array}{cc} \frac{dy_m}{du} & \frac{dz_m}{du} \\ \frac{d^2 y_m}{du^2} & \frac{d^2 z_m}{du^2} \end{array} \right|^2 + \left| \begin{array}{cc} \frac{dz_m}{du} & \frac{dx_m}{du} \\ \frac{d^2 z_m}{du^2} & \frac{d^2 x_m}{du^2} \end{array} \right|^2 + \left| \begin{array}{cc} \frac{dx_m}{du} & \frac{dy_m}{du} \\ \frac{d^2 x_m}{du^2} & \frac{d^2 y_m}{du^2} \end{array} \right|^2}}. \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{dx_m}{du} &= \frac{1}{2} \frac{a \cos \varphi_j}{\sqrt{u}}, & \frac{d^2 x_m}{du^2} &= -\frac{1}{4} \frac{a \cos \varphi_j}{u^{3/2}}, \\ \frac{dy_m}{du} &= \frac{1}{2} \frac{b \sin \varphi_j}{\sqrt{u}}, & \frac{d^2 y_m}{du^2} &= -\frac{1}{4} \frac{b \sin \varphi_j}{u^{3/2}}, \\ \frac{dz_m}{du} &= 1, & \frac{d^2 z_m}{du^2} &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Таким образом, выражение для меридионального радиуса кривизны в произвольной точке с координатами u_i, φ_j :

$$\rho_{mij} = 4 \frac{\left(\frac{1}{4} \frac{a^2 \cos^2 \varphi_j}{u_i} + \frac{1}{4} \frac{b^2 \sin^2 \varphi_j}{u_i} + 1 \right)^{3/2}}{\sqrt{\frac{a^2 \cos^2 \varphi_j}{u_i^3} + \frac{b^2 \sin^2 \varphi_j}{u_i^3}}}. \quad (7)$$

Найдем выражение для вычисления радиуса кривизны ρ_{ij} . Известно, что кривизна кривой, лежащей на поверхности, равна кривизне нормального сечения, плоскость которого проходит через касательную к кривой в данной ее точке, деленной на косинус угла между соприкасающейся плоскостью кривой в этой точке и плоскостью нормального сечения [5]. Таким образом, для определения радиуса кривизны нормального сечения ρ_i можно найти радиус кривизны окружного сечения ρ_o (сечения поверхности плоскостью, параллельной плоскости XoY) и косинус угла α между плоскостью окружного сечения и плоскостью нормального сечения:

$$\frac{1}{\rho_o} = \frac{1}{\rho_i \cos \alpha}. \quad (8)$$

Параметрические уравнения окружного сечения поверхности оболочки можно получить из параметрических уравнений эллиптического параболоида (3) при условии, что $u = \text{const} = u_i$:

$$\begin{cases} x_o = a\sqrt{u_i} \cos \varphi, \\ y_o = b\sqrt{u_i} \sin \varphi, \\ z_o = u_i. \end{cases} \quad (9)$$

Радиус кривизны окружного сечения ρ_o :

$$\rho_o = \frac{\left(\left(\frac{dx_o}{d\varphi} \right)^2 + \left(\frac{dy_o}{d\varphi} \right)^2 + \left(\frac{dz_o}{d\varphi} \right)^2 \right)^{3/2}}{\sqrt{\left| \begin{array}{cc} \frac{dy_o}{d\varphi} & \frac{dz_o}{d\varphi} \\ \frac{d^2 y_o}{d\varphi^2} & \frac{d^2 z_o}{d\varphi^2} \end{array} \right|^2 + \left| \begin{array}{cc} \frac{dz_o}{d\varphi} & \frac{dx_o}{d\varphi} \\ \frac{d^2 z_o}{d\varphi^2} & \frac{d^2 x_o}{d\varphi^2} \end{array} \right|^2 + \left| \begin{array}{cc} \frac{dx_o}{d\varphi} & \frac{dy_o}{d\varphi} \\ \frac{d^2 x_o}{d\varphi^2} & \frac{d^2 y_o}{d\varphi^2} \end{array} \right|^2}}. \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \frac{dx_o}{d\varphi} &= -a\sqrt{u_i} \sin \varphi; & \frac{d^2 x_o}{d\varphi^2} &= -a\sqrt{u_i} \cos \varphi; \\ \frac{dy_o}{d\varphi} &= b\sqrt{u_i} \cos \varphi; & \frac{d^2 y_o}{d\varphi^2} &= -b\sqrt{u_i} \sin \varphi; \\ \frac{dz_o}{d\varphi} &= 0. & \frac{d^2 z_o}{d\varphi^2} &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

$$\rho_{oij} = \frac{\left(u_i a^2 \sin^2 \varphi_j + u_i b^2 \cos^2 \varphi_j \right)^{3/2}}{u_i ab}. \quad (12)$$

Косинус угла α между плоскостью окружного сечения и плоскостью нормального сечения:

$$\cos \alpha = \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta}, \quad (13)$$

где β – угол между нормалью к поверхности и нормалью к плоскости окружного сечения.

Вектор нормали к поверхности [6]:

$$\bar{n} = \left(\begin{array}{cc} \frac{dy}{du} & \frac{dz}{du} \\ \frac{dy}{d\varphi} & \frac{dz}{d\varphi} \end{array} ; \begin{array}{cc} \frac{dz}{du} & \frac{dx}{du} \\ \frac{dz}{d\varphi} & \frac{dx}{d\varphi} \end{array} ; \begin{array}{cc} \frac{dx}{du} & \frac{dy}{du} \\ \frac{dx}{d\varphi} & \frac{dy}{d\varphi} \end{array} \right) = \left(-b\sqrt{u} \cos \varphi; -a\sqrt{u} \sin \varphi; \frac{1}{2} ab \right). \quad (14)$$

Поскольку плоскость окружного сечения параллельна плоскости XoY , единичный вектор нормали к плоскости окружного сечения $\bar{n}_o = (0; 0; 1)$. Тогда:

$$\cos \beta = \frac{ab}{2\sqrt{b^2 u \cos^2 \varphi + a^2 u \sin^2 \varphi + \frac{1}{4} a^2 b^2}}, \quad (15)$$

$$\cos \alpha = 2\sqrt{\frac{b^2 u \cos^2 \varphi + a^2 u \sin^2 \varphi}{4b^2 u \cos^2 \varphi + 4a^2 u \sin^2 \varphi + a^2 b^2}}, \quad (16)$$

$$\rho_{ij} = \frac{\left(a^2 \sin^2 \varphi_j + b^2 \cos^2 \varphi_j \right) \sqrt{4b^2 u_i \cos^2 \varphi_j + 4a^2 u_i \sin^2 \varphi_j + a^2 b^2}}{2ab}. \quad (17)$$

Поскольку оболочка надета на конечность таким образом, что петельные столбики расположены вдоль меридианов, а петельные ряды – вдоль эллиптических параллелей, то если известны диаграммы растяжения для трикотажного полотна при растяжении вдоль петельных столбиков и вдоль петельных рядов, можно определить распределенные усилия f_m и f_t . Для этого необходимо найти относительное удлинение в направлении параллелей (петельных рядов) ε_{ii} и меридианов (петельных столбиков) ε_{mj} :

$$\varepsilon_{ii} = \frac{L_{ice-ii} - L}{L_{ce.ii}}, \quad (18)$$

где $L_{ce.ii}$ – периметр участка изделия в месте контакта с выбранным поперечным сечением в свободном состоянии;

L_{ii} – периметр выбранного поперечного сечения тела.

L_{ii} представляет собой длину эллиптической параллели. Длину эллипса можно определить по приближенной формуле:

$$L_{ii} = \frac{4 \cdot (\pi \cdot p_i \cdot q_i + (p_i - q_i)^2)}{p_i + q_i}. \quad (19)$$

где $p_i = a\sqrt{u_i}$, $q_i = b\sqrt{u_i}$ – большая и малая полуоси i -го эллиптического сечения.

Относительное удлинение вдоль меридианов оболочки (петельных столбиков)

$$\varepsilon_{mj} = \frac{L_{mjce-mj} - L}{L_{ce.mj}}, \quad (20)$$

где $L_{ce.mj}$ – длина участка изделия в свободном состоянии.

L_{mj} – длина участка меридиана, проходящего через заданную точку.

L_{mj} можно вычислить по общей формуле длины кривой [6]:

$$L_{mj} = \int_{u_0}^{u_k} \sqrt{\left(\frac{dx_m}{du}\right)^2 + \left(\frac{dy_m}{du}\right)^2 + \left(\frac{dz_m}{du}\right)^2} du = \frac{1}{2} \int_{u_0}^{u_k} \sqrt{\frac{a^2 \cos^2 \varphi_j}{u} + \frac{b^2 \sin^2 \varphi_j}{u} + 4} du, \quad (21)$$

где u_0 , u_k – начальная и конечная координаты u меридианов.

Таким образом, найдя ε_{ii} и ε_{mj} , по диаграммам растяжения можно определить распределенные усилия f_{mj} и f_{ii} , а затем – по формуле (1) давление оболочки на тело в выбранной точке.

На основе данного метода на языке Matlab разработана программа моделирования давления кроеного компрессионного рукава на участок руки от запястья до локтевого сустава. Исходными данными для моделирования являются линейные размеры участка руки, линейные размеры компрессионного рукава в свободном состоянии для выбранного участка руки, диаграммы растяжения трикотажного полотна в направлении петельных рядов и петельных столбиков, заданные аналитически. Определение линейных размеров руки и аппроксимация поверхности эллиптическими параболами осуществлялось согласно рисунку 2.

Измерение периметра руки L производилось на трех уровнях C , D , E , где C – уровень запястья, E – уровень локтевого сустава, D – уровень, соответствующий наибольшему периметру руки на участке CD . I_{CD} , I_{DE} – расстояния от уровня C до уровня D и уровня D до уровня E вдоль руки соответственно. Параметры $2p_C$, $2p_D$, $2p_E$ соответствуют наибольшей ширине руки на уровнях C , D , E . Таким образом, поверхность руки на участке от запястья до локтевого сустава можно аппроксимировать двумя усеченными эллиптическими параболоидами.

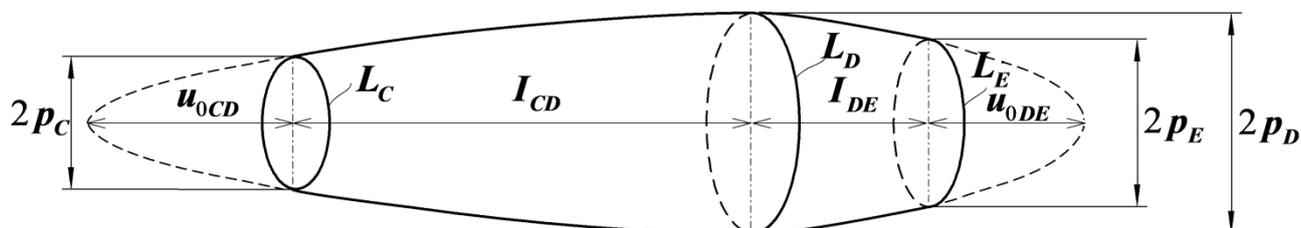


Рисунок 2 – Аппроксимация участка руки от запястья до локтевого сустава двумя эллиптическими параболоидами

Параметры a , b , u_0 усеченных эллиптических параболоидов определялись в следующей последовательности:

1. Вычисление значения u_{0CD} :

$$u_{0CD} = \frac{p_C^2 I_{CD}}{p_D^2 - p_C^2}. \quad (22)$$

2. Вычисление значение a_{CD} :

$$a_{CD} = \frac{p_C}{\sqrt{u_{0CD}}}. \quad (23)$$

3. Определение значения q_C из выражения (19), составленного для уровня C :

$$q_C = \frac{1}{8} L_C - \frac{1}{2} \pi p_C + p_C + \frac{1}{8} \sqrt{L_C^2 - 8\pi L_C p_C + 32L_C p_C + 16\pi^2 p_C^2 - 64\pi p_C^2}. \quad (24)$$

4. Вычисление значения b_{CD} :

$$b_{CD} = \frac{q_C}{\sqrt{u_{0CD}}}. \quad (25)$$

5. Параметры второго эллиптического параболоида a_{DE} , b_{DE} вычисляются аналогично п.1, 2.

6. Определение значения q_D из выражения (19), составленного для уровня D , а затем – вычисление значения b_{DE} аналогично п. 4.

На рисунке 4 показан пример моделирования распределения давления P_0 кроеного компрессионного трикотажного рукава, выполненного из трикотажного полотна переплетения ластик 1+1, на участок руки от запястья до локтевого сустава.

Линейные размеры руки и рукава в свободном состоянии, а также расчетные значения параметров a , b , u_0 усеченных эллиптических параболоидов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Линейные размеры руки и рукава в свободном состоянии, параметры усеченных эллиптических параболоидов

Линейные размеры руки, м							
L_C	L_D	L_E	I_{CD}	I_{DE}	$2p_C$	$2p_D$	$2p_E$
0,18	0,298	0,27	0,2	0,06	0,065	0,113	0,094
Линейные размеры рукава в свободном состоянии, м							
L_{ceC}	L_{ceD}	L_{ceE}	I_{ceCD}	I_{ceDE}			
0,144	0,26	0,245	0,2	0,06			
Параметры усеченных эллиптических параболоидов							
$a_{CD}, \text{ м}^{1/2}$	$b_{CD}, \text{ м}^{1/2}$	$u_{0CD}, \text{ м}$	$a_{DE}, \text{ м}^{1/2}$	$b_{DE}, \text{ м}^{1/2}$	$u_{0DE}, \text{ м}$		
0,103	0,0779	0,0989	0,128	0,0965	0,135		

Для трикотажного полотна переплетения ластик 1+1, из которого выполнен компрессионный рукав, экспериментально получены диаграммы растяжения вдоль петельных рядов и петельных столбиков (рисунок 3). Для аналитического описания диаграмм растяжения использовалось уравнение следующего вида:

$$f = S_1 e^{T_1 \varepsilon} + S_2 e^{T_2 \varepsilon}, \quad (26)$$

где S_1 , S_2 , T_1 , T_2 – параметры, значения которых, а также значение достоверности R^2 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения параметров уравнения (26) для диаграмм растяжения

Направление растяжения	$S_1, \text{ Н/м}$	T_1	$S_2, \text{ Н/м}$	T_2	R^2
Вдоль петельных рядов	110,2	0,4708	-105,8	-2,709	0,997
Вдоль петельных столбиков	84,27	1,461	-81,01	-4,281	0,999

В результате моделирования распределения давления компрессионного рукава видно, что давление изделия постепенно уменьшается в направлении от запястья до локтевого сустава, что соответствует требованиям к компрессионным трикотажным рукавам [7]. Также представляет интерес сравнение результатов расчета давления, выполненных по разработанному методу и по известной зависимости (2), для уровней C , D , E (рисунок 5). На рисунке 6 показаны зависимости отклонения δ значений давления, полученных по разработанному методу, от рассчитанных по формуле, основанной на цилиндрической аппроксимации тела. Следует отметить, что абсолютные значения отклонений давления на некоторых участках тела превышают 100 %. Полученные результаты согласуются с данными, представленными в работах [8, 9]. Следовательно, разработанный метод расчета также может быть применен в дальнейших исследованиях для более корректной интерпретации результатов непосредственных измерений давления компрессионных изделий на тело.

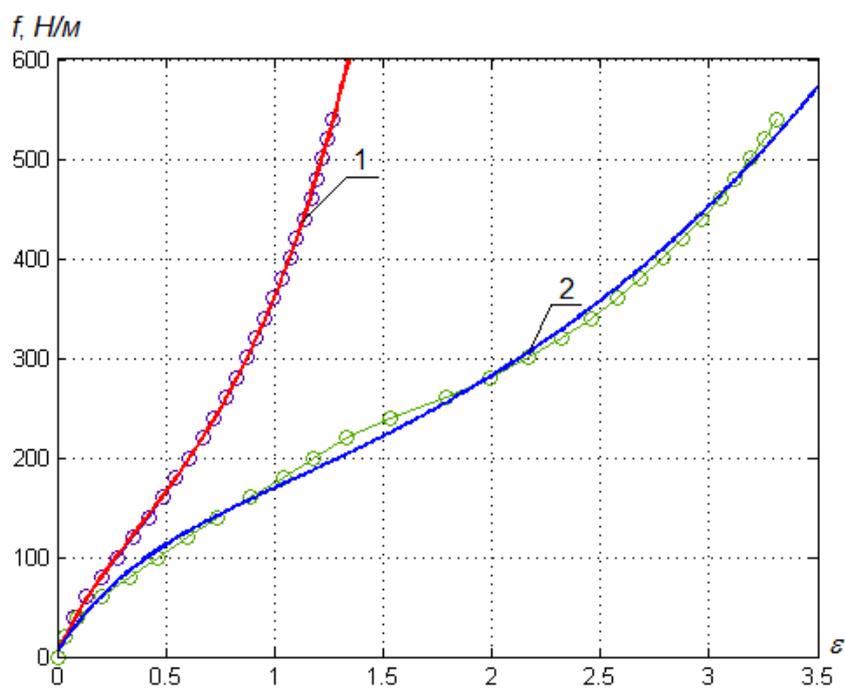


Рисунок 3 – Диаграммы растяжения трикотажного полотна переплетения ластик 1+1 вдоль петельных столбиков (1), вдоль петельных рядов (2);
 —○— — экспериментальные диаграммы; — — диаграммы растяжения, построенные на основе уравнения (26)

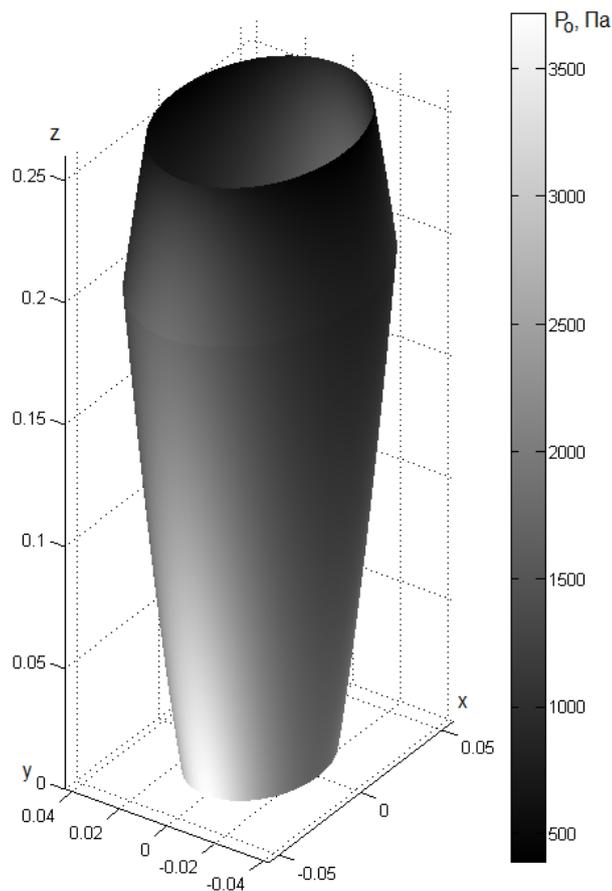


Рисунок 4 – Распределение давления компрессионного рукава на участок руки от запястья до локтевого сустава

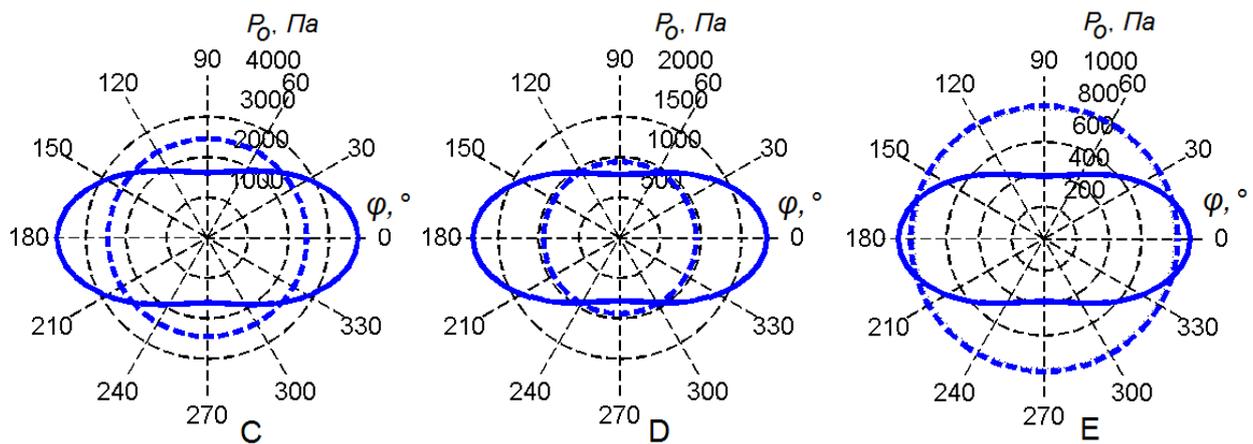


Рисунок 5 – Распределение давления компрессионного рукава на уровнях *C, D, E*:

— давление, рассчитанное по разработанному методу;
 - - - - - давление, рассчитанное по формуле (2)

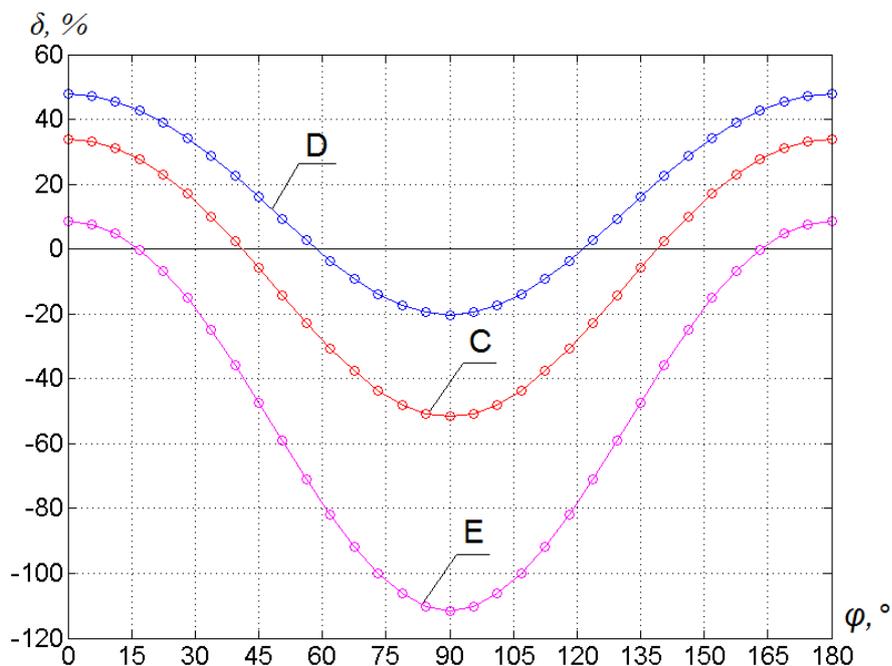


Рисунок 6 – Зависимости отклонения δ значений давления, полученных по разработанному методу, от рассчитанных по формуле (26) на уровнях *C, D, E*

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что существующие методы расчета давления компрессионных трикотажных изделий, основанные на аппроксимации поверхности тела круговым цилиндром или конусом, позволяют получить достоверные результаты не для всех участков тела. Разработан метод расчета, позволяющий определить давление упруго деформированной оболочки на участок тела, аппроксимируемый усеченным эллиптическим параболоидом, в любой произвольной точке, заданной двумя координатами. Метод позволяет учитывать составляющую давления, обусловленную кривизной тела в продольном направлении, а также различный радиус кривизны оболочки в пределах выбранного поперечного сечения, что приводит к более точной оценке давления компрессионного изделия на тело.

Список использованных источников

1. Филатов, В. Н. Упругие текстильные оболочки / В. Н. Филатов. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 248 с.
2. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов : учебник / М. Д. Подскребко. – Минск : Высшая школа, 2007. – 797с.
3. Дроботун, Н. В. Разработка методов оценки упруго-релаксационных свойств высокоэластичного трикотажа и проектирования медицинских изделий компрессионного назначения : автореферат дисс. ... канд. технич. наук : 05.19.01 / Н. В. Дроботун. – Санкт-Петербург, 2009. – 16 с.
4. Цитович, И. Г. Проектирование изделий из эластомерных полотен с учетом их деформационных свойств / И. Г. Цитович, Г. А. Набутовская // Текстильная промышленность. – 2004. – № 7-8. – С. 26-28.
5. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – Москва : Наука, 1984. – 832 с.
6. Воднев, В. Т. Основные математические формулы / В. Т. Воднев, А. Ф. Наумович, Н.Ф. Наумович. – Минск : Высшэйшая школа, 1988. – 269 с.
7. RAL-GZ 387/2. Medical Compression Armsleeves. Quality Assurance. – Edition January 2008. – Deutsches Institute Für Gütesicherung Und Kennzeichnung E. V., 2008 – 17 p.
8. Dai, X. Q. Numerical Simulation and Prediction of Skin Pressure Distribution Applied by Graduated Compression Stockings (GCS) / X. Q. Dai, R. Liu , Y. Li, M. Zhang , Y.L. Kwok // Studies in Computational Intelligence (SCI) 55 – 2007. p. 301-309.
9. Кукушкин, М. Л. Разработка технологии эластичных чулочно-носочных изделий медицинского назначения : автореферат дисс. ... канд. технич. наук : 05.19.02 / М. Л. Кукушкин. – Витебск, 2002. – 16 с.

Статья поступила в редакцию 23.09.2011

SUMMARY

The article is dedicated to developing a method of calculating the pressure of compression knitted fabric for body area, approximated to an elliptic paraboloid. The developed method of calculation determines the elastic pressure of the deformed shell at the area of the body, which can be approximated to a truncated elliptic paraboloid at any point specified by two coordinates. The method allows to take into account the component of pressure due to the curvature of the body in the longitudinal direction and different radius of curvature of the shell within a selected cross-section.

УДК 66.047.37

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ПОДОШВЕННОЙ КОЖИ

А.И. Ольшанский

ВВЕДЕНИЕ

Сушка влажных материалов – сложный теплофизический процесс, в котором изменяются структурно-механические и технологические свойства материала. Сушка должна обеспечивать высокие технологические свойства и качество продукции при обезвоживании материала. Кожи относятся к группе термочувствительных капиллярно-пористых коллоидных материалов, имеющих сложную связь влаги с материалом.

Основным препятствием для интенсивной быстрой сушки таких материалов является усадка, изменение формы и коробление. Важным технологическим

фактором при сушке кож является сохранение формы при последующих технологических операциях. Поэтому выбор режимных параметров процесса сушки – температуры и скорости движения теплоносителя – играет важную роль при определении технологического режима в конкретных условиях производства.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Задача исследования кинетики сушки влажных материалов заключается в изучении закономерностей изменения среднеинтегральных влагосодержаний W и температуры \bar{t} с течением времени τ . Эти закономерности кинетики сушки позволяют рассчитать количество испаренной влаги из материала, расход тепла на сушку, длительность процесса до заданного влагосодержания W и текущую температуру материала в периоде убывающей скорости.

Традиционные методы расчета кинетики сушки разработаны в трудах А.В. Лыкова, Г.К. Филоненко, В.В. Красникова и др. [1, 2, 3]. Суть методов заключается в интегрировании кривой скорости сушки и температурной кривой.

Исследование процесса сушки подошвенной кожи проведем на основе методов, не связанных с интегрированием кривой скорости.

1. Регулярный тепловой режим. Из практики и теории сушки известно, что интенсивность испарения влаги, интенсивность теплообмена и среднеинтегральная температура влажного тела для периода убывающей скорости изменяются по экспоненциальному закону [4].

В процессах нагревания твердых тел широко используется теория регулярного режима Г.М. Кондратьева [4], когда процесс нагревания определяется только условиями внешнего теплообмена, теплофизическими свойствами и размерами тела, а температура влажного материала изменяется во времени по экспоненциальному закону при условии протекания процесса при $t_c = const$, где t_c – температура среды. Нагрев влажного тела при $t_c = const$ для периода убывающей скорости сушки представляет собой регулярный режим как по температуре и влагосодержанию, так и по тепловым потокам [4, 5].

Основной принцип регулярного режима и для нагревания влажного тела и интенсивности испарения влаги во втором периоде выражается соотношениями [5, 6]

$$-\frac{d\bar{t}}{d\tau} = m_t(t_c - \bar{t}); \quad (1)$$

$$-\frac{dW}{d\tau} = m_u(W - W_p), \quad (2)$$

где $d\bar{t}/d\tau$ и $dW/d\tau$ – скорости изменения температуры и влагосодержания во времени, \bar{t} и W – текущие значения температуры и влагосодержания материала, m_t и m_u – темп нагревания влажного тела и темп убыли влагосодержания, мин⁻¹.

Константы m_t и m_u определяются экспериментально, построением зависимостей $\ln(t_c - \bar{t}) = f(\tau)$ и $\ln(W - W_p) = f(\tau)$ [6, 7].

Отчет времени сушки при построении зависимостей для всех режимов подошвенной кожи ведется от $\tau = 0$ и влагосодержания $W_{кр}$, а среднеинтегральная температура \bar{t} от средней температуры материала в первом периоде \bar{t}_0 . Постоянные m_t и m_u в условиях регулярного режима являются постоянными и не зависят от режимных параметров процесса сушки.

Для стадии регулярного режима нагревания тел любой формы справедливо уравнение теплового баланса [4 – 7]:

$$c\rho V \frac{d\bar{t}}{d\tau} = \bar{\alpha}F(t_c - t_{II}) = c\rho V(t_c - \bar{t})m_t, \quad (3)$$

где c и ρ – теплоемкость (Дж/кг·°C) и плотность ($\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$) влажного тела; V и F – объем (м³) и поверхность (м²) влажного тела; t_c , t_{II} , \bar{t} – температура среды, поверхности и среднеинтегральная температура влажного тела, °C; $\bar{\alpha}$ – коэффициент теплообмена в периоде падающей скорости сушки, Вт/м²·°C.

Из уравнения теплового баланса можно записать

$$m_t = \frac{\bar{\alpha}F}{c\rho V} \frac{t_c - t_{II}}{t_c - \bar{t}} = \frac{\bar{\alpha}}{c\rho R_v} \psi. \quad (4)$$

Здесь $\psi = \frac{t_c - t_{II}}{t_c - \bar{t}}$ – параметрический критерий, характеризующий неравномерность распределения температуры во влажном теле; $R_v = V / F$ – отношение объема влажного тела к поверхности, (м).

Коэффициент теплообмена $\bar{\alpha}$ в процессе сушки подошвенной кожи вычислялся по формуле [8]

$$Nu = 0,8 Re^{0,5} \left(\frac{T_c}{T_M} \right)^2 \left(\frac{W}{W_{кр}} \right)^{0,25}, \quad (5)$$

где Nu – критерий Нуссельта; Re – критерий Рейнольдса; T_c и T_M – абсолютные температуры среды и мокрого термометра, К.

Поправка $(W / W_{кр})$ учитывает уменьшение коэффициента теплоотдачи $\bar{\alpha}$ с уменьшением влагосодержания W . Связь между относительной температурой ΔT^* и относительной скоростью сушки N^* устанавливается соотношением [8]

$$T^* = \frac{t_c - t_{II}}{t_c - t_M} = N^{*0,43}. \quad (6)$$

Температура мокрого термометра t_M при конвективной сушке тонких материалов выше среднеинтегральной \bar{t}_0 в первом периоде на 1,5 – 3 °C. Пренебрегая этим различием, можно записать для относительных температур ΔT^* и ψ отношение

$$\frac{\Delta T^*}{\psi} = \frac{t_c - t_{II}}{t_c - t_0} / \frac{t_c - t_{II}}{t_c - \bar{t}} = \frac{t_c - \bar{t}}{t_c - \bar{t}_0}. \quad (7)$$

Уравнение (7) позволяет от температуры на поверхности материала перейти к среднеинтегральной \bar{t} .

Температура материала в первом периоде \bar{t}_0 определяется по соотношению [6, 7].

$$\bar{t}_0 = 10 + 0,29t_c. \quad (8)$$

2. Метод обобщения кривых сушки. Из метода обобщения кривых сушки [1, 2, 3] следует, что относительная скорость N^* и обобщенное время $N\tau$ являются функциями влагосодержания $N^* = f(N\tau)$. Анализ и обработка большого числа экспериментальных данных по сушке различных влажных материалов показала, что независимо от способа сушки обработку экспериментальных данных целесообразно проводить в виде зависимостей [9]

$$N^* = \exp(-aN\tau); \quad (9)$$

$$N^* = (N\tau)^{-K}, \quad (10)$$

где a и K – константы, определяемые экспериментально.

Метод обработки опытных данных с использованием обобщенного времени $N\tau$ и относительной скорости сушки N^* получил широкое использование в практике сушки [1, 2, 3], поскольку при сушке самых различных материалов разными методами обобщенное время $N\tau$ и относительная скорость N^* являются лишь функциями влагосодержания $W(N^* = f(N\tau))$.

Произведение двух обобщенных параметров N^*Rb также можно выразить эмпирическим соотношением [9]

$$N^*Rb = \frac{I}{N} \frac{dW}{d\tau} \frac{c}{r} \frac{d\bar{t}}{dW} = B \exp(-aN\tau), \quad (11)$$

где c – теплоемкость влажного тела, кДж/кг·°C; r – теплота парообразования, кДж/кг·°C; $d\bar{t}/dW$ – температурный коэффициент сушки. Постоянные a и B определяются экспериментально.

Критерий Ребиндера определяется эмпирической зависимостью [6]

$$Rb = A \exp(-n(W - W_p)). \quad (12)$$

Постоянные A и n для подошвенной кожи: $A = 0,5$, $n = 8,5 \cdot 10^{-2}$.

3. Метод расчета кинетики сушки по результатам аналитического решения уравнений тепломассопереноса при условии сушки неограниченной влажной пластины в среде с постоянной температурой $t_c = const$. А.В. Лыков [10] отмечает, что при отсутствии в материале термического переноса вещества и фазовых превращений (малых ∇t и ∇W) взаимосвязь между теплопереносом и массопереносом при значении критерия Федорова $Fe = Pn \cdot Ko \cdot \varepsilon \rightarrow 0$ устанавливается тождественными уравнениями [4, 10, 11]

$$\theta_t = \frac{t_c - t_{II}}{t_c - t_{o.c.}} = f_1(\exp Fo \cdot Pd); \quad (13)$$

$$\theta_u = \frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} = f_2(\exp Fo_m \cdot Pd_m), \quad (14)$$

где θ_t и θ_u – безразмерные потенциалы тепло- и массопереноса; W , $W_{кр}$, W_p – текущее, критическое и равновесное влагосодержание материала; $t_{o.c.}$ – температура окружающей среды; Fo , Fo_m , Pd , Pd_m – теплообменные и массообменные

критерии Фурье и Предводителя; Pn – критерий Поснова; Ko – критерий Коссовича; ε – критерий фазового превращения.

Критерий Коссовича Ko вычислялся по локальным перепадам влагосодержаний и температур по сечению влажного материала.

При всех режимах конвективной сушки подошвенной кожи $t_c = 40 - 60$ °C и скорости воздуха $v = 3 - 5$ м/с перепады температур и влагосодержаний между поверхностными и центральными слоями в периоде убывающей скорости составляли $\Delta t \approx 4 - 5$ °C, $\Delta W \approx 3 - 5$ % при толщине материала $\delta \approx 3,5 - 4$ мм.

При таких условиях практически критерий $Fe = 0$.

Произведение критериев $Fo \cdot Pd$ и $Fo_m \cdot Pd_m$ представляют соотношения [4, 10, 11]

$$Fo \cdot Pd = \frac{a \tau}{R^2} \cdot \frac{\beta_t R^2}{a} = \beta_t \tau; \quad (15)$$

$$Fo_m \cdot Pd_m = \frac{a_m \tau}{R^2} \cdot \frac{\beta_u R^2}{a_m} = \beta_u \tau, \quad (16)$$

где a и a_m – коэффициенты диффузии тепла и влаги, м²/ч; R – характерный размер тела, равный для плоских материалов толщине $R = \delta$ (м); β_t и β_u – скорости изменения температуры и влагосодержания влажного материала, мин⁻¹.

На основании уравнений (13) и (14) можно записать

$$\theta_t = \frac{t_c - t_{II}}{t_c - t_{o.c.}} = \exp(-\beta_t \tau); \quad (17)$$

$$\theta_u = \frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} = \exp(-\beta_u \tau). \quad (18)$$

Метод обработки экспериментальных данных с использованием результатов аналитических решений уравнений тепломассообмена придает исследованию более обобщенный характер и сближает теорию и практику сушки.

Результаты экспериментальных исследований.

Исследование сушки подошвенной кожи и обработку экспериментальных данных проведем по трем представленным методам, не обращаясь к интегрированию кривой скорости сушки.

На рис. 1 представлены типичные кривые сушки подошвенной кожи при режимах: $t_c = 40, 50, 60$ °C и скорости воздуха $v = 3$ м/с. Критическое влагосодержание материала, соответствующее началу периода падающей скорости $W_{кр} \approx 57 - 60$ %, равновесное влагосодержание $W_p \approx 12 - 15$ %.

На рис. 2 изображены зависимости $\ln(t_c - \bar{t}) = f(\tau)$ и $\ln(W - W_p) = f(\tau)$ при конвективной сушке подошвенной кожи, из которых определяются время сушки во втором периоде, средняя температура материала и значения постоянных m_t и m_u .

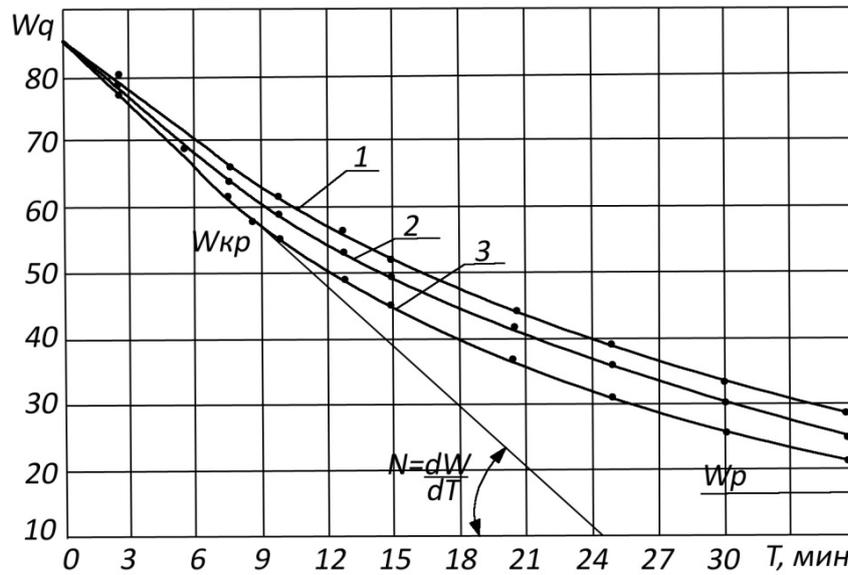


Рисунок 1 – Кривые сушки подошвенной кожи при режимах: 1 – $t_c = 40\text{ }^\circ\text{C}$; 2 – $t_c = 50\text{ }^\circ\text{C}$; 3 – $t_c = 60\text{ }^\circ\text{C}$; скорость воздуха $v = 3\text{ м/с}$; относительная влажность $\varphi = 15\text{ \%}$

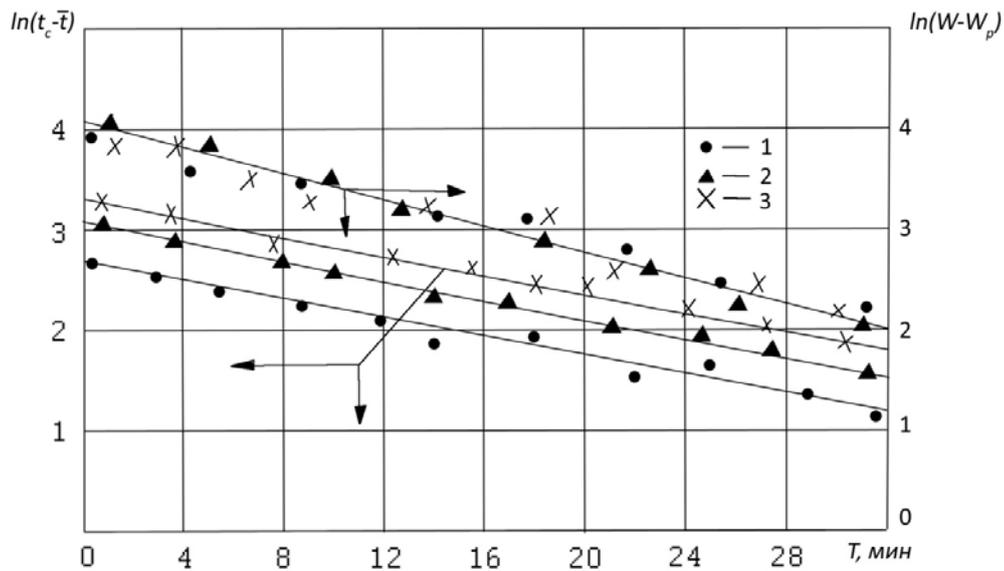


Рисунок 2 – Зависимости $\ln(t_c - \bar{t}) = f(\tau)$ и $\ln(W - W_p) = f(\tau)$ в процессе сушки подошвы для определения констант m_t и m_u при режимах: 1 – $t_c = 40\text{ }^\circ\text{C}$; 2 – $t_c = 50\text{ }^\circ\text{C}$; 3 – $t_c = 60\text{ }^\circ\text{C}$; ($v = 3 - 5\text{ м/с}$); $\varphi = 15\text{ \%}$

$$\tau_{II} = \frac{1}{m_t} \ln \left(\frac{t_c - \bar{t}_0}{t_c - \bar{t}} \right); \quad (19)$$

$$\tau_{II} = \frac{1}{m_u} \ln \left(\frac{W_{кр} - W_p}{W - W_p} \right). \quad (20)$$

Из уравнения (19) вычисляется среднеобъемная температура материала во втором периоде сушки:

$$\bar{t} = \frac{t_c - \bar{t}_0}{\exp(m_t \tau_{II})}, \quad (21)$$

где τ_{II} – текущее время сушки во втором периоде, соответствующее текущему значению температуры \bar{t} .

Значения постоянных m_t и m_u даны в таблице 1.

Таблица 1 – Значения констант для расчета кинетики процесса сушки подошвенной кожи в диапазоне режимов $t_c = 40 - 60 \text{ }^\circ\text{C}$, $v = 3 - 5 \text{ м/с}$

W_0 , %	$W_{кр}$, %	m_t , мин ⁻¹ (26)	m_u , мин ⁻¹ (27)	a , 1/% (34)	K , 1/% (35)	β_t , мин ⁻¹ (17)	β_u , мин ⁻¹ (18)	A (12)	n (12)
86	57-60	0,04	0,055	0,014	0,27	0,045	0,06	0,5	$8,5 \cdot 10^{-2}$

Температура \bar{t}_0 вычисляется по соотношению (8).

Представляет интерес установить взаимосвязь и закономерности изменения относительной температуры ΔT^* и коэффициента неравномерности распределения температуры в материале ψ от влагосодержания W .

На рис. 3 изображены зависимости ΔT^* , ψ и отношение $\Delta T^* / \psi$ от влагосодержания W при сушке подошвенной кожи. Как следует из рис. 3, характер изменения ΔT^* и ψ существенно различается. Коэффициент неравномерности ψ практически с началом второго периода (стадия регулярного режима) принимает значения $\psi = 0,83 - 0,87$ независимо от режима сушки (рис. 3).

Следовательно, в стадии регулярного режима при величине критерия Био $Bi < 0,5$ и малых значениях коэффициента теплоотдачи $\alpha \approx 20 - 35 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$ (малоинтенсивная сушка) происходит быстрое усреднение температур по поверхности и объему материала, а среднеинтегральная температура \bar{t} стремится к температуре поверхности t_{II} . Зависимости $\Delta T^* = f(W)$ имеют вид прямых.

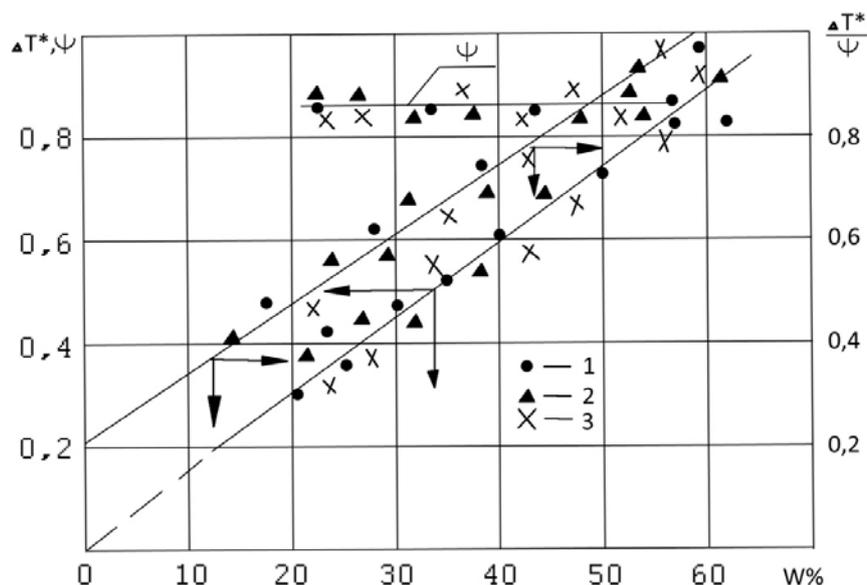


Рисунок 3 – Зависимость относительной температуры ΔT^* и коэффициента неравномерности распределения температуры ψ и отношения $\Delta T^* / \psi$ от влагосодержания W в процессе сушки подошвы. Режимы сушки указаны на рис. 2

Линейная зависимость $\Delta T^* / \psi = f(W)$ (рис. 3) представляет зависимость, обратную коэффициенту неравномерности ψ ($\Delta T^* / \psi = 1 / \psi$).

Эту зависимость можно выразить соотношением

$$\frac{\Delta T^*}{\psi} = \frac{t_c - \bar{t}}{t - t_0} = K_w \cdot W + 0,2.$$

Тогда среднеинтегральная температура материала во втором периоде

$$\bar{t} = t_c - (t_c - \bar{t}_0)(K_w \cdot W + 0,2). \quad (22)$$

Параметр K_w уравнения (22) при сушке подошвенной кожи можно приближенно вычислить по выражению

$$K_w = 0,014 \frac{W}{W_{кр}}. \quad (23)$$

Теплообменный критерий Био Bi ($Bi \approx \alpha R / \lambda_k$) и коэффициент теплоотдачи $\bar{\alpha}$ во втором периоде сушки определялись по выражению (5). Теплопроводность и теплоемкость влажной подошвенной кожи λ_k и c_w вычислялись по соотношениям [12]

$$\lambda_w = \lambda_0 + 1,5 \cdot 10^{-3} W, \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$$

$$c_w = c_0 + c_e \frac{W}{100},$$

где $\lambda_0 \approx 0,15$ Вт/м·°C – теплопроводность сухой подошвы;
 $c_0 \approx 1,3 - 1,5$ кДж/кг·°C – теплоемкость сухой подошвы.

Проведем обработку опытных данных по сушке подошвенной кожи по методу обобщенных кривых сушки.

Запишем зависимости (9), (10) и (11) в виде уравнений для кривой скорости и температурной кривой:

$$-\frac{dW}{d\tau} = N \exp(-aN\tau); \quad (24)$$

$$-\frac{dW}{d\tau} = N(N\tau)^{-K}; \quad (25)$$

$$\frac{d\bar{t}}{d\tau} = N \frac{r}{c} N^* Rb = N \frac{r}{c} B(-aN\tau), \quad (26)$$

где N – скорость сушки в первом периоде, %/мин; Критерий Ребиндера Rb находится по формуле (12).

Интегрированием уравнений (24), (25), (26) с учетом времени сушки в первом периоде $\tau_1 = W_0 - W_{кр} / N$ и уравнения (16) для второго периода определяется продолжительность сушки и среднеобъемная температура материала от начального влагосодержания W_0 до заданного текущего W :

$$\tau_{полн} = \frac{1}{N} (((W_0 - W_{кр}) - \frac{1}{a} \ln(1 - a(W_{кр} - W))); \quad (27)$$

$$\tau_{\text{полн}} = \frac{W_0 - W_{\text{кр}}}{N} + \left(\left(\frac{W_{\text{кр}} - W}{N^{1-K}} \right) (1-K) \right)^{1/(1-K)}; \quad (28)$$

$$\bar{t} = t_c - \frac{B\tau}{ca} \exp(-aN\tau). \quad (29)$$

Постоянные a и K определяются по соотношениям

$$a = \frac{0,8}{W_{\text{кр}}}; \quad K = 0,2 + \frac{4,2}{W_{\text{кр}}}. \quad (30)$$

На рис. 4 (а, б) представлена обработка экспериментальных данных по сушке подошвенной кожи в виде зависимостей $\lg N^* = f(N\tau)$ и $\lg N^* Rb = f(N\tau)$, из которых видно, что зависимости эти линейные. Уравнение (30) устанавливает взаимосвязь между теплообменом и температурой материала в периоде падающей скорости сушки.

Числовой коэффициент B уравнения (30) для подошвенной кожи вычисляется по выражению

$$B = 10^{-3} \exp((-0,05(W_{\text{кр}} - W)). \quad (31)$$

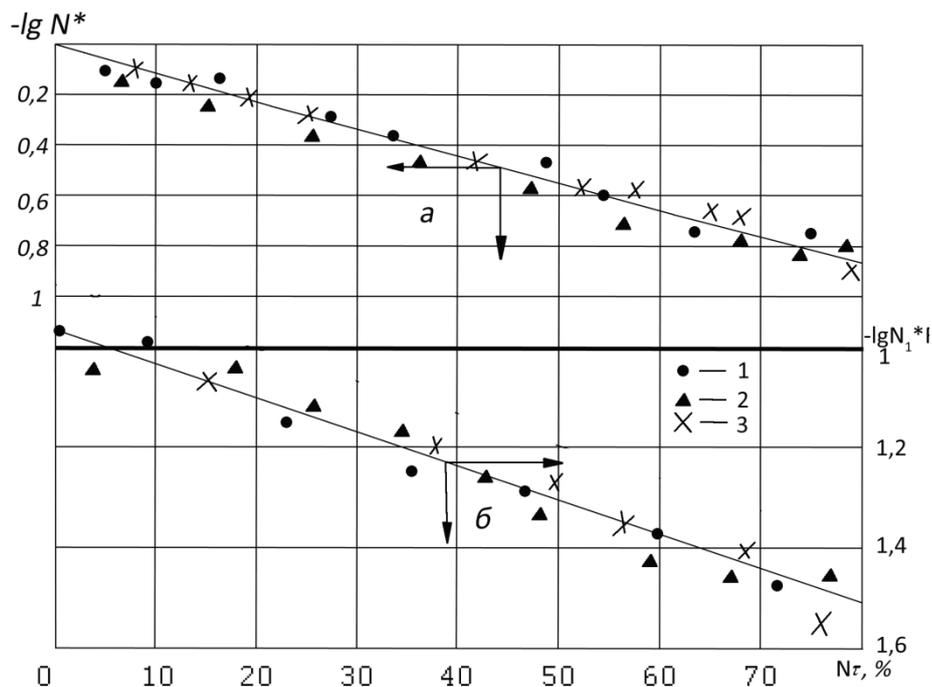


Рисунок 4 – Зависимости относительной скорости сушки N^* и произведения $N^* Rb$ от обобщенного времени $N\tau$. Режимы сушки указаны на рис. 2

Установим взаимосвязь между плотностями тепловых потоков в первом и втором периодах сушки, температурой и влажностью материала в периоде падающей скорости сушки.

Основное уравнение кинетики сушки А.В. Лыкова [1], устанавливающее связь между теплообменом и влагообменом, имеет вид:

$$q^* = \frac{q_{II}}{q_I} = N^* (1 + Rb) = N^* + N^* Rb. \quad (32)$$

Тепловой поток в периоде постоянной скорости сушки

$$q_I = r\rho_0 R_v \frac{N}{100}, \text{ Вт/м}^2. \quad (33)$$

Тепловой поток во втором периоде

$$q_{II} = \bar{\alpha}(t_c - t_{II}), \text{ Вт/м}^2. \quad (34)$$

На основании выражений (9) и (11) можно записать уравнение для относительного теплового потока:

$$q^* = (\tau) = \exp(-aN\tau) + B \exp(-aN\tau) = (1 + B) \exp(-aN\tau). \quad (35)$$

С учетом уравнения (29) получим

$$q^* = (\tau) = (1 + B) \frac{(t_c - t) \cdot a \cdot c}{B \cdot r}, \quad (36)$$

где коэффициент B вычисляется по соотношению (31).

Обработкой опытных данных конвективной сушки подошвенной кожи в диапазоне режимных параметров $t_c = 40 - 60$ и $v = 3 - 5$ м/с установлена закономерность изменения относительного теплового потока для периода падающей скорости сушки:

$$q^* = 0,1 \exp(2,8 \frac{W}{W_{кр}}) \quad W_p < W < W_{кр}. \quad (37)$$

Зависимость (37) представлена на рис. 5.

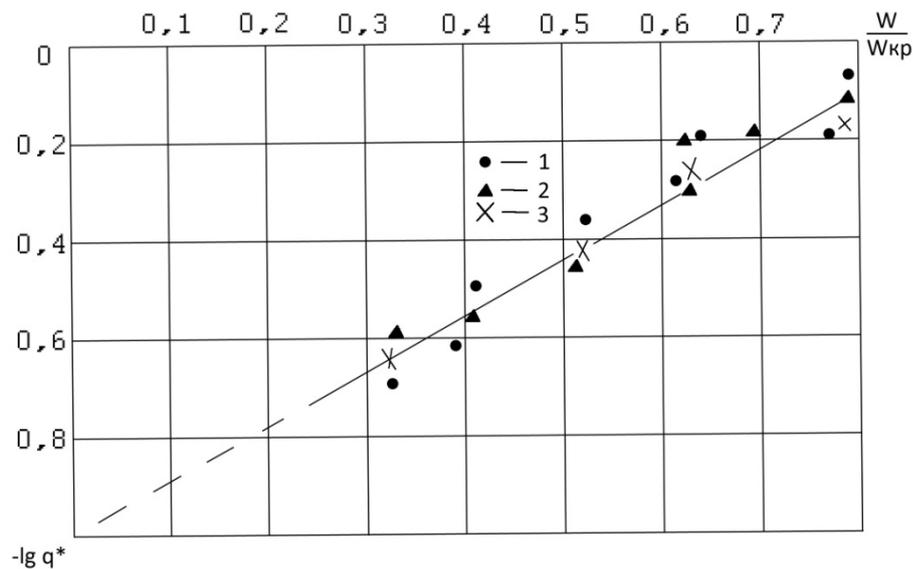


Рисунок 5 – Зависимость относительного теплового потока q^* от относительного влагосодержания $W / W_{кр}$ для процесса сушки подошвенной кожи в периоде падающей скорости сушки

Результаты обработки экспериментальных данных по всем методам тщательно проверены путем сопоставления расчетных значений, по полученным уравнениям с экспериментом и представлены в таблицах 2 и 3. В таблице 1 даны значения всех

констант, необходимые для расчета кинетики процесса сушки подошвенной кожи в диапазоне режимов: $t_c = 40 - 60 \text{ }^\circ\text{C}$, $\nu = 3 - 5 \text{ \%}$ и относительной влажности $\varphi = 15 \text{ \%}$.

Таблица 2 – Сопоставление расчетных данных по формулам (27), (28), (18), (21), (22) и (30) с экспериментом при сушке подошвенной кожи для режима:

$$t_c = 50 \text{ }^\circ\text{C}, \nu = 5 \text{ м/с}, \varphi = 15 \text{ \%}$$

$W, \%$	$\tau_{\text{экс.}}, \text{ МИН}$	$\tau, \text{ МИН}$ (34)	$\tau, \text{ МИН}$ (35)	$\tau, \text{ МИН}$ (18)	$\bar{t}, \text{ }^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ экс.	$\bar{t}, \text{ }^\circ\text{C}$ (28)	$\bar{t}, \text{ }^\circ\text{C}$ (29)	$t, \text{ }^\circ\text{C}$ (36)
45	17	16,3	18,3	16,4	28	28,8	28	27,1
36	23	21,8	24,5	21,7	38	40,8	36,5	37
24	36	35,2	37,5	35,3	44	45,2	46	44

Таблица 3 – Расчетные значения безразмерных тепловых потоков q^* в процессе сушки подошвенной кожи при режиме: $t_c = 60 \text{ }^\circ\text{C}$, $\nu = 5 \text{ м/с}$, $W_0 = 86 \text{ \%}$, $W_{\text{кр}} = 58 \text{ \%}$

$W, \%$	Rb (12)	$N^*_{\text{экс.}}$	q^* (38)	$q^* \frac{(39)}{(40)}$	q^* (42)	N^* (9)	q^* (43)
45	0,069	0,68	0,68	0,67	0,61	0,68	0,7
36	0,079	0,55	0,55	0,54	0,49	0,56	0,51
27	0,092	0,37	0,39	0,39	0,33	0,37	0,35
24	0,125	0,25	0,27	0,3	0,24	0,27	0,3

ВЫВОДЫ

Исследование процесса сушки подошвенной кожи, проведенное тремя различными методами обработки экспериментальных данных, позволило получить необходимые зависимости для расчета кинетики процесса сушки подошвенной кожи. Проведено сопоставление расчетных значений основных параметров сушки, полученных по формулам с экспериментом. Сравнение расчетных и экспериментальных значений показало, что такое совпадение значений находится в пределах точности проведения эксперимента, а результаты исследований могут использоваться в инженерной практике для расчетов процесса сушки подошвенных кож в диапазоне указанных режимных параметров.

Список использованных источников

1. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – Москва : Энергия, 1968. – 473 с.
2. Красников, В. В. Кондуктивная сушка / В. В. Красников. – Москва : Энергия, 1973. – 380 с.
3. Филоненко, Г. К. Сушильные установки / Г. К. Филоненко. – Москва : Госэнергоиздат, 1952. – 421 с.
4. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – Москва : Высшая школа, 1967. – 600 с.
5. Лыков, А. В. Теплообмен : справочник / А. В. Лыков. – Москва : Энергия, 1971. – 651 с.
6. Ольшанский, А. И. Исследование процесса теплообмена в периоде убывающей скорости сушки методом регулярного режима / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский. – Минск : Инженерно-физический журнал. Т. 84. – № 4. – 2011. – С.705-714.
7. Ольшанский, А. И. Исследование процесса сушки тонких материалов методом регулярного режима / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский // Известия НАН Беларуси, серия физико-технических наук. – № 2. – 2011. – С.75-81.

8. Лыков, А. В. Кинетика теплообмена в процессе сушки влажных материалов / А. В. Лыков, П. С. Куц, А. И. Ольшанский. – Минск : Инженерно-физический журнал. Т. 23. – № 3. – С.401-407.
9. Ольшанский, А. И. Некоторые закономерности кинетики влаготеплообмена при сушке влажных материалов / А. И. Ольшанский, Е. Ф. Макаренко, В. И. Ольшанский // Инженерно-физический журнал. Т.81. – № 6. – 2008. – С.1102-1110.
10. Лыков, А. В. Теория тепло- и массопереноса / А. В. Лыков, Ю. А. Михайлов. – Москва-Ленинград : Госэнергоиздат, 1963. –535 с.
11. Пехович, А. И. Расчеты теплового режима твердых тел / А. И. Пехович, В. М. Жидких. – Ленинград : Энергия, 1968. – 303 с.
12. Кавказов, Ю. Л. Тепло- и массообмен в технологии кожи и обуви / Ю. Л. Кавказов. – Москва : Легкая индустрия, 1973. – С.272.

Статья поступила в редакцию 16.01.2012

SUMMARY

The investigation of drying process of sole leather by the regular regime methods is conducted. The values of heating rate of wet material in the drying process on the basis of processing of sole leather drying values by the method of generalized variables are obtained. The necessary equations for calculation of sole leather drying kinetics are received.

УДК 66.047:3.085.1.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОРАДИАЦИОННОЙ СУШКИ ТКАНЕЙ

А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое применение получили декоративные многослойные материалы с использованием натуральных и химических текстильных тканей. Декоративные многослойные материалы используются в обувной, кожгалантерейной промышленности, при производстве высококачественных обоев. Важным этапом производства, определяющим качество готовой продукции, после аппретирования является сушка. Выбор способа сушки и метода энергоподвода определяет энергоэффективность процесса и качество обрабатываемого материала.

Сушка тканей термоизлучением является одним из самых перспективных методов термического обезвоживания тканей. Наряду с интенсификацией процесса сушки за счет возникающих больших удельных тепловых потоков получают значительный технологический и экономический эффект.

Эффективность радиационной сушки тканей заключается еще и в том, что она обеспечивает высокотемпературный нагрев ткани, уменьшает миграцию красителей и аппретов, создает высокую интенсивность испарения влаги с поверхности ткани за счет максимальной глубины проникновения инфракрасных лучей в ткань.

Механизм терморadiационной сушки тканей принципиально не отличается от кинетики конвективной сушки.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Сушка тканей термоизлучением проводилась на металлической поверхности стола экспериментальной установки при вынужденном и свободном теплообмене.

Ткань располагалась параллельно близко расположенным (200 мм) излучающим светлым источникам излучения. В качестве излучателей использовались лампы с нихромовой спиралью со степенью черноты окисленного нихрома $\varepsilon \approx 0,75 - 0,8$ и стекла $\varepsilon \approx 0,89 - 0,92$. При принятом расположении ткани от излучающих поверхностей угловые коэффициенты излучения φ , определяющие эффективность поверхности излучения, $\varphi \approx 1$. Степень черноты натуральных тканей $\varepsilon \approx 0,75 - 0,9$.

Экспериментальное исследование комбинированной конвективно-терморрадиационной сушки тканей проводилось с пятикратной повторяемостью эксперимента для каждого режима сушки с целью получения достоверных результатов.

Сушка тканей проводилась при трех режимах:

1. $t_{\text{изл}} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_c = 80 \text{ }^\circ\text{C}$; скорость воздуха $v \approx 0,9 - 1,2 \text{ м/с}$;
2. $t_{\text{изл}} = 190 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_c = 100 \text{ }^\circ\text{C}$; $v \approx 0,9 - 1,2 \text{ м/с}$;
3. $t_{\text{изл}} = 250 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_c = 120 \text{ }^\circ\text{C}$; $v = 0 \text{ м/с}$ (свободный теплообмен).

На рис. 1 и 2 изображены кривые сушки $W = f(\tau)$ и температурные кривые $\bar{t} = f(\tau)$ при комбинированной сушке термоизлучением тканей из вискозы и льна для указанных режимов сушки.

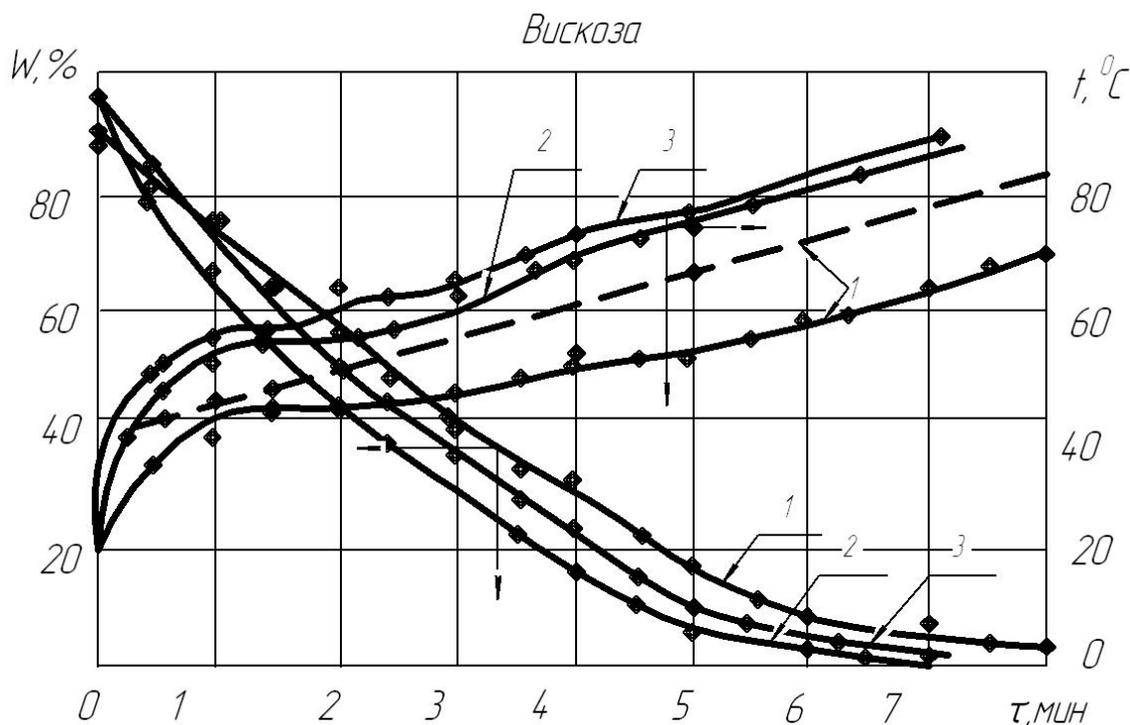


Рисунок 1 – Кривые сушки $W = f(\tau)$ и температурные кривые $\bar{t} = f(\tau)$ при конвективно-терморрадиационной сушке ткани из вискозы для режимов:

1 – $t_c = 80 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{\text{изл}} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$; 2 – $t_c = 100 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{\text{изл}} = 190 \text{ }^\circ\text{C}$; $v = 1,2 \text{ м/с}$;

3 – $t_c = 120 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{\text{изл}} = 250 \text{ }^\circ\text{C}$; $v = 0 \text{ м/с}$

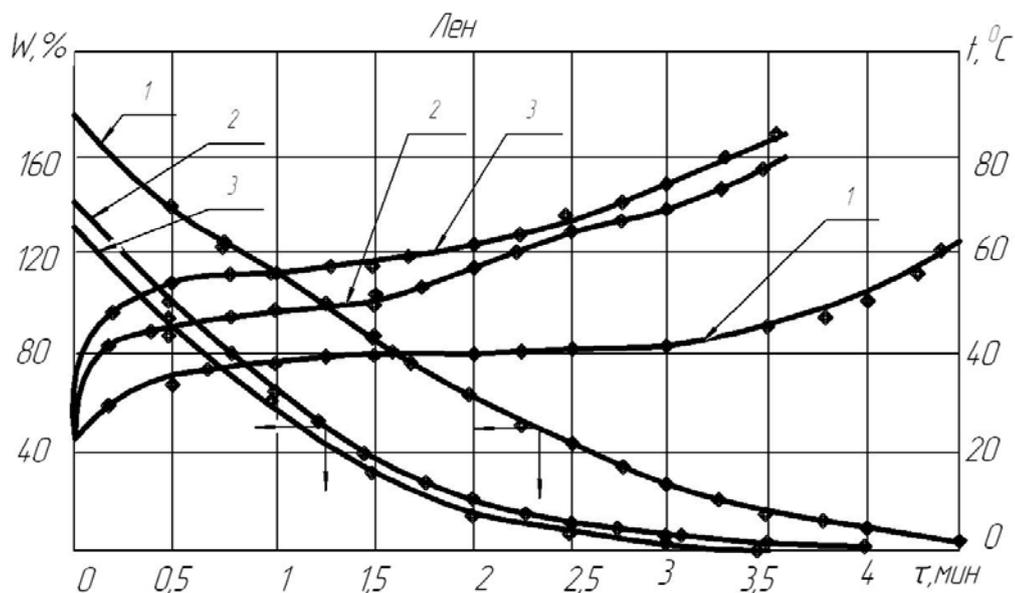


Рисунок 2 – Кривые сушки $W = f(\tau)$ и температурные кривые $\bar{t} = f(\tau)$ при конвективно-терморрадиационной сушке ткани изо льна. Режимы сушки указаны на рис. 1

Видно, что кинетика процесса сушки тканей термоизлучением принципиально не отличается от кинетики конвективной сушки. Наблюдается кратковременный прогрев ткани, периоды постоянной и падающей скорости сушки.

Однако комбинированная терморрадиационная сушка отличается от конвективной высокой интенсивностью испарения влаги с поверхности ткани.

Сушка тканей термоизлучением при принятом способе энергоподвода представляет крайне сложный комбинированный терморрадиационно-конвективно-кондуктивный процесс сушки с переменной температурой на металлической поверхности экспериментального стола.

Исследованиями установлено [1], что максимальная глубина проникновения инфракрасных лучей зависит от свойств материала. Для натуральных тканей тепловые лучи проникают на толщину более четырех слоев. В большинстве случаев влажность материала снижает глубину проникновения инфракрасного излучения только в периоде постоянной скорости сушки и поглощение термоизлучения происходит поверхностью материала [1].

Для тонких тканей ($\delta = 0,7 \div 1 \text{ мм}$) в результате проникновения излучения через ткань градиенты температуры и влагосодержания при комбинированной сушке совпадают по направлению, что значительно интенсифицирует процесс сушки.

Механизм комбинированной сушки тканей термоизлучением – сложный процесс тепломассообмена и строгая математическая постановка задачи на нахождение полей влагосодержаний и температуры на основе решения дифференциальных уравнений влаготеплопереноса представляет большие трудности. Поэтому задача исследования ограничивается только изучением внешнего механизма терморрадиационной сушки тканей и кинетикой процесса на основе обработки экспериментальных данных.

Обработка экспериментальных данных. При исследовании влаготеплопереноса при сушке тканей термоизлучением воспользуемся результатами аналитического решения задачи на нагревание влажной неограниченной пластины в среде с постоянной температурой $t_c = const$ А. В. Лыкова [2] и методом регулярного режима Г. М. Кондратьева [2, 3].

Основным признаком регулярного режима нагревания влажного тела при изменении температуры и влагосодержания являются соотношения

$$-\frac{d\bar{t}}{d\tau} = m_t(t_c - \bar{t}); \quad (1)$$

$$-\frac{dW}{d\tau} = m_u(W - W_p), \quad (2)$$

где $d\bar{t} / d\tau$ и $dW / d\tau$ – скорости изменения температуры и влагосодержания во времени; t_c – температура среды; \bar{t} и W – среднеинтегральные температура и влагосодержание материала; W_p – равновесное влагосодержание материала; m_t и m_u – темп нагревания влажного тела и темп убыли влагосодержания, (мин^{-1}).

Темп нагревания влажного тела m_t и темп убыли влагосодержания m_u находятся из соотношений на основе эксперимента:

$$\text{tg} \varphi_1 = \frac{\ln(t_c - t_0) - \ln(t_c - \bar{t})}{\tau - \tau_0} = m_t = \text{const}; \quad (3)$$

$$\text{tg} \varphi_2 = \frac{\ln(W_{kp} - W_p) - \ln(W - W_p)}{\tau - \tau_0} = m_u = \text{const}, \quad (4)$$

где t_0 – среднеобъемная температура материала в первом периоде сушки; W_{kp} – критическое влагосодержание материала, определяемое по кривым сушки; \bar{t} и W – значения температуры и влагосодержания, соответствующие текущему времени сушки τ .

Отсчет времени сушки в периоде падающей скорости для всех режимов проводится от $\tau = 0$ и влагосодержания W_{kp} . Среднеобъемная температура t_0 в первом периоде вычисляется по соотношению [4]

$$t_0 = 10 + 0,29t_c. \quad (5)$$

На рис. 3 а и рис. 4 изображены зависимости $\ln(t_c - \bar{t}) = f(\tau)$ и $\ln(W - W_p) = f(\tau)$ для вискозной и льняной тканей при терморрадиационно-конвективной сушке.

Видно, что в стадии регулярного режима эти графики имеют вид прямых.

Значения m_t и m_u для некоторых влажных материалов даны в таблице 1.

Таблица 1 – Значения постоянных m_t и m_u для некоторых влажных материалов

Материал	δ , мм	W_{kp} , %	Режим сушки		m_t , мин^{-1}	m_u , мин^{-1}
			t_c , °C	v , м/с		
Войлок	8–10	75–80	90–150	3–10	0,02	0,08
Фетр	4	35–40	50–60	0,5–0,8	0,02	0,08
Подошвенная кожа	4	57–60	40–60	3–5	0,04	0,055
Вискозная и льняная ткань	0,7–1,2	60–80	80–120 $t_{изм} = 150–250$	0–1,2	0,11	0,45

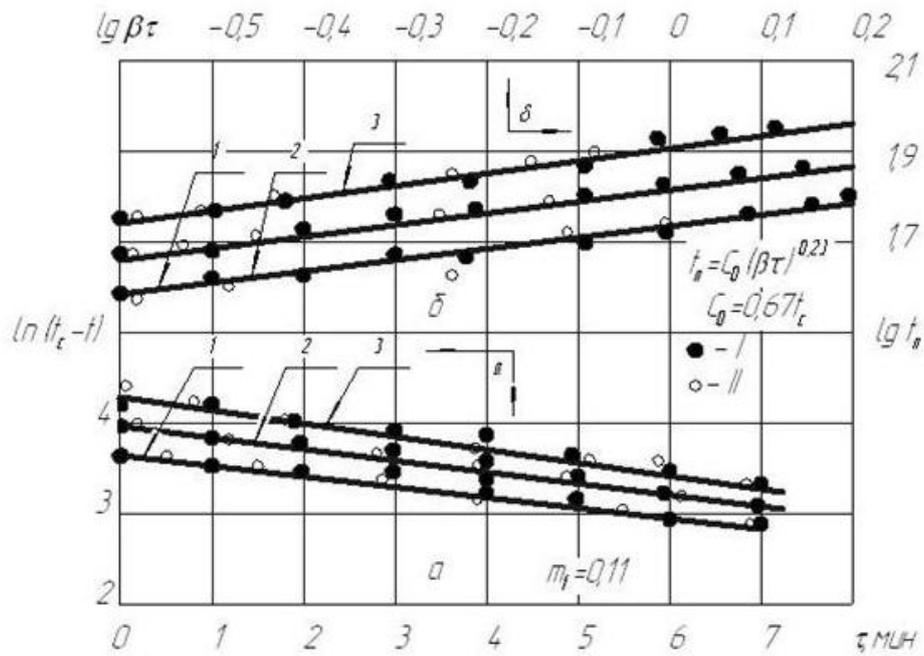


Рисунок 3 а, б – Зависимость $\ln(t-t_c) = f(\tau)$ при комбинированной сушке
 вязкой и льняной ткани термоизлучением при режимах: а) $1-t_c = 80^\circ\text{C}$;
 $t_{\text{изл.}} = 150^\circ\text{C}$; $\nu = 1,2\text{м/с}$; $2-t_c = 100^\circ\text{C}$; $t_{\text{изл.}} = 190^\circ\text{C}$; $\nu = 1,2\text{м/с}$;
 $3-t_c = 120^\circ\text{C}$; $t_{\text{изл.}} = 250^\circ\text{C}$; $\nu = 0\text{м/с}$. I – вискоза, II – лен;
 б) зависимость $\lg \theta = f(\tau) = f(\lg t_n)$ для комбинированной сушки вязкой и
 льняной ткани термоизлучением при режимах, указанных на рис. 3 а

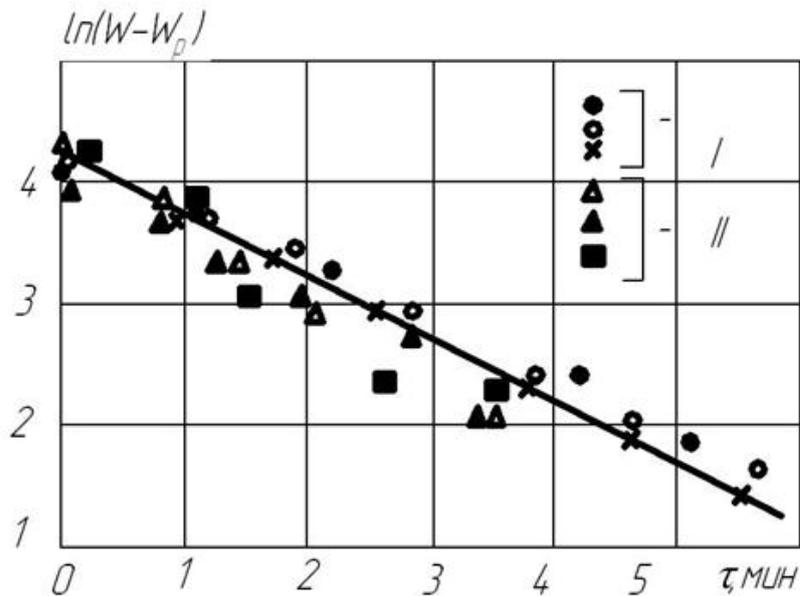


Рисунок 4 – Зависимость $\ln(W - W_p) = f(\tau)$ при комбинированной сушке
 вязкой и льняной ткани термоизлучением при режимах: I – вискоза: $1-t_c = 80^\circ\text{C}$;
 $t_{\text{изл.}} = 150^\circ\text{C}$; $\nu = 1,2\text{м/с}$; $2-t_c = 100^\circ\text{C}$; $t_{\text{изл.}} = 190^\circ\text{C}$; $\nu = 1,2\text{м/с}$;
 $3-t_c = 120^\circ\text{C}$; $t_{\text{изл.}} = 250^\circ\text{C}$; $\nu = 0\text{м/с}$; II – лен: $4-t_c = 80^\circ\text{C}$; $t_{\text{изл.}} = 150^\circ\text{C}$;

$$\nu = 1,2 \text{ м/с} ; 5 - t_c = 100^\circ\text{C} ; t_{\text{узн.}} = 190^\circ\text{C} ; \nu = 1,2 \text{ м/с} ; 6 - t_c = 120^\circ\text{C} ;$$

$$t_{\text{узн.}} = 250^\circ\text{C} ; \nu = 0 \text{ м/с}$$

Из решения уравнений (1), (2) с учетом выражений (3), (4) находится время сушки τ и температура материала \bar{t} в периоде убывающей скорости [4]:

$$\tau_{II} = \frac{I}{m_t} \ln \left(\frac{t_c - t_0}{t_c - \bar{t}} \right); \quad (6)$$

$$\tau_{II} = \frac{I}{m_u} \ln \left(\frac{W_{\text{сп}} - W_p}{W - W_p} \right). \quad (7)$$

С учетом времени сушки в первом периоде $\tau_I = W_0 - W_{\text{сп}} / N$ – продолжительность сушки тканей до заданного влагосодержания равна:

$$\tau = \frac{W_0 - W_{\text{сп}}}{N} + \frac{I}{m_u} \ln \left(\frac{W_{\text{сп}} - W_p}{W - W_p} \right), \quad (8)$$

где $N = dW / d\tau$ – максимальная скорость сушки в первом периоде; W – текущее влагосодержание материала.

Из уравнения (6) находится среднеинтегральная температура в процессе сушки тканей:

$$t = t_c - \frac{t_c - t_0}{\exp(m_t \tau)}, \quad (9)$$

где τ – время сушки от начального W_0 до текущего значения влагосодержания W .

При исследовании теплообмена в процессе сушки воспользуемся результатами аналитического решения дифференциального уравнения на нагревание влажной неограниченной пластины в среде с постоянной температурой $t_c = \text{const}$ при граничных условиях третьего рода (сушка) А. В. Лыкова [2, 5].

Из решения задачи можно записать:

$$\theta = \frac{t_c - t_{II}}{t_c - t_{o.c.}} = f(\exp Fo \cdot Pd) = f(\exp \beta \tau), \quad (10)$$

где $t_{II}, t_{o.c.}$ – температуры поверхности влажного материала и окружающей среды; Fo – критерий Фурье; Pd – критерий Предводителява;

Произведение критериев Фурье Fo и Предводителява Pd представляет соотношение [4, 5]

$$Fo \cdot Pd = \frac{a\tau}{R^2} \cdot \frac{\beta R^2}{a} = \beta \tau,$$

где β – скорость изменения температуры на поверхности влажного тела, мин^{-1} ; θ – относительная температура влажного тела, м; a – коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{с}$; R – характерный размер тела, м; τ – время сушки, мин.

На рис. 5 представлена зависимость $\lg \theta = f(\tau)$ при сушке вискозы и льна.

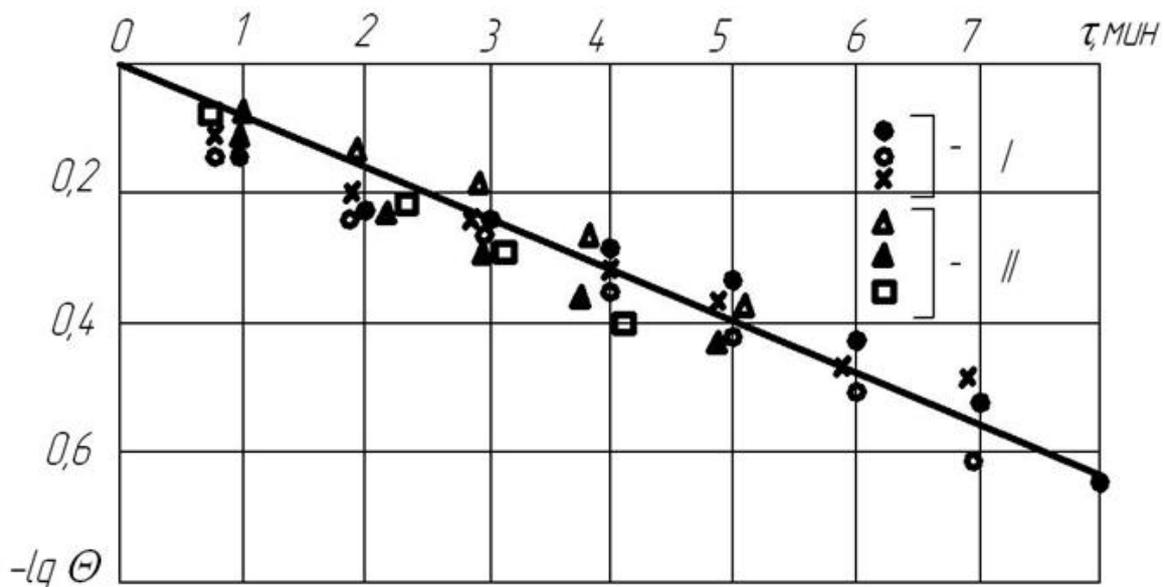


Рисунок 5 – Зависимость относительной температуры $\lg \theta = f(\tau)$ для комбинированной сушки вискозной и льняной ткани термоизлучением при режимах, указанных на рис. 1 I – вискоза, II – лен

Обработкой зависимости $\lg \theta = f(\tau)$ (рис. 5) получено значение коэффициента β при сушке тканей $\beta = 0,25 \text{ мин}^{-1}$.

Из выражения (10) определяется температура тканей в процессе сушки:

$$\bar{t} = t_{II} = t_C - (t_C - t_{o.c.}) \exp(-0,25\tau). \quad (11)$$

Изменение температуры тканей в процессе сушки можно также выразить и в виде степенной зависимости $t_{II} = f(\beta\tau)^m$.

На рис. 3 б дана зависимость $\lg t_{II} = f(\lg \beta\tau)$ в процессе комбинированной сушки тканей термоизлучением при различных режимах.

Обработкой экспериментальных данных, представленных на рис. 3 (б) методом средних, получено уравнение для вычисления температуры тканей в процессе комбинированной сушки:

$$t_{II} = B_1 (\beta\tau)^{0,23}, \quad (12)$$

$$B_1 = 0,7 t_C. \quad (13)$$

С целью проверки достоверности полученных результатов обработки экспериментальных данных проведено сопоставление расчетных значений времени сушки и температуры тканей по уравнениям (8), (9), (11) и (12) с экспериментом, представленное в таблице 2. Видно, что расчетные значения параметров, определяемые по формулам, хорошо согласуются с экспериментом.

Таблица 2 – Сравнение расчетных значений времени сушки и температуры тканей по уравнениям (8), (9), (11) и (12) с экспериментом при комбинированной сушке

Вискоза: $t_{изл} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_C = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$; $v = 1,2\text{ м/с}$						
$W, \%$	$\tau_{экс}, \text{мин}$	$\tau, \text{мин}$ (8)	$\bar{t}_{экс},\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\bar{t},\text{ }^{\circ}\text{C}$ (9)	$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$ (11)	$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$ (12)
80	0,51	0,53	35	36,3	30,5	34,6
60	1,65	1,58	41,2	40,7	41	41,5
40	2,98	2,88	45,5	46,2	46,5	46,9
20	4,69	4,36	53,5	52,5	54,9	53,5
10	6	5,92	58,5	56,7	59,5	56,9
Вискоза: $t_{изл} = 190\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_C = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$; $v = 1,2\text{ м/с}$						
80	0,75	0,70	42,5	42,5	39	41,8
60	1,35	1,25	51	49,8	48,7	52,5
40	2,25	2,1	58,5	57,8	57,5	60
20	3,85	3,78	67	66,6	68,9	67,5
10	5	5,1	70	68,5	73	71
Лен: $t_{изл} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_C = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$; $v = 1,2\text{ м/с}$						
120	0,8	0,8	38	37,5	36,1	38,6
80	1,65	1,75	40	41,5	40	43,5
40	2,65	2,58	42,5	43,5	44,2	45,6
10	4,15	4,6	53	51,5	55,1	54,4
Лен: $t_{изл} = 190\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_C = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$; $v = 1,2\text{ м/с}$						
100	0,65	0,6	44	43,5	40	44,4
80	0,75	0,76	47	45,5	46,5	47,6
60	1,35	1,31	50	47,5	48,5	52,5
40	1,55	1,95	52	49,7	53	49,8
10	4,25	4,7	71	70	73,5	72,5

Из решения этой же задачи А. В. Лыковым [2] получен также критерий, который представляет отношение психрометрической разности ($t_C - t_M$) к избыточной температуре окружающей среды ($t_C - t_{o.c.}$):

$$\theta_M = \frac{t_C - t_M}{t_C - t_{o.c.}}; \quad (14)$$

$$\theta_M = \frac{rj_0}{\bar{\alpha}_{кр}(t_C - t_{o.c.})}, \quad (15)$$

где t_M – температура мокрого термометра, равная температуре поверхности материала в периоде постоянной скорости сушки; j_0 – интенсивность испарения влаги в первом периоде, кг/м²ч; $\bar{\alpha}_{кр}$ – коэффициент теплообмена в первом периоде, Вт/м²·°C; r – теплота парообразования, кДж/кг; θ_M – относительная температура в первом периоде сушки.

Теплота парообразования вычисляется по формуле

$$R = 2490 - 2,3 \bar{t} \quad (16)$$

Из уравнения (14) и (15) имеем:

$$t_M = t_C - \frac{rj_0}{\alpha_{кр}}. \quad (17)$$

Таким образом, относительная температура θ_M приобретает значение параметрического критерия. Метод обработки экспериментальных данных с использованием результатов аналитических решений придает исследованию процесса сушки более обобщенный характер, сближает теорию с практикой сушки.

Уравнения (15) и (17), установленные А. В. Лыковым [2] для периода постоянной скорости сушки, используем в расчетах периода падающей скорости.

Запишем уравнения (15) и (17) в виде

$$\theta_M = \frac{t_C - t_{II}}{t_C - t_{o.c.}} = \frac{rj_0}{\bar{\alpha}(t_C - t_{o.c.})}; \quad (18)$$

$$t_{II} = t_C - \frac{rj}{\alpha}, \quad (19)$$

где j и $\bar{\alpha}$ – интенсивность испарения влаги кг/м²·ч и коэффициент теплообмена в периоде падающей скорости, Вт/м²·°С.

Коэффициенты теплообмена α при комбинированной сушке тканей термоизлучением определялись по формуле [6, 7] для вынужденного и свободного теплообмена:

$$Nu = 0,87 Re^{0,5} \left(\frac{T_C}{T_M} \right)^2 \cdot \left(\frac{T_{изл}}{T_C} \right)^{0,45} \cdot \left(\frac{W}{W_{кр}} \right)^{0,5}; \quad (20)$$

$$Nu = 0,75(Gr \cdot Pr)^{0,25} \left(\frac{T_C}{T_M} \right)^2 \cdot \left(\frac{T_{изл}}{T_C} \right)^{0,45} \cdot \left(\frac{W}{W_{кр}} \right)^{0,5}, \quad (21)$$

где Nu – критерий Нуссельта; Re – критерий Рейнольдса; Gr – критерий Грасгофа; Pr – критерий Прандтля; T_C , T_M , $T_{изл}$ – абсолютные температуры среды мокрого термометра, излучателя.

Поправка $(W/W_{кр})^{0,5}$ учитывает уменьшение коэффициента теплообмена α с уменьшением влагосодержания. Интенсивность испарения влаги j определялась в экспериментах весовым способом и по кривым сушки

$$j = \frac{1}{100} \cdot \frac{dW}{d\tau} \cdot \frac{G_0}{F}, \text{ кг/м}^2\text{ч}, \quad (22)$$

где $dW/d\tau$ – скорость сушки во втором периоде; G_0 – абсолютно сухой вес материала, кг; F – поверхность испарения ткани, м².

Анализ экспериментальных данных по комбинированной конвективно-радиационно-кондуктивной сушке ткани показал, что температура металлической поверхности стола оказывалась выше температуры ткани на 5 – 12 °С (рис. 1) за счет максимальной глубины проникновения излучения через ткань и возникновения кондуктивного дополнительного подвода тепла от металлической поверхности к ткани. При этом значительно возрастает интенсивность испарения влаги за счет

совпадения градиентов влагосодержания и температуры по направлению к поверхности ткани.

Обработка опытных данных показала, что определяющей температурой в уравнениях (18) и (19) при сушке термоизлучением является не температура среды t_c , а температура излучателя $t_{изл}$. Уравнение (19) примет вид:

$$t_{II} = \bar{t} = t_{изл} - \frac{rj}{\alpha}. \quad (23)$$

Для тонких тканей среднеобъемная температура \bar{t} и поверхности t_{II} практически одинаковы.

Рассмотрим влияние критерия Фурье Fo на распределение температуры во влажном теле θ . А. В. Лыков [8] отмечает, что если распределение температуры в телах подобны между собой, то для них величина $\alpha\tau / R^2$ должна иметь одинаковое значение. Поэтому при заданном начальном распределении температуры последующие распределения зависят от сочетания величин $\alpha\tau / R^2$, которые образуют обобщенную переменную. Критерий Фурье Fo приобретает смысл обобщенного времени. Следовательно, распределение температуры для одного вида материала с одинаковым характерным размером $R = \delta$ является подобным и величина критерия Фурье Fo должна иметь одинаковое значение для различных режимов сушки при одинаковых значениях времени τ .

На рис. 6 представлена зависимость относительной температуры $\theta = f(Fo)$ в процессе комбинированной сушки тканей термоизлучением при различных режимах.

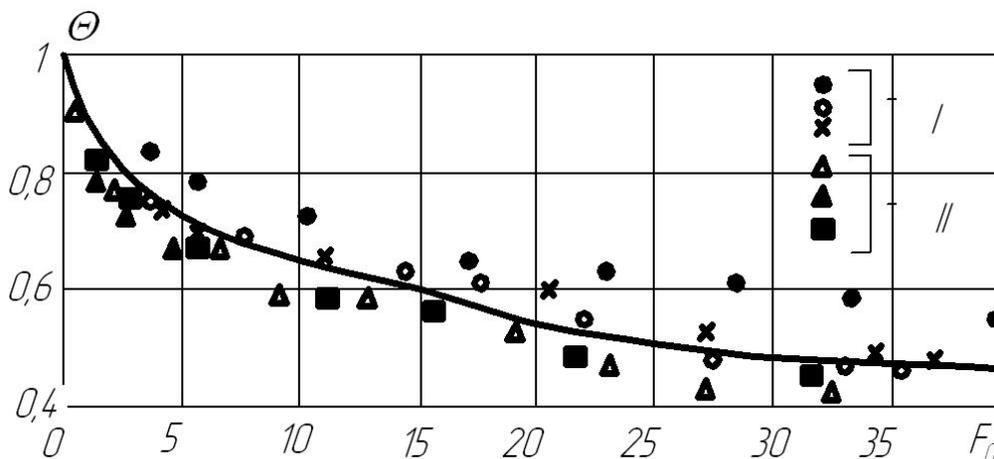


Рисунок 6 – Зависимость относительной температуры θ от критерия Фурье Fo при комбинированной сушке вязкой и льняной ткани термоизлучением. Режимы сушки указаны на рис. 4

Обработка опытных данных показала, что для материала с одним характерным размером R все опытные точки с допустимым разбросом укладываются на одну кривую (рис. 6). Зависимость $\theta = f(Fo)$ приближенно можно описать уравнением

$$\theta = f(Fo)^{-0,18}. \quad (24)$$

Для вычисления критерия Фурье Fo необходимо знать закономерности изменения коэффициента температуропроводности α от температуры и влажности. Коэффициент температуропроводности тканей

$$a = \frac{\lambda}{c\rho},$$

где λ , c , ρ – соответственно теплопроводность, Вт/м² ·°С; теплоемкость, Дж/кг ·°С; плотность влажной ткани, кг/м³.

Зависимость коэффициента теплопроводности λ тканей от температуры в границах от $t \approx 20 - 70$ °С незначительна и при расчетах не учитывается [9].

Влияние влажности на теплопроводность текстильных тканей хорошо исследовано [9] и выражается формулой

$$\lambda = \lambda_0 + 0,00144W, \text{ Вт/м-град,}$$

где λ_0 – коэффициент теплопроводности тканей в сухом состоянии; W – влажность тканей на сухой вес.

Теплоемкость влажных тканей определяется выражением [6]

$$c = \frac{c_o + c_e \frac{W}{100}}{1 + \frac{W}{100}}, \text{ Дж/кг ·°С,}$$

где c_o – теплоемкость сухой ткани; $c_e = 4186$ кДж/ кг·°С – теплоемкость воды.

Плотность ρ влажной ткани в процессе сушки измерялась в экспериментах весовым способом.

Вычисленные значения коэффициента температуропроводности a приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость коэффициента температуропроводности для тканей от влажности W

Вискоза					Лен				
$\lambda_0 = 0,058 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°С}}; c_o = 1600 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{°С}$					$\lambda_0 = 0,046 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°С}}; c_o = 1500 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{°С}$				
$W, \%$	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°С}}$	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$c, \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{°С}$	$a \cdot 10^4$ м ² /ч	$W, \%$	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°С}}$	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$c, \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{°С}$	$a \cdot 10^4$ м ² /ч
90	0,187	759	2825	3,14	160	0,276	675	3150	4,67
80	0,173	713	2750	3,17	140	0,248	637	3060	4,58
60	0,144	640	2569	3,15	120	0,219	587	2960	4,537
50	0,13	600	2462	3,16	100	0,19	537	2840	4,49
40	0,116	556	2339	3,24	80	0,161	482	2690	4,48
20	0,087	488	2031	3,16	60	0,132	430	2500	4,47
10	0,072	453	1835	3,11	40	0,104	374	2260	4,41
					20	0,075	321	1946	4,32
					10	0,06	294	1744	4,27

При исследовании теплообмена в процессе комбинированной сушки тканей термоизлучением использовались критериальные уравнения для вынужденного и свободного теплообмена (20), (21) с поправками на излучение.

Плотность потока тепла в периоде убывающей скорости сушки находится из уравнения теплообмена

$$q = \bar{\alpha}(t_C - t_{II}), \text{ Вт/м}^2. \quad (25)$$

Для проверки достоверности полученных при исследовании результатов проведен расчет теплообмена по формуле излучения Стефана-Больцмана [6, 7]

$$q_{изл} = \varepsilon_{np} C_o \left[\left(\frac{T_{изл}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{нов}}{100} \right)^4 \right] \cdot \varphi \left(\frac{W}{W_{кр}} \right)^{0,5}, \quad (26)$$

где C_o – коэффициент излучения абсолютного черного тела, $C_o = 5,67 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4$; φ – угловой коэффициент излучения $\varphi = 1$; $(W / W_{кр})^{0,5}$ – поправка на уменьшение тепловых потоков с уменьшением влагосодержания.

Приведенная степень черноты системы определяется выражением [6, 7]

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \varphi \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)}, \quad (27)$$

где ε_1 – степень черноты излучателя (нихром) $\varepsilon_1 = 0,8 \div 0,81$; ε_2 – степень черноты натуральных тканей $\varepsilon = 0,75 - 0,9$.

Результаты сопоставления расчетов по уравнениям (20), (22), (23) (25) и (26) с экспериментом представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сопоставление расчетов по уравнениям (20), (22), (23) (25) и (26) с экспериментом

$W, \%$	$\bar{\alpha}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ (20)	$j \cdot 10^3$ $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$ (22)	$t_{II, \text{расч}} \text{°C}$ (23)	$t_{II, \text{экс}}$	$q, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ (25)	$q_{изл}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ (26)
Вискоза: $t_{изл} = 150 \text{ °C}, t_C = 80 \text{ °C}, v = 1,2 \text{ м/с}, \varepsilon_{np} = 0,845$						
80	31,6	1,42	42	40	1264	1228
60	29,7	1,33	43	44	1069	1050
40	24,5	1,07	46	46	833	839
20	21	0,85	55	54	546	572
10	17	0,65	59	58	374	383
Лен: $t_{изл} = 190 \text{ °C}, t_C = 100 \text{ °C}, v = 1,2 \text{ м/с}, \varepsilon_{np} = 0,86$						
120	38,4	2,36	43	41,5	2166	2086
100	35,1	2,15	45	46	1895	1785
80	31,9	1,9	47	47	1691	1562
60	28,9	1,72	48,5	49	1474	1369
40	25,1	1,44	53	51,5	1217	1105
80	22,2	1,21	61	60	888	759
10	17,6	0,92	68,5	67	581	539

Сравнение расчетных значений температуры t в процессе сушки тканей с экспериментом и тепловых потоков по двум разным методам является подтверждением достоверности результатов, полученных при исследовании кинетики процесса сушки ткани термоизлучением.

ВЫВОДЫ

Проведено исследование кинетики сушки тканей термоизлучением при различных режимах. Обработкой экспериментальных данных по комбинированной терморadiационно-конвективной сушке тканей установлены основные закономерности кинетики сушки. Получены уравнения для определения продолжительности и температуры в процессе сушки тканей. Представлено сопоставление расчетных значений параметров, полученных по предлагаемым уравнениям, с экспериментом. Сравнение расчетных значений с экспериментом показало достаточно удовлетворительное их совпадение в пределах точности проведения эксперимента. Исследование процесса сушки тканей термоизлучением, проведенное авторами, показало, что интенсивность влаготеплообмена значительно выше, чем при конвективной сушке, что сокращает длительность процесса и дает заметный эффект энергосбережения. Результаты исследований могут использоваться в инженерной практике в процессе сушки тканей термоизлучением.

Список использованных источников

1. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – Москва : Энергия, 1968. – 470 с.
2. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – Москва : Высшая школа, 1967. – 600 с.
3. Лыков, А. В. Тепломассообмен (справочник) / А. В. Лыков. – Москва : Энергия, 1971. – 651 с.
4. Ольшанский, А. И. Исследование процесса сушки тонких материалов методом регулярного режима / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский. // Известия НАН Беларуси. Серия физико-технических наук. – 2011. – № 2. – С. 75-81.
5. Пехович, А. И. Расчеты теплового режима твердых тел / А. И. Пехович, В. М. Жидких. – Ленинград : Энергия, 1968. – 303 с.
6. Теплоиспользующие установки в текстильной промышленности : учебное издание для вузов / под общ. ред. Е. А. Ганина. – Москва : Легпромиздат, 1989. – 390 с.
7. Исаченко, В. П. Теплопередача / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – Москва : Энергия, 1969. – 439 с.
8. Лыков, А. В. Теория тепло- и массопереноса / А. В. Лыков, Ю. А. Михайлов. – Москва. – Ленинград : Госэнергоиздат, 1963. – 535 с.
9. Колесников, П. А. Теплозащитные свойства одежды / П. А. Колесников. – Москва : Легкая индустрия, 1965. – 345 с.

Статья поступила в редакцию 12.12.2011

SUMMARY

The process of fabrics drying with thermal radiation under various modes has been investigated.

The data obtained resulted in the equations for calculating major parameters of the kinetics of fabrics drying with thermal radiation.

The comparative analysis of parameters calculated with equations and those obtained from the experiments has been shown.

The comparative analysis of calculated and experimental data of major kinetic characteristics of the fabrics drying with thermal radiation has shown sufficient adequacy of both experimental and calculated data processing.

СПОСОБ И ПРИБОР ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УДЛИНЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.В. Садовский

Относительное удлинение материала представляет существенный интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения. Наличие информации об удлинении используется для сравнения предельных деформационных способностей различных материалов, при общей оценке свойств материалов без уточнения конкретных условий их применения и в случаях, когда требуется подбирать материалы с определенными удлинениями. Применяемые в настоящее время методы оценки относительного удлинения материалов базируются преимущественно на приборах механического принципа действия, что трудоемко и в ряде случаев не позволяет с высокой точностью оценивать деформации материалов. Кроме того, эти методы невозможно использовать при контроле удлинений движущихся материалов в процессе их выработки.

Вместе с тем имеются оптические методы контроля различных свойств текстильных материалов. Они успешно применяются для контроля толщины, поверхностной плотности полуфабрикатов прядильного производства, поверхностной плотности ворсовых материалов, коэффициента распрямленности волокон, ворсистости нити и пряжи, их неровноты по толщине, зрелости волокон, концентрации ворса при электрофлокировании и других параметров материалов. Эти методы основаны на изменении оптических характеристик при взаимодействии света с исследуемым материалом.

В [1] рассмотрено влияние макроструктуры трикотажа на интегральную величину потока, отраженного от полотна. Установлено, что каждой определенной форме петли, при прочих равных условиях, соответствует свой коэффициент анизотропии светорассеяния. В [2] найдена взаимосвязь геометрии элементарного звена трикотажа с коэффициентом оптической анизотропии. Получено математическое выражение, которое показывает, что изменение формы петли в процессе растяжения приводит к изменению величины этого коэффициента.

В работе [3] предлагается способ измерения относительных удлинений материалов по изменению коэффициента анизотропии светорассеяния света, отраженного исследуемым материалом. Данный способ заключается в том, что исследуемый материал освещают параллельным световым потоком перпендикулярно его поверхности и регистрируют световые потоки Φ_1 и Φ_2 , рассеянные материалом в обратном направлении в двух одинаковых телесных углах, ориентированных во взаимно перпендикулярных плоскостях под равными углами к падающему потоку, при этом один из световых потоков Φ_1 регистрируют в плоскости, совпадающей с направлением приложения механического напряжения. О величине относительного удлинения судят по величине коэффициента анизотропии светорассеяния $\alpha = \Phi_1 / \Phi_2$.

На рис. 1 приведена схема, поясняющая предлагаемый способ. Свет параллельным пучком 1 освещает исследуемый материал 2 перпендикулярно его поверхности. Световой поток Φ_1 , рассеиваемый материалом 2 в телесном угле Ω , расположенном в плоскости, совпадающей с направлением приложения механического напряжения к исследуемому материалу, регистрируется фотоприемником 3.

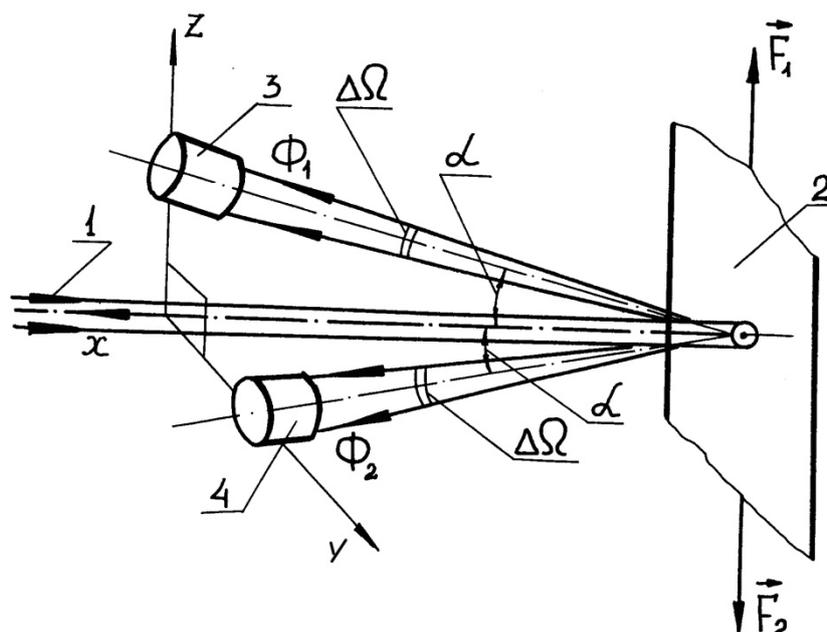


Рисунок 1 – Схема направлений падающего и отраженного световых потоков

Оптическая ось фотоприемника 3 является осью симметрии телесного угла Ω и расположена в плоскости XU под углом α к оси X . Фотоприемник 4 регистрирует световой поток Φ_2 , рассеянный в телесном угле Ω , оптическая ось которого расположена в плоскости XU под тем же углом α к оси X . Пара сил, растягивающих исследуемый материал, направлена вдоль оси Z .

Для реализации предложенного метода разработан прибор, обеспечивающий высокую чувствительность коэффициента анизотропии светорассеяния (α) к изменению деформации, что является важным для измерений, проводимых на слаборассеивающих материалах, а также автоматическую перенастройку прибора при переходе на другой материал, отличающийся по отражательной способности.

Прибор состоит из двух блоков: первый блок – измерительная головка, в которой находится ИК светодиод, излучающий параллелизованный пучок света и два фотодиода, второй блок питания, в котором производится автоматическое деление сигналов, вырабатываемых фотодиодами. Измерительная головка представляет собой светопоглощающий проводящий прямой круговой цилиндр, симметричный относительно светового пучка. Фотоприемники помещены на внутренней стороне верхнего основания цилиндра симметрично его оси, во взаимно перпендикулярных осях так, как это описано выше.

На рис. 2 показана схема прибора, иллюстрирующая принцип измерения и поясняющая предложенный способ. Поток света от источника 1 проходит через круглое отверстие в центре нижнего основания и по нормали падает на поверхность исследуемого материала 2 с размером площади 10 мм^2 . Рассеянный в направлении, обратном направлению падения, поток света улавливается двумя одинаковыми фотоприемниками 3 и 4, установленными на внутренней поверхности дальнего от исследуемого материала основания светозащитного цилиндра 5. Приемник 3 принимает свет, рассеянный материалом в плоскости ZX (см. рис. 1), а приемник 4 – в перпендикулярной плоскости ZY . Сигналы с фотоприемников в виде напряжений U_x и U_y поступают в блок питания, принципиальная схема которого показана на рис. 3, на узкополосные фильтры 1, выделяющие высокочастотный полезный сигнал.

Применение в качестве узкополосных фильтров Т-моста обеспечивает подавление посторонних засветок. Далее отфильтрованные сигналы приходят на

преобразователи 2 переменного напряжения в постоянное, затем на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) 3.

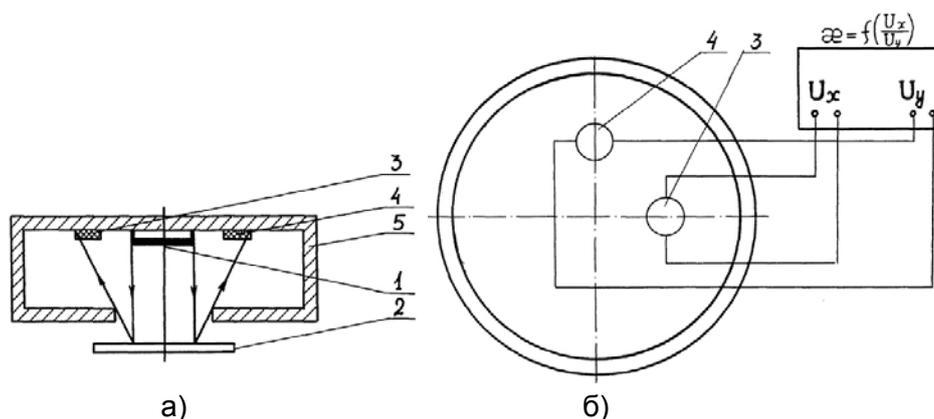


Рисунок 2 – Схема прибора

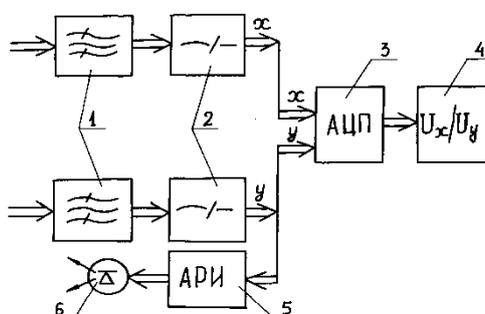


Рисунок 3 - Принципиальная схема блока питания и обработки сигналов

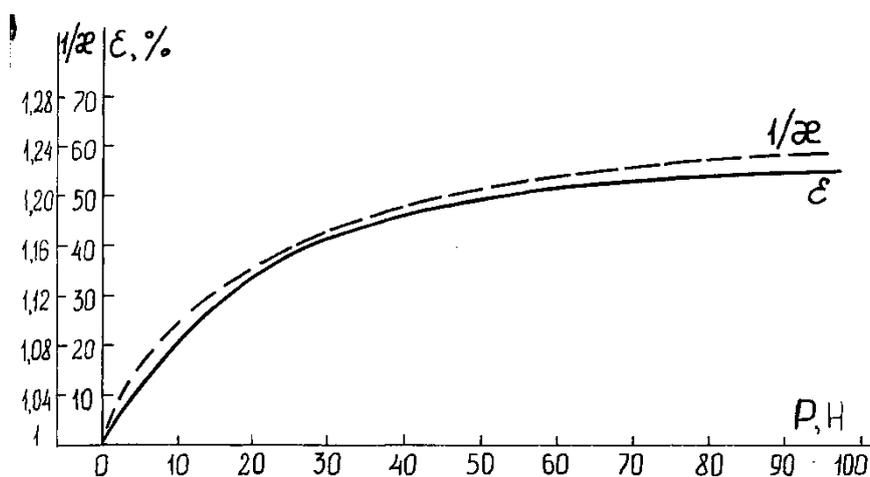
При этом сигнал канала Y является опорным, а сигнал канала X – измеряемым. Таким образом, на табло 4 индуцируется численное значение оптического коэффициента анизотропии α , равное отношению U_x/U_y . Ввиду того, что различные материалы имеют не одинаковое светорассеяние, в приборе предусмотрена система автоматического регулирования источника (АРИ) 5. АРИ устанавливает амплитуду источника такой, что в канале Y сигнал поддерживается на одном уровне, независимо от материала. Нормальная работа АРИ сигнализируется индикатором 6.

Для оценки сходимости кривых изменения удлинений и коэффициентов оптической анизотропии материалов от усилия растяжения исследовались трикотажные полотна различных переплетений, плотностей вязания, цвета, выработанные из различных нитей. Выбору трикотажных полотен послужило то, что они являются более растяжимыми из всех текстильных материалов, а их разнообразие было взято для объективности проверки работоспособности метода на широкой группе материалов отличающихся своими характеристиками. Деформирование образцов производили на специальной установке, обеспечивающей одно- и двухосное растяжение, при нагрузках 10, 20, 30, 40, ..., 90 Н. Двухкоординатный столик с закрепленной к нему измерительной головкой прибора устанавливали над образцом так, чтобы фотоприемник был ориентирован в плоскости, совпадающей с направлением приложения нагрузки к исследуемому образцу. Источник света датчика (ИК светодиод) облучал исследуемый материал в направлении нормали к плоскости его растяжения. На индикаторе прибора устанавливали значение коэффициента анизотропии $\alpha = 1$ что соответствовало начальному значению для отсчета показаний. Изменение коэффициента анизотропии

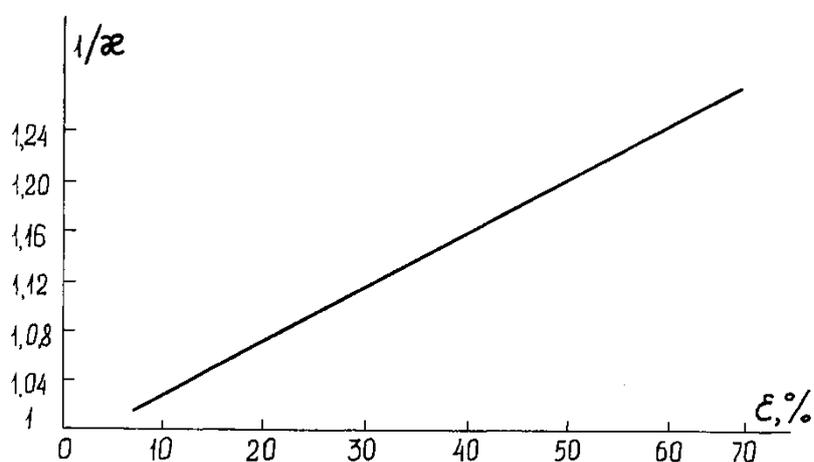
α при различных видах деформации материалов регистрировалось электронным блоком прибора и записывалось осциллографом или в память компьютера. Параллельно производились замеры удлинения исследуемых образцов инструментальной линейкой.

Так как при деформации материала значения коэффициента анизотропии α убывают, что затрудняет сравнение кривых изменения α с кривыми относительного удлинения ε , то для удобства графического представления зависимостей в дальнейшем использовалась обратная величина коэффициента анизотропии – $1/\alpha$.

По результатам исследования построены графики зависимостей $1/\alpha(P)$, $\varepsilon(P)$ и $1/\alpha(\varepsilon)$ (рис. 4, а, б) и аппроксимированы методом наименьших квадратов в виде: $\varepsilon = a_1 \cdot p^{B_1}$, $1/\varepsilon = a_2 p^{B_2}$, $1/\alpha = a_3 + B_3 \varepsilon$. Для всех исследуемых материалов и видов растяжения характер графических зависимостей и аналитических выражений одинаков.



а)



б)

Рисунок 4 – Зависимости $1/\alpha(P)$, $\varepsilon(P)$ при одноосном растяжении по длине трикотажного полотна кулирная гладь

Величины коэффициентов корреляции для графиков всех исследованных полотен представлены находятся в пределах $R = 0,97 - 0,99$. Учитывая линейную связь между $1/\alpha$ и ε , а также то, что исследованию подвергался широкий ассортимент трикотажных полотен, различных переплетений, плотностей вязания, вида, толщины

и цвета нитей, с достаточной вероятностью можно считать, что зависимость $1 / \alpha(P)$ адекватна зависимости $\varepsilon(P)$ для каждого конкретного материала.

ВЫВОДЫ

1. Предложен способ и прибор для бесконтактного измерения относительных удлинений материалов по изменению коэффициента анизотропии светорассеяния света, отраженного исследуемым материалом.

2. Проведена проверка работоспособности способа на широкой группе трикотажных материалов, отличающихся своими характеристиками, которая показала высокую сходимость кривых растяжения, полученных предложенным способом и прямым измерением на материале.

Список использованных источников

1. Гюрджиев, И. С. Разработка и исследование абсорбционного метода контроля сортности сурового верхнего трикотажного полотна на кругловязальных машинах [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук / И. С. Гюрджиев ; Моск. технол. ин-т. – Москва, 1975.
2. Взаимосвязь между коэффициентом анизотропии светорассеяния и формой петли трикотажа / В. В. Садовский [и др.] // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1996. – № 4. – С. 7-11.
3. Пат. 2082083 Российская Федерация, МПК С 1 G 01 В 11/16. Способ контроля величины относительного удлинения плоских волокнодержущих материалов при механических деформациях / В. В. Садовский, Б. А. Виноградов, П. Г. Шляхтенко, А. В. Сергеев ; заявитель и патентообладатель Амурский государственный университет. — № 93041451/28 ; заявл. 19.08.1993 ; опубл. 20.06.1997

Статья поступила в редакцию 06.02.2012

SUMMARY

A method and device for contactless measurement of textile materials relative lengthening by changing the anisotropy coefficient of light scattering reflected by the material under study is presented.

Testing of different knitted fabrics showed high convergence of the tensile curves obtained by the proposed method and by the direct materials measurement.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КРЕМАХ ДЛЯ ЛИЦА МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАПЕРОМЕТРИИ

А.М. Брайкова, Н.П. Матвейко

Парфюмерно-косметическая продукция – это вещества или смеси веществ, предназначенные для нанесения непосредственно на внешний покров человека или на зубы и слизистую оболочку полости рта с главной целью их очищения, изменения их внешнего вида, придания приятного запаха и (или) коррекции запаха тела и их защиты или сохранения в хорошем состоянии [1]. В список парфюмерно-косметических средств включены разнообразные кремы, эмульсии, лосьоны, гели, масла, маски и т. д.

Средства по уходу за кожей человека представлены на рынке в наиболее широком ассортименте и производятся практически всеми отечественными и зарубежными косметическими предприятиями. Ввозимая и отечественная парфюмерно-косметическая продукция должна соответствовать нормативно-качественным характеристикам и показателям гигиенической безопасности, одним из которых является содержание тяжелых металлов. В парфюмерно-косметической продукции общего применения содержание тяжелых металлов не должно превышать, мг/кг: мышьяк – 5,0; ртуть – 1,0; свинец – 5,0. Содержание меди, цинка и кадмия в парфюмерно-косметической продукции не регламентируется [2]. Однако при производстве парфюмерно-косметической продукции, в частности кремов для лица, используются компоненты, содержащие соли и оксиды цинка и меди. Кадмий может присутствовать в кремах вследствие использования при их производстве растительного сырья, в которых этот металл зачастую содержится. Поскольку кремы для лица являются предметами повседневного обихода, необходимо уделять особое внимание контролю их показателей безопасности, в том числе и содержания тяжелых металлов.

Для получения объективной информации о концентрации тяжелых металлов используются различные современные методы аналитической химии, в частности электрохимические. Наиболее перспективным из них является метод инверсионной вольтамперометрии, позволяющий определять цинк, медь, кадмий и свинец в одной пробе при их совместном присутствии. Суть метода инверсионной вольтамперометрии заключается в том, что определяемый компонент предварительно накапливается на поверхности индикаторного электрода. Затем полученный концентрат электрохимически растворяется. При этом регистрируется зависимость «величина тока электрорастворения – потенциал», называемая вольтамперограммой, позволяющая определять накопленные компоненты [3].

Цель работы – определить содержания цинка, кадмия, свинца и меди в кремах для лица методом инверсионной вольтамперометрии.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В качестве объектов исследования случайным образом выбраны кремы для лица ведущих отечественных и зарубежных производителей, продукция которых широко представлена в торговой сети на территории Республики Беларусь.

Подготовку каждой пробы крема проводили методом мокрой минерализации с использованием программируемой печи ПДП – 18М. Высушивание навески пробы массой 1 г проводили при температуре 150 – 300 °С в течение 25 минут. Затем пробу обрабатывали концентрированной азотной кислотой, 30 %-ным раствором перекиси

водорода и выпаривали в течение 20 – 30 мин при температуре 150 – 350 °С. Пробу озоляли при температуре 450 °С в течение 30 минут до получения однородной золы белого, желтого или серого цвета. Зола растворяли в 10 мл фонового электролита и проводили измерения [4].

Количество *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* определяли с использованием анализатора вольтамперометрического марки ТА–4 в двухэлектродной электрохимической ячейке. В качестве индикаторного электрода использовали амальгамированную серебряную проволоку, в качестве электрода сравнения и вспомогательного электрода – хлорсеребряный электрод. Пробу каждого образца анализировали четыре раза. Определение *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* в ячейке проводили методом добавок, для чего использовали стандартный раствор, содержащий по 2 мг/л каждого из определяемых металлов, который был приготовлен на основе государственных стандартных образцов (ГСО) и дважды дистиллированной воды (бидистиллята). Расчет концентрации тяжелых металлов в растворах проб кремов выполняли с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx». Все результаты обрабатывали методом математической статистики. При этом по методике, представленной в работе [5], определяли среднее значение (\bar{x}), дисперсию (V), стандартное отклонение (S), относительное стандартное отклонение (S_r) и интервальное значение с доверительной вероятностью 95 % ($\pm\Delta x$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Определение тяжелых металлов методом инверсионной вольтамперометрии требует выбора состава фонового электролита, потенциала и продолжительности всех стадий анализа, а также скорости развертки потенциала при регистрации вольтамперной кривой. С этой целью был выполнен комплекс исследований модельных растворов (растворы с известным количеством тяжелых металлов) на содержание в них цинка, кадмия, свинца и меди. На основании полученных данных было установлено, что определение *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* с помощью анализатора марки ТА-4 и ртутного пленочного вибрирующего индикаторного электрода целесообразно проводить на фоне фонового электролита, содержащем 0,4 моль/л муравьиной кислоты, при следующих условиях. Электрохимическая очистка индикаторного электрода при потенциале +100 мВ в течение 20 с, накопление металлов на поверхности индикаторного электрода при потенциале – 1400 мВ в течение 20 – 40 с (в зависимости от концентрации металлов в растворе), успокоение раствора при потенциале – 1100 мВ в течение 10 с, развертка потенциала со скоростью 70 мВ/с.

Выбранные условия проведения анализа для определения *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* иллюстрируются вольтамперными кривыми, представленными на рис. 1.

Из рисунка 1 видно, что на анодной вольтамперной кривой фона (кривая 1) в интервале потенциалов – 1100 – +100 мВ не наблюдаются какие-либо пики, что свидетельствует об отсутствии в этом растворе определяемых металлов. На анодной кривой модельного раствора (кривая 2) регистрируется четыре максимума тока окисления при потенциалах (мВ): – 880; – 510; – 360; – 80, которые соответствуют цинку, кадмию, свинцу и меди соответственно. При введении в анализируемый раствор добавки максимумы тока растворения металлов пропорционально возрастают (кривая 3).

Для определения основных погрешностей методики инверсионно-вольтамперометрического определения тяжелых металлов при их совместном присутствии для двух модельных растворов, содержащих по 10 и 20 мкг/дм³ каждого из металлов соответственно, провели по 4 параллельных измерения концентрации *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* по принципу «введено – найдено». Расчеты показали, что относительные погрешности определения тяжелых металлов не превышают 4 %. Относительные стандартные отклонения (S_r) определения содержания *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* не превышают, %: 0,5, 0,7, 1,3 и 4,2 соответственно. Интервальные значения ($\pm\Delta x$) содержания цинка, свинца и меди лежат в диапазонах, мг/кг: от $\pm 0,1$ до $\pm 0,3$; от $\pm 0,1$ до $\pm 0,6$; от $\pm 0,01$ до $\pm 0,1$ и от $\pm 0,1$ до $\pm 0,3$ соответственно.

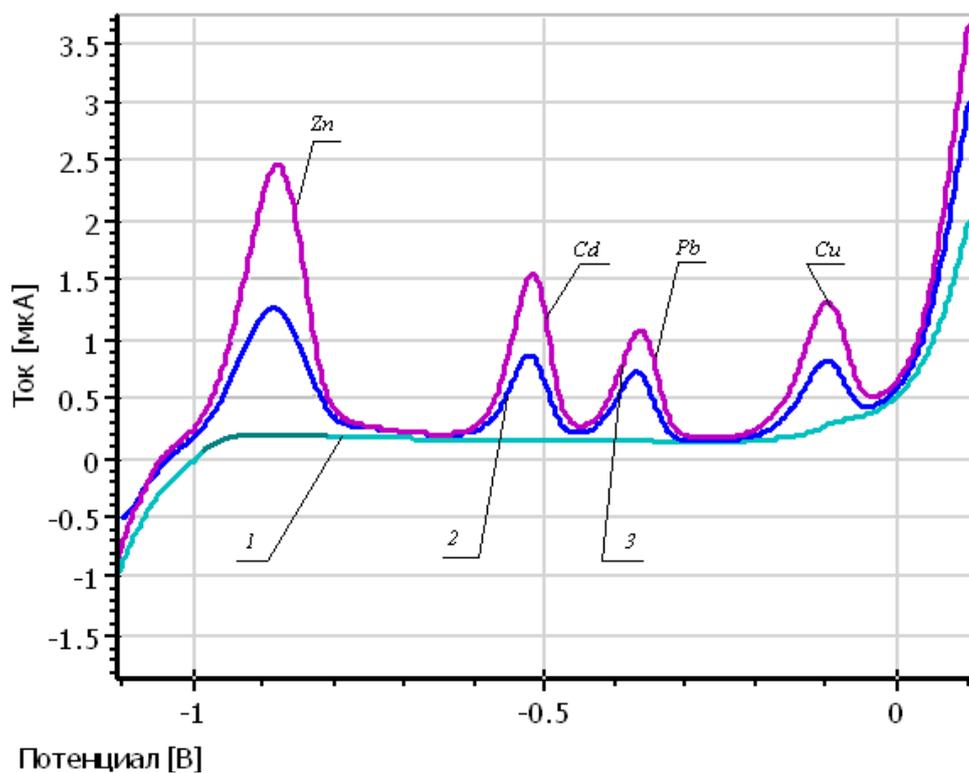


Рисунок 1 – Вольтамперные анодные кривые: 1 – фонового электролита (раствор, содержащий 0,4 моль/л муравьиной кислоты), 2 – стандартного (модельного) раствора, содержащего по 10 мкг/л *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu*, 3 – стандартного раствора с добавкой. Температура 25 °С

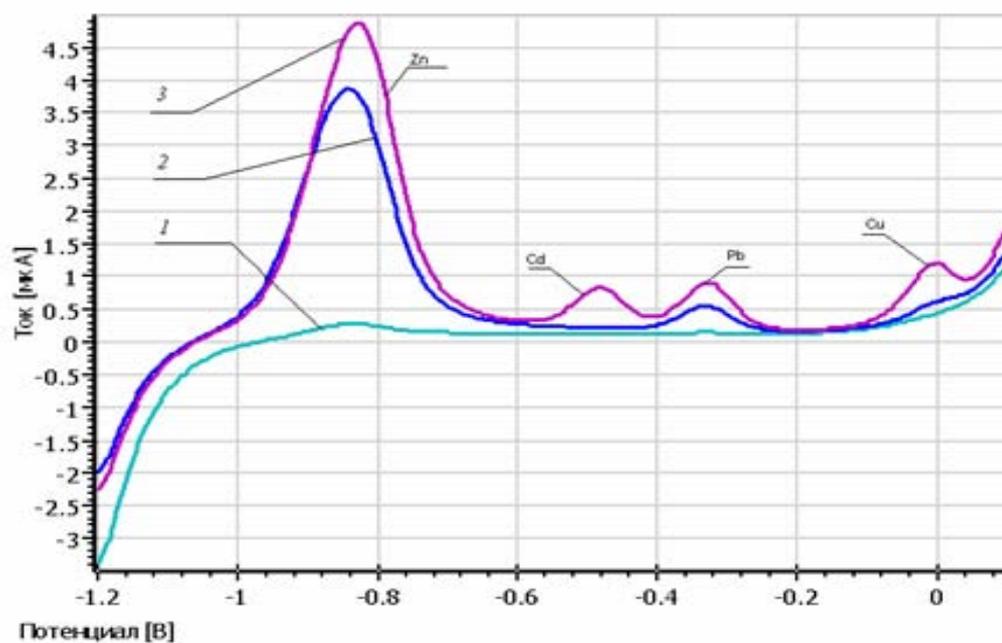


Рисунок 2 – Вольтамперные анодные кривые: 1 – фонового электролита, 2 – пробы № 4 (крем с компонентами автозагара), 3 – пробы с добавкой. Температура 25 °С

Выбранные условия были использованы для определения содержания *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* в подготовленных пробах кремьев. В качестве примера на рис. 2, 3, 4 приведены

вольтамперные кривые, полученные при определении содержания тяжелых металлов в пробах трех видов кремьев.

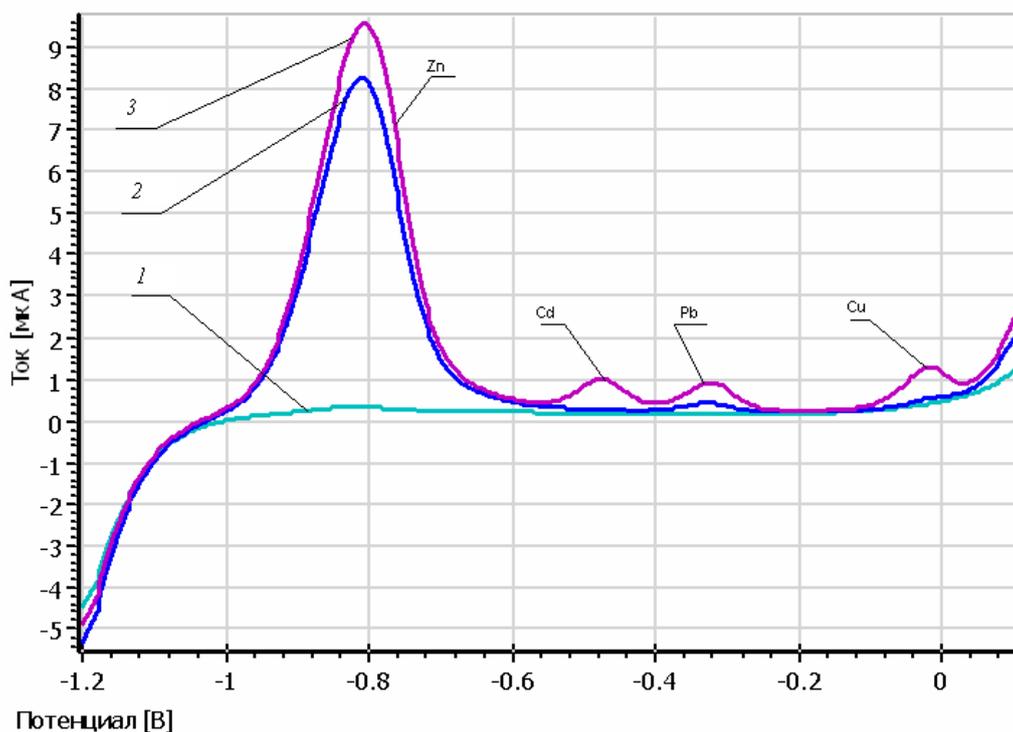


Рисунок 3 – Вольтамперные анодные кривые: 1 – фонового электролита, 2 – пробы № 5 (крем, замедляющий процесс старения), 3 – пробы с добавкой. Температура 25 °С

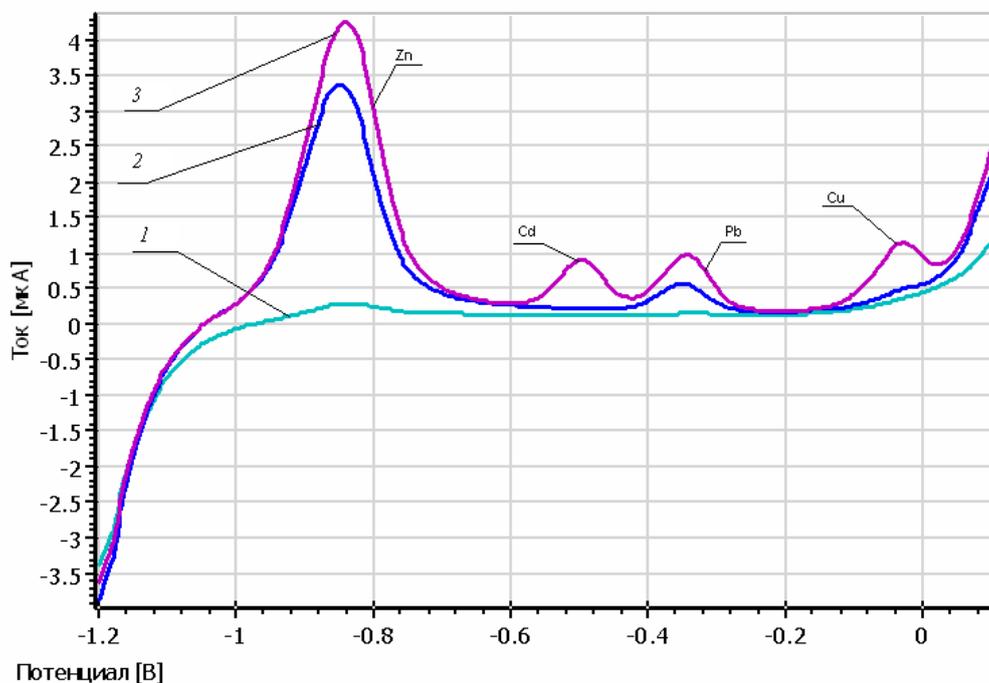


Рисунок 4 – Вольтамперные анодные кривые: 1 – фонового электролита, 2 – пробы № 6 (крем облепиховый, увлажняющий), 3 – пробы с добавкой. Температура 25 °С

Из рисунков 2, 3 и 4 видно, что на вольтамперных кривых растворов проб, зарегистрированных при анализе образцов кремьев № 4, 5 и 6, при потенциалах, мВ:

(-840 ÷ -810), (-350 ÷ -320) и (-20 ÷ -10) наблюдаются три пика, которые свидетельствуют об окислении цинка, свинца и меди, предварительно сконцентрированных на поверхности индикаторного электрода. Пики окисления кадмия отсутствуют на всех представленных на рисунках, вольтамперных кривых проб кремов. При введении добавки 0,2 мл стандартного раствора, содержащего по 2 мг/л *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu*, максимумы тока окисления *Zn*, *Pb* и *Cu* возрастают и появляются максимумы тока окисления *Cd*. Аналогичные вольтамперные кривые зарегистрированы для других изученных образцов кремов.

По разности вольтамперных кривых пробы с добавкой, пробы и фонового электролита рассчитано содержание тяжелых металлов в кремах для лица. Результаты определения содержания *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* приведены в таблице. Видно, что ни в одном креме для лица не обнаружен кадмий. В трех образцах кремов (№ 3, 4, 6) установлено превышение предельно допустимой концентрации свинца, причем в увлажняющем креме с компонентами автозагара (№ 4) регламентированное значение превышено почти в 1,5 раза. Присутствие меди отмечено в семи из исследуемых образцов, однако максимальное содержание этого металла не превышает 1 мг/кг. Цинк присутствует во всех образцах крема для лица, отобранных для испытания, причем в некоторых из них концентрация металла составляет сотни мг/кг (№ 10, 11). Причем, следует отметить, что защитные кремы для лица содержат цинка в среднем в несколько раз больше, чем, например, увлажняющие кремы. Это связано с тем, что оксид цинка обладает ранозаживляющим эффектом, подсушивает кожу, поэтому его часто вводят в состав кремов, особенно предназначенных для проблемной кожи.

Таблица – Содержание *Zn*, *Cd*, *Pb*, *Cu* в кремах для лица

№	Назначение крема	Содержание металлов, мг/кг							
		<i>Zn</i>	<i>S_r</i> , %	<i>Cd</i>	<i>S_r</i> , %	<i>Pb</i>	<i>S_r</i> , %	<i>Cu</i>	<i>S_r</i> , %
1	солнцезащитный	34,4±0,2	0,4	-	-	-	-	-	-
2	для молодой кожи	21,9±0,1	0,3	-	-	2,01±0,03	1,0	0,30±0,01	2,4
3	ночной регулирующий для комбинированной кожи	15,8±0,1	0,4	-	-	14,8±0,1	0,5	-	-
4	увлажняющий с компонентами автозагара	34,4±0,2	0,4	-	-	10,9±0,1	0,7	0,52±0,02	2,8
5	крем, замедляющий процесс старения	62,3±0,3	0,3	-	-	3,97±0,06	1,1	0,49±0,02	2,9
6	облепиховый увлажняющий	33,9±0,2	0,4	-	-	10,7±0,09	0,6	0,44±0,01	1,6
7	защита от неблагоприятных погодных условий	58,7±0,3	0,3	-	-	4,52±0,04	0,6	0,99±0,03	2,2
8	увлажняющий	49,8±0,3	0,4	-	-	1,54±0,02	0,9	0,19±0,01	3,7
9	увлажняющий с розовой водой	17,4±0,1	0,4	-	-	0,77±0,01	0,9	-	-
10	зимняя защита	157±1,1	0,5	-	-	0,61±0,01	1,2	-	-
11	для всей семьи	304±2,3	0,5	-	-	2,53±0,03	0,8	-	-
12	защитный	64,9±0,3	0,3	-	-	-	-	0,57±0,02	2,5

В таблице представлены результаты расчета основных характеристик погрешностей выполненных измерений. Относительные стандартные отклонения (*S_r*) определения содержания *Zn*, *Pb* и *Cu* в кремах для лица не превышают, %: 0,5, 1,2 и 3,7 соответственно. Интервальные значения ($\pm\Delta x$) содержания цинка, свинца и меди

для всех исследованных проб лежат в диапазонах, мг/кг: от $\pm 0,1$ до $\pm 2,3$; от $\pm 0,01$ до $\pm 0,1$ и от $\pm 0,01$ до $\pm 0,03$ соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Метод инверсионной вольтамперометрии может быть успешно (с относительной погрешностью не более 4 %) применен для определения *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* при их совместном присутствии в кремах для лица.

2. Анализ модельных растворов по принципу «введено – найдено» показал, что относительное стандартное отклонение (S_r) определения *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* в выбранных условиях не превышает 4,2 %.

3. В изученных образцах кремов для лица не обнаружен кадмий, однако цинк, свинец и медь содержатся практически во всех кремах, причем в трех образцах (№ 3, 4, 6) установлено превышение предельно допустимой концентрации свинца.

Список использованных источников

1. Парфюмерно-косметическая продукция. Безопасность : ТР 2010/017/ВУ. – Введ. 01 – 01 – 2013. – Минск : Госстандарт, 2010. – 158 с.
2. Гигиенические требования к безопасности парфюмерно-косметической продукции, ее производству и реализации : СанПиН № 130-А РБ. – Введ. 16.09.2008. – Минск : ГУРНПЦ РБ, 2008. – 176 с.
3. Выдра, Ф. Инверсионная вольтамперометрия / Ф. Выдра, К. Штулик, Э. Юлакова. – Москва : Мир, 1980. – 278 с.
4. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов : ГОСТ 26929. – Введ. 01 – 01 – 1996. – Минск : Изд-во стандартов, 1995. – 16 с.
5. Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания : МИ 2336 – 95. – Введ. 09 – 12 – 1997. – Екатеринбург, 1995. – 45 с.

Статья поступила в редакцию 16.01.2012

SUMMARY

Concentrations of *Zn*, *Cd*, *Pb* and *Cu* was determined in face creams by the method of stripping voltammetry.

УДК 547.362

ПОЛУЧЕНИЕ ДЛИННОЦЕПНЫХ АЗОМЕТИНОВ – ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗАЛЬДЕГИДОВ ВАНИЛИНОВОГО РЯДА

Е.А. Дикусар, В.И. Поткин, С.Г. Стёпин

Ванилин и его гомологи, помимо использования в пищевой промышленности и парфюмерии, обладают высоким синтетическим потенциалом и применяются в направленном синтезе различных биоактивных продуктов. Ванилин в значительных количествах содержится в плодах Ванили душистой (*Vanilla planifolia*, *Andr. Vanilla rotunda*), семейство Орхидные (*Orchidaceae*). Содержание ванилина в их высушенных плодах достигает 2 – 3 %. Природный ванилин экстрагируют из плодов Ванили душистой, и Республика Мадагаскар сейчас является главным поставщиком натурального ванилина.

В настоящее время большую часть используемого в промышленности ванилина получают синтетическим путем из гваякола или щелочным окислением лигнина –

побочного продукта целлюлозно-бумажной промышленности [1]. Ежегодный объем мирового промышленного производства ванилина, его гомологов и аналогов превышает 25 тысяч тонн. В Беларуси отсутствует производство этих продуктов, хотя сырьевая база (лигнин) для этого более чем достаточна. Ванилин для выпечки кондитерских изделий, а также в качестве сырья для нужд пищевой, парфюмерной и фармацевтической промышленности импортируется из Франции и Китайской Народной Республики.

Ванилин и его гомологи ванилаль, изо-ванилин и орто-ванилин благодаря присутствию в их молекулах гидроксильной и альдегидной групп могут служить удобными и доступными исходными соединениями для получения на их основе целого ряда новых химических веществ, обладающих ценными и полезными свойствами.

Длинноцепные ароматические азометины (основания Шиффа) являются перспективными объектами для получения на их основе термовакуумно-напыленных нанопленок или пленок Ленгмюра-Блоджетт, которые состоят из одного или более монослоев органических веществ. Метод Ленгмюра-Блоджетт позволяет без значительных экономических затрат (не требует вакуумирования и высоких температур) воспроизводимо получать молекулярные моно- и мультислои на основе органических веществ, включая и высокомолекулярные соединения (полимеры, в том числе биологически активные). Уникальность метода заключается в возможности послойно увеличивать толщину пленки, формирующейся на твердой поверхности, причем толщина каждого слоя определяется размерами молекулы используемого органического вещества, и строго контролировать структурное совершенство получаемых пленок. Уже сейчас пленки Ленгмюра-Блоджетт находят разнообразное практическое применение в различных областях науки и техники: в нанoeлектронике (нанолитография с разрешением 20 – 50 нм, изолирующие и проводящие ультратонкие пленки, туннельные диэлектрики, пассивирующие и защитные покрытия, элементная база молекулярной электроники, матрицы с полупроводниковыми наночастицами, матрицы для создания ультратонких слоев окислов металлов), в оптике (активные слои для записи информации оптическим способом и атомно-зондовым методом, фотохромные покрытия со встроенными светочувствительными белковыми молекулами, просветляющие покрытия, дифракционные решетки, интерференционные и поляризационные светофильтры, удвоители частот, барьерные слои в фотодиодах), в прикладной химии (химия поверхности и поведения частиц на поверхности, катализ, фильтрация и обратный осмос мембран, адгезия), в микромеханике (антифрикционные покрытия), в биологии – биосенсоры и датчики (электронные и электрохимические сенсоры на основе упорядоченных молекулярных структур со встроенными активными молекулами или молекулярными комплексами). Метод был разработан еще в 30-х годах прошлого столетия Ленгмюром И. и его ученицей Блоджетт К. Об этом методе на довольно долгий период забыли, но затем, уже после Второй мировой войны, вернулись «на новом витке спирали», чтобы использовать его возможности для конструирования сложных слоистых ансамблей из амфифильных молекул. В последующие годы интерес к пленкам Ленгмюра—Блоджетт лавинообразно возрас: поток работ стал столь велик, что вышел за рамки публикаций в различных научных журналах и стал выходить специальный журнал «Langmuir». Каждый год проводятся специальные международные конференции «Ленгмюра-Блоджетт», посвященные целиком тонким организованным пленкам, на многих физических и химических симпозиумах с широкой тематикой, где обязательно есть разделы, посвященные ленгмюровским монослоям и пленкам Ленгмюра-Блоджетт [2 – 5].

Целью работы является разработка удобного и масштабируемого способа получения длинноцепных замещенных ароматических азометинов, содержащих гидроксильные и простые эфирные группы, – потенциальных субстратов для формирования на их основе пленок Ленгмюра-Блоджетт из дешевого и доступного возобновляемого сырья [6].

Длинноцепные азометины (IIIa-p, IVa-p) получали конденсацией замещенных бензальдегидов ванилинового ряда, их гомологов и аналогов (Ia-p) с цетиламином (IIa) или октадециламином (IIб) – доступными длинноцепными аминами, широко применяемыми в качестве флотационных агентов, в частности, для извлечения хлорида калия из сильвинитовой руды на Солигорском предприятии «Беларуськалий») [7]. Конденсацию проводили в среде абсолютного метанола при температуре кипения растворителя, в результате чего были синтезированы длинноцепные замещенные ароматические азометины, содержащие гидроксильные и простые эфирные группы (IIIa-p, IVa-p) с препаративными выходами 85 – 91 %. Реакция завершалась за 1,5 – 2 ч, протекала в мягких условиях без применения катализаторов.

(Ia-o)

(IIIa-p, IVa-o)

(I, III, IV), $R = R^1 = R^2 = H$ (a); $R = R^1 = H, R^2 = 4-HO$ (б); $4-MeO$ (в); $4-HO_2C$ (г); $R = H, R^1 = 2-HO, R^2 = 4-HO$ (д); $R = H, R^1 = 2-HO, R^2 = 3-MeO$ (е); $R^1 = 3-HO, R^2 = 4-MeO$ (ж); $R^1 = 3-MeO, R^2 = 4-HO$ (з); $R^1 = 3-MeO, R^2 = 4-MeO$ (и); $R^1 = 3-EtO, R^2 = 4-HO$ (к); $R^1 = 3-EtO, R^2 = 4-MeO$ (л); $R = 3-MeO, R^1 = 4-MeO, R^2 = 6-Br$ (м); $R = H, R^1 + R^2 = 3,4-(OCH_2O)$ (н); $R = R^1 = H, R^2 = 4-(C_6H_4CHO-4^1)$ (о); (II), $n = 15$ (a), 17 (б); (III), $n = 15$; (IV), $n = 17$.

Полученные соединения (IIIa-p, IVa-p) представляют собой бесцветные или слабо окрашенные кристаллические легкоплавкие вещества, они не нуждаются в дополнительной очистке и не содержат примесей исходных соединений. Строение азометинов (IIIa-p, IVa-p) доказано данными элементного анализа, данными спектров ЯМР 1H , ИК и хромато-масс-спектрометрии.

Спектры ЯМР ^1H получены на спектрометре BS-587A (100МГц, Tesla) для 5 %-ных растворов в CDCl_3 , химические сдвиги определяли относительно внутреннего стандарта – тетраметилсилана. В спектрах ЯМР ^1H азометинов (IIIa-p, IVa-p) сигналы протонов концевой группы (*Me*, **3H**) фрагментов цетиламина или октадециламина проявлялись в виде искаженных триплетов в области 0.90 – 0.92 м.д., протоны групп $[(\text{CH}_2)_{13}, \mathbf{26H}]$ и $[(\text{CH}_2)_{15}, \mathbf{30H}]$ – в виде уширенных синглетов в области 1.30 – 1.40 м.д., сигналы (CH_2Me , **2H**) – мультиплетов в области 1.50 – 2.05 м.д., сигналы (CH_2N , **2H**) – триплетов в области 3.50-3.60 м.д., (**OH**) – уширенных синглетов в области 5.00 – 6.50 м.д., ароматические протоны – 6.90-8.00 м.д. Протоны азометиновой группы ($\text{HC}=\text{N}$, **1H**) соединений (IIIa-p, IVa-p) в ЯМР ^1H спектрах проявляются в виде синглета в области 8.15 – 8.25 м.д., что характерно для (*E*)-конфигурации азометинов (IIIa-p, IVa-p) [8], чистота этих соединений составляла 98 ± 1 %.

Азометины (IIIa, б, IVa, б, е) были восстановлены мягким восстанавливающим агентом – триацетилорбидридом натрия $\text{Na}[\text{BH}(\text{OAc})_3]$ в бензоле [9]. В результате были получены соответствующие амины (Va, б, е, VIa, б, е) с препаративным выходом 75 – 80 %.

(IIIa, б, е, IVa, б, е) (Va, б, е, VIa, б, е)

(III-VI), $R = R^1 = R^2 = \text{H}$ (а); $R = R^1 = \text{H}$, $R^2 = 4\text{-HO}$ (б); $R = \text{H}$, $R^1 = 2\text{-HO}$, $R^2 = 3\text{-MeO}$ (е); (III, V), $n = 15$; (IV, VI), $n = 17$.

В спектрах ЯМР ^1H аминов (Va, б, е, VIa, б, е) сигналы протонов группы (CH_2N) проявлялись в виде уширенных синглетов в области 4.20 – 4.50 м.д. и не наблюдалось сигналов протонов азометиновой группы ($\text{HC}=\text{N}$) исходных соединений (IIIa, б, е, IVa, б, е) в области 8.15 – 8.25 м.д.

ИК спектры синтезированных соединений записаны на ИК Фурье-спектрофотометре Protege-460 фирмы “Nicolet” в тонком слое или в *KBr*. Масс-спектры получены на хромато-масс-спектрометре Hewlett-Packard HP 5890/5972 в режиме ионизации электронным ударом с энергией электронов 70 эВ; капиллярная колонка HP-5MS 30 м x 0.25 мм, фаза (5 % *PhMe* Silicone) 0.25 мкм, температура испарителя – 250 °С.

Длинноцепные ароматические азометины (IIIa-н, IVa-н). Раствор 5 ммоль альдегида ванилинового ряда (Ia-н) и 5 ммоль цетиламина (IIa) или октадециламина (IIб) в 30 мл абсолютного метанола кипятили 20 мин. Горячий раствор фильтровали через бумажный складчатый фильтр, охлаждали и оставляли на 10 – 15 ч при 5 °С. Азометины (IIIa-н, IVa-н) отделяли фильтрованием на стеклянном пористом фильтре, промывали небольшим количеством метанола и сушили на воздухе.

По данной методике были получены следующие соединения.

(E)-N-Бензилиденгексадекан-1-амин (IIIa). Выход 88 %, т. пл. 33 – 34 °С. Найдено, %: *C* 84.17; *H* 12.06; *N* 3.89. M^+ 329. $\text{C}_{23}\text{H}_{39}\text{N}$. Вычислено, %: *C* 83.82; *H* 11.93; *N* 4.25. M 329.56. ИК спектр ν , cm^{-1}): 3080, 3059, 3024 ($\text{CH}_{\text{аром.}}$); 2955, 2919, 2850 ($\text{CH}_{\text{алиф.}}$); 1645 ($\text{C}=\text{N}$); 1580 ($\text{C}=\text{C}_{\text{аром.}}$); 1470 (CH_2); 753, 719, 693 ($\text{CH}_{\text{аром.}}$).

(E)-4-[(Гексадецилимино)метил]фенол (IIIб). Выход 90%, т. пл. 97 – 98 °С. Найдено, %: *C* 80.25; *H* 11.56; *N* 3.81. M^+ 345. $\text{C}_{23}\text{H}_{39}\text{NO}$. Вычислено, %: *C* 79.94; *H* 11.38; *N* 4.05. M 345.56. ИК спектр ν , cm^{-1}): 3082, 3026 ($\text{CH}_{\text{аром.}}$); 2960, 2919, 2848

($CH_{алиф.}$); 1644 ($C=N$); 1605, 1579, 1516 ($C=C_{аром.}$); 1468 (CH_2); 1290 ($C-O$); 828, 720 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Метоксибензилиден)гексадекан-1-амин (IIIв). Выход 89 %, т. пл. 30 – 31°C. Найдено, %: C 80.47; H 11.62; N 3.74. M^+ 359. $C_{24}H_{41}NO$. Вычислено, %: C 80.16; H 11.49; N 3.90. M 359.59. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3075, 3040, 3004 ($CH_{аром.}$); 2955, 2919, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1646 ($C=N$); 1606, 1579, 1512 ($C=C_{аром.}$); 1470 (CH_2); 1305, 1255, 1164, 1029 ($C-O$); 860, 832, 820, 770, 722 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Карбоксибензилиден)гексадекан-1-амин (IIIг). Выход 85 %, т. пл. 98 – 99°C. Найдено, %: C 77.58; H 10.76; N 3.31. M^+ 373. $C_{24}H_{39}NO_2$. Вычислено, %: C 77.16; H 10.52; N 3.75. M 373.57. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3080, 3060, 3040 ($CH_{аром.}$); 2956, 2924, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1700, 1682 ($C=O$); 1644 ($C=N$); 1610, 1572 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 769, 719, 697 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(2,4-Дигидроксибензилиден)гексадекан-1-амин (IIIд). Выход 86 %, т. пл. 52 – 53 °С. Найдено, %: C 76.87; H 11.04; N 3.56. M^+ 361. $C_{23}H_{39}NO_2$. Вычислено, %: C 76.40; H 10.87; N 3.87. M 361.56. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3080, 3060, 3040 ($CH_{аром.}$); 2955, 2920, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1644 ($C=N$); 1612, 1534 ($C=C_{аром.}$); 1467 (CH_2); 1228, 1174, 1120 ($C-O$); 769, 720, 697 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(2-Гидрокси-3-метоксибензилиден)гексадекан-1-амин (IIIе). Выход 88 %, т. пл. 45 – 46°C. Найдено, %: C 76.98; H 11.12; N 3.44. M^+ 375. $C_{24}H_{41}NO_2$. Вычислено, %: C 76.75; H 11.00; N 3.73. M 375.59. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3080, 3045, 3010 ($CH_{аром.}$); 2953, 2920, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1634 ($C=N$); 1606, 1580 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 1254, 1169, 1077 ($C-O$); 783, 742, 718 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(3-Гидрокси-4-метоксибензилиден)гексадекан-1-амин (IIIж). Выход 86 %, т. пл. 77 – 78 °С. Найдено, %: C 77.13; H 11.23; N 3.40. M^+ 375. $C_{24}H_{41}NO_2$. Вычислено, %: C 76.75; H 11.00; N 3.73. M 375.59. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3081, 3049, 3028 ($CH_{аром.}$); 2953, 2921, 2848 ($CH_{алиф.}$); 1650 ($C=N$); 1605, 1587, 1533 ($C=C_{аром.}$); 1465 (CH_2); 1280, 1251, 1230, 1177, 1133, 1032 ($C-O$); 789, 761, 723 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Гидрокси-3-метоксибензилиден)гексадекан-1-амин (IIIз). Выход 88 %, т. пл. 46 – 47 °С. Найдено, %: C 77.04; H 11.14; N 3.48. M^+ 375. $C_{24}H_{41}NO_2$. Вычислено, %: C 76.75; H 11.00; N 3.73. M 375.59. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3070, 3060, 2998 ($CH_{аром.}$); 2954, 2919, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1646 ($C=N$); 1590, 1516, 1430 ($C=C_{аром.}$); 1468 (CH_2); 1285, 1230, 1029, 1029 ($C-O$); 870, 824, 780, 740, 721 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(3,4-Диметоксибензилиден)гексадекан-1-амин (IIIи). Выход 90 %, т. пл. 48 – 49 °С. Найдено, %: C 77.29; H 11.15; N 3.26. M^+ 389. $C_{25}H_{43}NO_2$. Вычислено, %: C 77.07; H 11.12; N 3.59. M 389.58. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3070, 3080, 3004 ($CH_{аром.}$); 2955, 2916, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1641 ($C=N$); 1602, 1585, 1514, 1419 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 1265, 1239, 1163, 1137, 1022 ($C-O$); 872, 811, 740, 715 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Гидрокси-3-этоксибензилиден)гексадециламин (IIIк). Выход 87 %, т. пл. 48 – 49 °С. Найдено, %: C 77.32; H 11.25; N 3.26. M^+ 389. $C_{25}H_{43}NO_2$. Вычислено, %: C 77.07; H 11.12; N 3.59. M 389.58. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3070, 3035, 3000 ($CH_{аром.}$); 2960, 2918, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1643 ($C=N$); 1588, 1514, 1428, 1355 ($C=C_{аром.}$); 1472 (CH_2); 1284, 1235, 1194, 1170, 1128, 1044 ($C-O$); 870, 824, 760, 720 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Метокси-3-этоксибензилиден)гексадециламин (IIIл). Выход 89 %, т. пл. 37 – 38 °С. Найдено, %: C 77.52; H 11.35; N 3.20. M^+ 403. $C_{26}H_{45}NO_2$. Вычислено, %: C 77.37; H 11.24; N 3.47. M 403.64. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3080, 3004 ($CH_{аром.}$); 2954, 2916, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1641 ($C=N$); 1602, 1585, 1514, 1420 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 1265, 1240, 1163, 1137, 1022 ($C-O$); 872, 811, 740, 718 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(6-Бром-3,4-диметоксибензилиден)гексадекан-1-амин (IIIм). Выход 90 %, т. пл. 66 – 67 °С. Найдено, %: C 64.42; H 9.22; Br 16.70; N 2.74. M^+ 467. $C_{25}H_{42}BrNO_2$. Вычислено, %: C 64.09; H 9.04; Br 17.05; N 2.99. M 468.51. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3090, 3007 ($CH_{аром.}$); 2955, 2918, 2849 ($CH_{алиф.}$); 1634 ($C=N$); 1600, 1506 ($C=C_{аром.}$); 1467 (CH_2); 1270, 1210, 1164, 1030 ($C-O$); 862, 814, 740, 722 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(Бензо[d][1,3]диоксол-5-илметил)гексадекан-1-амин (IIIн). Выход 88 %, т. пл. 53 – 54 °С. Найдено, %: *C* 77.48; *H* 10.65; *N* 3.36. *M*⁺ 373. $C_{24}H_{39}NO_2$. Вычислено, %: *C* 77.16; *H* 10.52; *N* 3.75. *M* 373.57. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3080, 3010 ($CH_{аром.}$); 2955, 2918, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1641 ($C=N$); 1602, 1504 ($C=C_{аром.}$); 1469 (CH_2); 1260, 1096, 1045, 1032, 927 ($C-O$); 820, 790, 720 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-Бензилиденоктадекан-1-амин (IVа). Выход 87 %, т. пл. 34 – 35 °С. Найдено, %: *C* 84.21; *H* 12.23; *N* 3.53. *M*⁺ 357. $C_{25}H_{43}N$. Вычислено, %: *C* 83.96; *H* 12.12; *N* 3.92. *M* 357.62. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3080, 3059, 3023 ($CH_{аром.}$); 2954, 2919, 2849 ($CH_{алиф.}$); 1645 ($C=N$); 1581 ($C=C_{аром.}$); 1470 (CH_2); 753, 719, 693 ($CH_{аром.}$).

(E)-4-[(Октадецилимино)метил]фенол (IVб). Выход 91 %, т. пл. 91 – 92 °С. Найдено, %: *C* 80.54; *H* 11.78; *N* 3.31. *M*⁺ 373. $C_{25}H_{43}NO$. Вычислено, %: *C* 80.37; *H* 11.60; *N* 3.75. *M* 373.62. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3082, 3031 ($CH_{аром.}$); 2954, 2919, 2848 ($CH_{алиф.}$); 1644 ($C=N$); 1605, 1579, 1516 ($C=C_{аром.}$); 1469 (CH_2); 1290, 1260 ($C-O$); 828, 720 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Метоксибензилиден)октадекан-1-амин (IVв). Выход 87 %, т. пл. 43 – 44 °С. Найдено, %: *C* 80.83; *H* 11.94; *N* 3.22. *M*⁺ 387. $C_{26}H_{45}NO$. Вычислено, %: *C* 80.56; *H* 11.70; *N* 3.61. *M* 387.64. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3075, 3040, 3005 ($CH_{аром.}$); 2956, 2919, 2849 ($CH_{алиф.}$); 1645 ($C=N$); 1607, 1579, 1512 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 1304, 1254, 1165, 1028 ($C-O$); 832, 719 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Карбоксибензилиден)октадекан-1-амин (IVг). Выход 88 %, т. пл. 101 – 102 °С. Найдено, %: *C* 78.01; *H* 10.99; *N* 3.10. *M*⁺ 401. $C_{26}H_{43}NO_2$. Вычислено, %: *C* 77.75; *H* 10.79; *N* 3.49. *M* 401.63. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3080, 3060, 3040 ($CH_{аром.}$); 2955, 2924, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1701, 1680 ($C=O$); 1644 ($C=N$); 1609, 1572 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 1321, 1292 ($C-O$); 769, 719, 698 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(2,4-Дигидроксибензилиден)октадекан-1-амин (IVд). Выход 88 %, т. пл. 55 – 56 °С. Найдено, %: *C* 77.41; *H* 11.00; *N* 3.28. *M*⁺ 389. $C_{25}H_{43}NO_2$. Вычислено, %: *C* 77.07; *H* 11.12; *N* 3.60. *M* 389.61. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3080, 3060, 3040 ($CH_{аром.}$); 2956, 2920, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1645 ($C=N$); 1610, 1534 ($C=C_{аром.}$); 1467 (CH_2); 1228, 1172, 1119 ($C-O$); 769, 719, 697 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(2-Гидрокси-3-метоксибензилиден)октадекан-1-амин (IVе). Выход 85 %, т. пл. 43 – 44 °С. Найдено, %: *C* 76.68; *H* 11.48; *N* 3.16. *M*⁺ 403. $C_{26}H_{45}NO_2$. Вычислено, %: *C* 77.37; *H* 11.24; *N* 3.47. *M* 403.64. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3080, 3042, 3014 ($CH_{аром.}$); 2955, 2919, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1634 ($C=N$); 1606, 1582 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 1254, 1169, 1078 ($C-O$); 782, 742, 718 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(3-Гидрокси-4-метоксибензилиден)октадекан-1-амин (IVж). Выход 85 %, т. пл. 72 – 73 °С. Найдено, %: *C* 77.84; *H* 11.42; *N* 3.04. *M*⁺ 403. $C_{26}H_{45}NO_2$. Вычислено, %: *C* 77.37; *H* 11.24; *N* 3.47. *M* 403.64. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3081, 3042, 3027 ($CH_{аром.}$); 2954, 2920, 2848 ($CH_{алиф.}$); 1649 ($C=N$); 1605, 1587, 1532 ($C=C_{аром.}$); 1466 (CH_2); 1279, 1251, 1230, 1176, 1133, 1031 ($C-O$); 789, 761, 721 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Гидрокси-3-метоксибензилиден)октадекан-1-амин (IVз). Выход 91 %, т. пл. 60 – 61 °С. Найдено, %: *C* 77.69; *H* 11.32; *N* 3.40. *M*⁺ 403. $C_{26}H_{45}NO_2$. Вычислено, %: *C* 77.37; *H* 11.24; *N* 3.47. *M* 403.64. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3080, 3040, 3030 ($CH_{аром.}$); 2954, 2917, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1644 ($C=N$); 1592, 1517 ($C=C_{аром.}$); 1468 (CH_2); 1284, 1236, 1209, 1162, 1027, 1031 ($C-O$); 822, 781, 719 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(3,4-Диметоксибензилиден)октадекан-1-амин (IVи). Выход 88 %, т. пл. 62 – 63 °С. Найдено, %: *C* 77.98; *H* 11.53; *N* 2.91. *M*⁺ 417. $C_{27}H_{47}NO_2$. Вычислено, %: *C* 77.64; *H* 11.34; *N* 3.35. *M* 417.67. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3076, 3003 ($CH_{аром.}$); 2952, 2914, 2849 ($CH_{алиф.}$); 1640 ($C=N$); 1602, 1585, 1514, 1419 ($C=C_{аром.}$); 1472 (CH_2); 1264, 1237, 1163, 1137, 1021 ($C-O$); 870, 811, 740, 716 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Гидрокси-3-этоксibenзилиден)октадециламин (IVк). Выход 93 %, т. пл. 71 – 72 °С. Найдено, %: *C* 77.83; *H* 11.50; *N* 3.08. *M*⁺ 389. $C_{27}H_{47}NO_2$. Вычислено, %: *C* 77.64; *H* 11.34; *N* 3.35. *M* 417.67. ИК спектр (ν , см⁻¹): 3060, 3000 ($CH_{аром.}$); 2961,

2918, 2849 ($CH_{алиф.}$); 1642 ($C=N$); 1588, 1514, 1429, 1353 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 1282, 1236, 1193, 1171, 1128, 1044 ($C-O$); 870, 822, 760, 717 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(4-Метокси-3-этоксипбензилиден)октадециламин (IVл). Выход 90 %, т. пл. 57 – 58 °С. Найдено, %: C 78.20; H 11.19; N 2.89. M^+ 431. $C_{28}H_{49}NO_2$. Вычислено, %: C 77.90; H 11.44; N 3.24. M 431.69. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3077, 3004 ($CH_{аром.}$); 2954, 2917, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1645 ($C=N$); 1603, 1587, 1515, 1434 ($C=C_{аром.}$); 1467 CH_2 ; 1263, 1239, 1169, 1139, 1049, 1029 ($C-O$); 873, 825, 802, 723 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(6-Бром-3,4-диметоксибензилиден)октадекан-1-амин (IVм). Выход 87 %, т. пл. 68 – 69 °С. Найдено, %: C 65.88; H 9.32; Br 15.72; N 2.63. M^+ 495. $C_{27}H_{46}BrNO_2$. Вычислено, %: C 65.31; H 9.34; Br 16.09; N 2.82. M 496.56. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3090, 3007 ($CH_{аром.}$); 2955, 2918, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1635 ($C=N$); 1601, 1507, 1438, 1394 ($C=C_{аром.}$); 1467 (CH_2); 1269, 1211, 1163, 1031 ($C-O$); 863, 813, 740, 721 ($CH_{аром.}$).

(E)-N-(Бензо[d][1,3]диоксол-5-илметил)октадекан-1-амин (IVн). Выход 86 %, т. пл. 56 – 57 °С. Найдено, %: C 78.04; H 10.90; N 3.15. M^+ 401. $C_{26}H_{43}NO_2$. Вычислено, %: C 77.75; H 10.79; N 3.49. M 401.63. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3080, 3012 ($CH_{аром.}$); 2955, 2918, 2851 ($CH_{алиф.}$); 1642 ($C=N$); 1603, 1504 ($C=C_{аром.}$); 1469 (CH_2); 1260, 1095, 1046, 1033, 926 ($C-O$); 819, 792, 719 ($CH_{аром.}$).

Длинноцепные ароматические бисазометины (IIIo-p, IVo-p). Раствор 5 ммоль диальдегида (Io-p) и 10 ммоль цетиламина (IIa) или октадециламина (IIб) в 50 мл абсолютного метанола кипятили 20 мин. Горячий раствор фильтровали через бумажный складчатый фильтр, охлаждали и оставляли на 10 – 15 ч при 5 °С. Бисазометины (IIIo-p, IVo-p) отделяли фильтрованием на стеклянном пористом фильтре, промывали небольшим количеством метанола и сушили на воздухе.

По данной методике были получены следующие соединения.

(E,E')-N,N'-[(1,1'-Бифенил)-4,4'-диилбис(метанилиден)]бис(гексадекан-1-амин) (IIIo). Выход 86 %, т. пл. 89 – 90 °С. Найдено, %: C 84.43; H 11.72; N 3.86. M^+ 656. $C_{46}H_{76}N_2$. Вычислено, %: C 84.08; H 11.66; N 4.26. M 657.11. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3082, 3018 ($CH_{аром.}$); 2955, 2918, 2848 ($CH_{алиф.}$); 1643 ($C=N$); 1607, 1574 ($C=C_{аром.}$); 1469 (CH_2); 815, 718 ($CH_{аром.}$).

(1E,1E',2E,2E')-N,N'-{[1,1'-Бифенил)-4,4'-диилбис(проп-2-ен-3-ил-1-илиден)]бис(гексадекан-1-амин) (IIIп). Выход 84 %, т. пл. 169 – 170 °С. Найдено, %: C 84.93; H 11.28; N 3.52. M^+ 708. $C_{50}H_{80}N_2$. Вычислено, %: C 84.68; H 11.37; N 3.95. M 709.18. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3093, 3080, 3045, 3035, 3009 ($CH_{аром.}$); 2956, 2917, 2849 ($CH_{алиф.}$); 1644 ($C=N$); 1639 ($C=C$); 1606, 1510 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 820, 725 ($CH_{аром.}$).

(E,E')-N,N'-8,8'-Бис[(гексадецилимино)метил]-5,5'-диизопропил-3,3'-диметил-[2,2'-бинафтил]-1,1'-6,6',7,7'-гексаол (IIIр). Выход 89 %, т. пл. 108 – 109 °С. Найдено, %: C 77.51; H 10.24; N 2.63. M^+ 964. $C_{62}H_{96}N_2O_6$. Вычислено, %: C 77.13; H 10.02; N 2.90. M 965.44. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3385 (OH); 3093 ($CH_{аром.}$); 2954, 2922, 2851 ($CH_{алиф.}$); 1641 ($C=N$); 1618 ($C=C_{аром.}$); 1469 (CH_2); 1152 ($C-O$); 838, 770 ($CH_{аром.}$).

(E,E')-N,N'-[(1,1'-Бифенил)-4,4'-диилбис(метанилиден)]бис(октадекан-1-амин) (IVo). Выход 84 %, т. пл. 92 – 93 °С. Найдено, %: C 84.54; H 12.01; N 3.52. M^+ 712. $C_{50}H_{84}N_2$. Вычислено, %: C 84.20; H 11.87; N 3.93. M 713.22. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3082, 3015 ($CH_{аром.}$); 2956, 2918, 2849 ($CH_{алиф.}$); 1643 ($C=N$); 1608, 1575 ($C=C_{аром.}$); 1469 (CH_2); 816, 719 ($CH_{аром.}$).

(1E,1E',2E,2E')-N,N'-{[1,1'-Бифенил)-4,4'-диилбис(проп-2-ен-3-ил-1-илиден)]бис(октадекан-1-амин) (IVп). Выход 85 %, т. пл. 175 – 176 °С. Найдено, %: C 85.06; H 11.77; N 3.29. M^+ 764. $C_{54}H_{88}N_2$. Вычислено, %: C 84.75; H 11.59; N 3.66. M 765.29. ИК спектр (ν , cm^{-1}): 3094, 3080, 3044, 3035, 3008 ($CH_{аром.}$); 2955, 2916, 2849 ($CH_{алиф.}$); 1643 ($C=N$); 1639 ($C=C$); 1606, 1510, 1391 ($C=C_{аром.}$); 1471 (CH_2); 820, 724 ($CH_{аром.}$).

(E,E')-N,N'-8,8'-Бис[(октадецилимино)метил]-5,5'-диизопропил-3,3'-диметил-[2,2'-бинафтил]-1,1'-6,6',7,7'-гексаол (IVр). Выход 90 %, т. пл. 111 – 112 °С. Найдено,

%, C 77.98; H 10.19; N 2.30. M^* 1018. $C_{66}H_{102}N_2O_6$. Вычислено, %: C 77.75; H 10.08; N 2.75. M 1019.53. ИК спектр ν (cm^{-1}): 3388 (OH); 3093 ($CH_{аром.}$); 2955, 2922, 2852 ($CH_{алиф.}$); 1642 ($C=N$); 1619 ($C=C_{аром.}$); 1468 (CH_2); 1152 ($C-O$); 838, 771 ($CH_{аром.}$).

Длинноцепные ароматические амины (Va, б, е, VIa, б, е). Раствор 5 ммоль азометина (IIIa, б, е, IVa, б, е), 10 ммоль $NaBH_4$, 30 ммоль ледяной уксусной кислоты в 50 мл абсолютного эфира оставляли на 18 – 20 ч при 20 – 25 °С. Раствор промывали водой и 5%-ным раствором $NaHCO_3$, растворитель удаляли в вакууме. Остаток очищали перекристаллизацией из смеси бензола с гексаном или колоночной хроматографией на силикагеле (100-160 мкм, элюент – бензол).

По данной методике были получены следующие соединения.

N-(Бензил)гексадециламин (Va). Выход 75 %, т. пл. 26 – 27 °С. Найдено, %: C 83.58; H 12.65; N 3.78. M^* 331. $C_{23}H_{41}N$. Вычислено, %: C 83.31; H 12.46; N 4.22. M 331.58. ИК спектр ν (cm^{-1}): 3408 (NH); 3084, 3063, 3029 ($CH_{аром.}$); 2954, 2918, 2850, 2806 ($CH_{алиф.}$); 1600 ($C=C_{аром.}$); 1472 (CH_2); 789, 732, 694 ($CH_{аром.}$).

N-(4-Гидроксибензил)гексадециламин (Vб). Выход 80 %, т. пл. 60 – 61 °С. Найдено, %: C 79.90; H 12.03; N 3.71. M^* 347. $C_{23}H_{41}NO$. Вычислено, %: C 79.48; H 11.89; N 4.03. M 347.58. ИК спектр ν (cm^{-1}): 3410 (NH); 3082, 3063, 3030 ($CH_{аром.}$); 2956, 2917, 2850 ($CH_{алиф.}$); 1613, 1596 ($C=C_{аром.}$); 1467 (CH_2); 1557 ($C-O$); 825, 778, 622 ($CH_{аром.}$).

N-(2-Гидрокси-3-метоксибензил)гексадециламин (Ve). Выход 77 %, т. пл. 26 – 27 °С. Найдено, %: C 76.82; H 11.36; N 3.44. M^* 377. $C_{24}H_{43}NO_2$. Вычислено, %: C 76.34; H 11.48; N 3.71. M 377.60. ИК спектр ν (cm^{-1}): 3408 (NH); 3080, 3053, 3010 ($CH_{аром.}$); 2958, 2917, 2848 ($CH_{алиф.}$); 1588, 1570 ($C=C_{аром.}$); 1467 (CH_2); 1250, 1202, 1075, 1042 ($C-O$); 827, 770, 629 ($CH_{аром.}$).

N-(Бензил)октадециламин (VIa). Выход 78 %, т. пл. 27 – 28 °С. Найдено, %: C 83.66; H 12.54; N 3.23. M^* 359. $C_{25}H_{45}N$. Вычислено, %: C 83.49; H 12.61; N 3.89. M 331.58. ИК спектр ν (cm^{-1}): 3407 (NH); 3085, 3062, 3029 ($CH_{аром.}$); 2955, 2918, 2850, 2806 ($CH_{алиф.}$); 1601 ($C=C_{аром.}$); 1472 (CH_2); 789, 733, 694 ($CH_{аром.}$).

N-(4-Гидроксибензил)октадециламин (VIб). Выход 79 %, т. пл. 63 – 64 °С. Найдено, %: C 80.24; H 12.29; N 3.35. M^* 375. $C_{25}H_{45}NO$. Вычислено, %: C 79.94; H 12.07; N 3.73. M 375.63. ИК спектр ν (cm^{-1}): 3410 (NH); 3080, 3063, 3030 ($CH_{аром.}$); 2957, 2917, 2852 ($CH_{алиф.}$); 1613, 1596 ($C=C_{аром.}$); 1467 (CH_2); 1557 ($C-O$); 825, 778, 620 ($CH_{аром.}$).

N-(2-Гидрокси-3-метоксибензил)октадециламин (VIе). Выход 76 %, т. пл. 27 – 28 °С. Найдено, %: C 77.25; H 11.85; N 3.16. M^* 405. $C_{26}H_{47}NO_2$. Вычислено, %: C 76.98; H 11.68; N 3.45. M 405.66. ИК спектр ν (cm^{-1}): 3408 (NH); 3080, 3053, 3010 ($CH_{аром.}$); 2958, 2917, 2848 ($CH_{алиф.}$); 1588, 1570 ($C=C_{аром.}$); 1467 (CH_2); 1250, 1202, 1075, 1042 ($C-O$); 827, 770, 629 ($CH_{аром.}$).

ВЫВОДЫ

1. Разработан удобный и масштабируемый способ получения длинноцепных замещенных ароматических азометинов, содержащих гидроксильные и простые эфирные группы конденсацией замещенных бензальдегидов ванилинового ряда, их гомологов и аналогов с цетиламином или октадециламином.

2. Разработана методика восстановления длинноцепных ароматических азометинов триацетилоксиборгидридом натрия с высокими выходами.

3. Впервые синтезировано 38 новых соединений – потенциальных субстратов для формирования на их основе пленок Ленгмюра-Блоджетт.

4. Строение синтезированных соединений подтверждено данными элементного анализа, ИК-, ЯМР 1H – и хромато-масс-спектрами.

Список использованных источников

1. Першина, Л. А. Ванилин и его производные как потенциальное сырье для синтеза биологически активных соединений / Л. А. Першина, М. В. Ефанов // Хим. раст. сырья. – 1997. – № 2. С. – 42-45.
2. Блинов, Л. М. Ленгмюровские пленки / Л. М. Блинов // Успехи физических наук. – 1988. – Т. 155. – № 3. С. – 443-480.
3. Голоудина, С. И. Технология Ленгмюра-Блоджетт / С. И. Голоудина, В. В. Лучинин // Журнал прикладной химии. – 2005. – Т. 78. – Вып. 9. – С. 1499 – 1503.
4. Ковальчук, М. В. Молекулярный конструктор Ленгмюра-Блоджетт / М. В. Ковальчук, В. В. Клечковская, Л. А. Фейгин // Природа. – 2003. – № 11. – С. 11–19.
5. Ковальчук, М. В. Органические наноматериалы, наноструктуры и нанодиагностика / М. В. Ковальчук // Вестн. РАН. – 2003. – Т. 73. – № 5. С. – 405-411.
6. Азарко, В. А. Пленкообразующие, термо- и светочувствительные свойства ароматических азометинов ванилинового ряда / В. А. Азарко, Е. А. Дикусар, В. И. Поткин, Н. Г. Козлов, А. П. Ювченко // Оптика неоднородных структур – 2007 : материалы международной научно-практической конференции (2 – 3 октября 2007 г.) // МГУ им. А. А. Кулешова. – Могилёв, 2007. – С. 27-30.
7. Абрамзон, А. А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение / А. А. Абрамзон. – Ленинград : Химия, 1981. – 304 с.
8. Дайер, Д. Р. Приложения абсорбционной спектроскопии органических соединений / Д. Р. Дайер. – Москва : Химия, 1970. – С. 92-93.
9. Esteves-Souza, A. Estudo experimental e teórico da redução de bases de Schiff derivadas da 3,3-difenilpropilamina / A. Esteves-Souza, A. Echevarria, C.M.R. Sant'Anna // Quim. Nova. – 2004. – Vol. 27. – С. 72-76.

Статья поступила в редакцию 19.03.2012

SUMMARY

Aromatic long-chain azomethynes were obtained in the result of interaction of substituted benzaldehydes of vanillin series with cethylamine and octadecylamine. Proper amines were obtained in the result of reduction of azomethynes $Na[BH(OAc)_3]$. The structure of the synthesized azomethynes and amines was proved with the help of UR-, NMR H^1 -, mass spectra and the data of elementary analysis.

УДК 669.334.23

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУЖКИ ДЛЯ ЦЕМЕНТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

А.С. Ковчур, Р.А. Москалец

Широкое распространение гальванических операций на предприятиях машиностроения приводит к образованию большого числа отходов, содержащих ценные компоненты. Также на предприятиях машиностроения при обработке деталей в цехах образуется большое количество стружки. Существующие способы переработки отходов гальванических производств требуют значительных затрат. Один из способов извлечения цветных металлов – метод цементации (проведение реакций замещения). Для удешевления материалов используемых для проведения

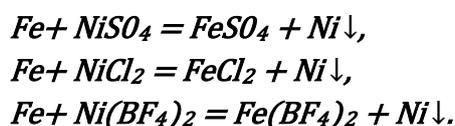
реакции предлагается применение железной стружки образующейся при обработке деталей в цехах машиностроительных предприятий.

В работе поставлена цель по проведению исследования на возможность проведения реакции замещения с использованием доработанной и активированной железной стружки, которая позволяет на выходе получить порошок цветных металлов, пригодный для дальнейшего использования.

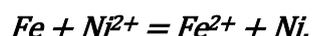
Для достижения поставленной цели были проведены исследования химического состава отработанных гальванических растворов содержащих ионы никеля, определена возможность использования активированной железной стружки, проведены теоретические изыскания на предмет осуществления реакции замещения в отработанных гальванических растворах. Исследованы условия возникновения и протекания химической реакции при использовании активированной железной стружки.

Так как цементация является процессом контактного электрохимического вытеснения одних металлов другими из их соединений, находящихся в растворах или в расплавах, то при расположении нормальных электродных потенциалов металлов, которые были измерены при 25 °С, в порядке увеличения их алгебраических величин получается электрохимический ряд напряжений. Каждый металл в этом ряду, имеющий более высокое потенциальное число, способен вытеснять из растворов или расплавов все металлы с меньшим потенциальным числом; при этом сам вытесняющий металл переходит в раствор или расплав.

Здесь возможно провести аналогии с гальваническими элементами: металл с отрицательным потенциалом вытеснит из раствора металл с положительным потенциалом и сам при этом перейдет в раствор. Например, если в какие-либо кислые растворы, содержащие никель, погрузить железную пластинку, то на ней с течением времени начнет выделяться металлический никель, а железо будет переходить в раствор по реакции:



Протекающий по этим реакциям химический процесс состоит в переходе электронов от одного элемента к другому:

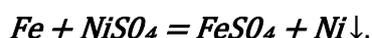


Эти процессы, основанные на химических реакциях замещения из растворов металлов с большим потенциальным числом металлов с меньшим потенциальным числом, в порошковой металлургии и гальванотехнике называют цементацией. Еще можно встретить такое название этих процессов, как контактное восстановление металлов из растворов или же реакции замещения.

В лабораторных условиях был проведен ряд экспериментов, направленных на выявление оптимальных параметров описанных выше процессов, позволяющих получить максимальный выход никеля и при этом до минимума сократить затраты на реагент-осадитель.

В результате экспериментов в качестве металла-осадителя было выбрано порошковое железо (можно опилки). Выбор обусловлен, во-первых, широкой распространенностью и низкой стоимостью железа, по сравнению с другими металлами, стоящими в электрохимическом ряду напряжений левее никеля. Во-вторых, побочным продуктом процесса осаждения является железный купорос, который широко применяется в промышленности и сельском хозяйстве.

Процесс осаждения никеля проводится по формуле



Осадок железа отделяется цементированием, в растворе остается сульфат железа. После выпаривания раствора получается кристаллический железный купорос $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Железо берется с незначительным избытком – в раствор добавляли 33 грамма железа. В результате образуется 36,9 грамм никеля. Однако из-за избытка железа никель сильно загрязнен им. Поэтому необходима магнитная сепарация осадка.

При этом процессы растворения и осаждения металлов из растворов регулируются двумя противоположно направленными по действию силами. Это силы электролитической упругости растворения и осмотического давления ионов, содержащихся в растворе.

Например, реакция растворения железа и осаждения никеля в рассматриваемой системе железо — раствор его ионов, и никель — раствор его ионов, протекает под воздействием разности величин осмотического давления и электролитической упругости растворения. Эта разность создает потенциал (разность зарядов между двойным электрическим слоем у электрода и общей массой раствора). У железа электролитическая упругость значительно больше величины осмотического давления, и значение разности будет отрицательным; следовательно, в этом случае железо имеет электроотрицательный потенциал. У никеля, наоборот, величина упругости растворения меньше величины осмотического давления, разность будет положительной и он при этом имеет электроположительный потенциал.

В процессе прохождения реакции замещения в растворе никеля железом концентрация ионов железа будет возрастать, а концентрация ионов никеля уменьшаться. Электроотрицательный потенциал железа вследствие увеличения осмотического давления ионов будет уменьшаться; электроположительный потенциал никеля также будет уменьшаться (возрастает осмотическое давление ионов). Когда оба электродных потенциала сравняются по величине и по знаку, реакция прекратится.

Зависимость между существующим потенциалом электрода и концентрацией ионов его вещества в растворе можно выразить уравнением [1]

$$E = E_0 + \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln c, \quad (1)$$

где E – электродный потенциал, соответствующий данной концентрации ионов в растворе;

E_0 – нормальный электродный потенциал;

n – валентность металла;

F – число Фарадея, $F = 96487$ Кл/г-экв;

R – газовая постоянная, $R = 8,3143$ Дж / Моль·К;

T – температура, К;

c — концентрация ионов, г-экв/л.

Скорость данной реакции замещения можно определить скоростью, с которой электроны удаляются с одного электрода и передаются соответственно другому электроду. Величина этой скорости в свою очередь зависит от разности имеющихся потенциалов электродов. Чем меньше отличие друг от друга имеют потенциалы металлов, тем меньше будет разность потенциалов а, следовательно, и скорость цементации. На практике для цементации подбирают такие пары электродов, у которых разность потенциалов была бы возможно большей.

Электродный потенциал при 18 °С после подстановки в уравнение значения газовой постоянной и замены натурального логарифма десятичным примет вид [1]:

$$E = E_0 + \frac{0,058}{n} \cdot \lg c. \quad (2)$$

Существует ряд других факторов, которые оказывают влияние на ход и результат реакции цементации:

1. Цементирующие или восстанавливающие металлы должны образовывать растворимые соединения с анионом, который имеет связь с замещающими металлами. К примеру, железо не создает растворимые комплексные соединения с аммиаком, поэтому железом не удастся замещать никель в аммиачных растворах. Следовательно, железо не может перейти в раствор, а образует $Fe(OH)_2$ или $Fe(OH)_3$.

2. Восстанавливающего металла, как правило, должно быть избыточное количество в твердой фазе, особенно в том случае, когда приходится делать осаждение очень малого количества более электроположительного металла. Это и понятно, так как реакции замещения протекают на поверхности восстанавливающего металла, и чем более развита эта поверхность, тем быстрее и полнее протекает реакция.

Для определения остаточных концентраций металла в растворе следует упомянуть о том, что в настоящее время большое распространение получила теория коррозионной модели в процессе цементации. Согласно этой теоретической модели, протекающие процессы цементации можно рассматривать как аналог короткозамкнутого коррозионного гальванического элемента, в результате работы которого анодные участки металла подвергаются растворению, а на катодных участках происходит разряд и осаждение ионов извлекаемого из раствора металла. На рис.1 показан один из вариантов структуры получающихся на выходе реакции цементационных элементов, где в качестве металла-цементатора служат частицы железа (Fe).

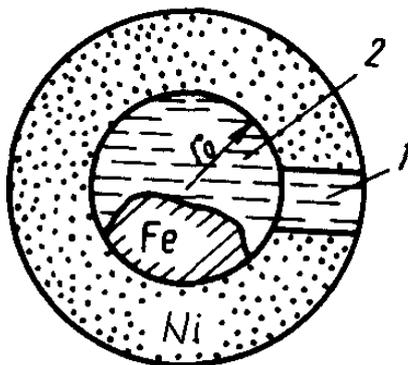


Рисунок 1 – Схема цементационных элементов $Fe-Ni$: 1 – эквивалентная пора в цементном осадке; 2 – раствор внутри полости; r_0 – начальный радиус частицы металла-цементатора

Так в процессе цементации никеля железом масса и размер частиц металла-цементатора железа уменьшаются, а толщина слоя цементируемого металла никеля увеличивается. Остаточную концентрацию ионов металла $Me_2(Ni)$ в растворе после прошедшей цементации его металлом $Me_1(Fe)$ возможно рассчитать, исходя из существующего равенства их потенциалов в реальных растворах с учетом поляризационных явлений [2]:

$$\varphi_{01} + \frac{R \cdot T}{z_1 \cdot F} \cdot \ln \frac{a_{Me_1}^{z_1^+}}{a_{Me_1}} + \Pi_1 = \varphi_{02} + \frac{R \cdot T}{z_2 \cdot F} \cdot \ln \frac{a_{Me_2}^{z_2^+}}{a_{Me_2}} - \Pi_2, \quad (3)$$

откуда

$$a_{Me_2^{z_2^+}} = a_{Me_2} \cdot \exp \left\{ \frac{z_2 \cdot F}{R \cdot T} \cdot [(\varphi_{01} - \varphi_{02}) + (\Pi_1 - \Pi_2) + \frac{R \cdot T}{z_1 \cdot F} \cdot \ln \frac{a_{Me_1^{z_1^+}}}{a_{Me_1}}] \right\}, \quad (4)$$

где Π_1 – полная поляризация на анодных участках цементационных элементов, В;

Π_2 – полная поляризация на катодных участках цементационных элементов, В;

φ_{01} – потенциал более положительного электрода;

φ_{02} – потенциал менее положительного электрода;

$$\frac{a_{Me_1^{z_1^+}}}{a_{Me_1}} = Fe^{3+}/Fe = -0,036;$$

$$\frac{a_{Me_2^{z_2^+}}}{a_{Me_2}} = Ni^{2+}/Ni = -0,25. [2]$$

По ряду причин, которые имеют кинетическую природу, остаточные концентрации ионов вытесняемого металла в растворе могут оказаться фактически выше (иногда на несколько порядков), чем рассчитанные по приведенному уравнению.

В аппаратном оформлении протекающего процесса наиболее эффективным можно считать контактный способ восстановления, использующий принципы полного противотока. А собственно способ контактного восстановления можно осуществить в двух вариантах: при помощи приспособлений, перемешивая исходный раствор с порошком, и просачиванием исходного раствора сквозь слой порошка.

Второй вариант наиболее соответствует принципу противотока, что можно назвать основным его преимуществом. В этом случае наиболее концентрированный раствор соприкасается с наименее отработанной частью порошка в начале процесса и тем самым повышается степень использования как собственно раствора, так и металлического порошка. Наиболее обедненный раствор реагирует со свежей порцией порошка, что, по сути, и обеспечивает максимальную глубину очистки раствора.

Однако при использовании этого способа трудно осуществить равномерное просачивание раствора через слой, состоящий из порошка металла-цементатора. В ходе химической реакции по отдельным местам могут образовываться каналы с повышенной циркуляцией, и в то же время в других местах циркуляция раствора может быть слабая, и порошок металла-цементатора вступит в реакцию не весь. Наличие этого факта приводит к неоправданно большому расходу порошка на непроизводительное растворение.

При осуществлении процесса по способу перемешивания можно добиться частичного противотока, применяя ряд последовательно включенных аппаратов, в которых происходит реакция, причем свежий порошок загружают в аппарат для окончательной очистки раствора.

Нужно отметить, что способ перемешивания более доступен для механизации и автоматизации процесса.

Исходя из данных, опубликованных в источниках [4 – 5], описанный выше химический процесс цементации металлов можно применить для очистки гальванических отходов, в частности кислых растворов, содержащих ионы никеля, а в качестве металла-цементатора использовать железную стружку, образующуюся в цехах механической обработки деталей. Согласно существующей классификации И.А. Тиме при обработке резанием конструкционных материалов в стандартных условиях могут образовываться четыре вида стружки: элементарная, суставчатая, сливная и надлома. Внешний вид всех перечисленных типов стружки изображен на рис. 2 [3].

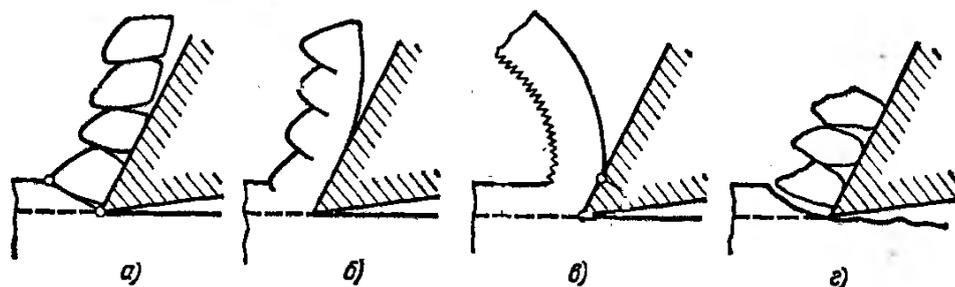


Рисунок 2 – Типы стружек, образующихся при резании пластичных и хрупких материалов

Элементный вид стружки (рис. 2 а) может состоять из некоторых «элементов», приблизительно одинаковых по форме, но не связанных или очень слабо связанных друг с дружкой. У суставчатого вида стружки (рис. 2 б) разделение ее на отдельные фрагментные части не происходит. Скалывающая поверхность только наметилась, но при этом она не пронизывает этот вид стружки по всей ее толщине. Из-за этого стружка имеет как бы отдельные «суставы», но без нарушения связей между ними.

Основным признаком для сливной стружки (рис. 2 в) является ее сплошность (непрерывность). Если на пути движения сливной стружки нет никаких препятствий, то она сходит непрерывной лентой, завиваясь в плоскую или винтовую спираль, пока часть стружки не отламывается под действием собственного веса. Она сравнительно гладкая, а при высоких скоростях обработки резанием отполирована в результате трения о переднюю поверхность инструмента. Стружка надлома (рис. 2 г) состоит из отдельных, не связанных друг с другом кусочков различной формы и размеров. Образованию стружки надлома сопутствует мелкая металлическая пыль. Поверхность разрушения может располагаться ниже поверхности резания, в результате чего поверхность резания покрывается следами от выкрошенных из нее кусочков стружки. Исходя из приведенной выше существующей классификации стружки, экономически целесообразно использовать в процессах цементации элементную (рис. 2 а) и стружку надлома (рис. 2 г), исходя из того, что затраты на дальнейшую обработку для использования данной стружки в качестве металла-цементатора несколько ниже, чем для сливной и суставчатой стружки.

Нужно помнить также, что состояние поверхности металла-цементатора в нашем случае – это предварительно измельченная сливная и суставчатая стружка – играет большую роль в протекании процессов цементации. Одной из причин плохого протекания этого вида химической реакции, особенно в начальной его стадии, является наличие окисных пленок на поверхности металла-цементатора. Окисные пленки нередко являются главной причиной увеличения периода индукции при цементации. На частицах железного порошка, полученного из металлической стружки на границе металл — окисел находится оксид FeO , а внутренний и внешний слои могут быть представлены соответственно оксидами Fe_3O_4 и $\gamma-Fe_2O_3$. На поверхности частиц никелевого порошка это NiO .

Нередко оксиды на поверхности металла-цементатора являются причиной образования плотных малопористых цементных осадков. При значительной величине сопротивления пленки окислов ($R_{ок}$) электрохимическая реакция в цементационном элементе становятся вялотекущей и малозаметной. При этом процесс разряда ионов может вообще не начаться или проходить с выделением плотных и малопористых осадков. Существующие пленки окислов на поверхности некоторых металлов оказываются настолько плотными и прочными, что такие металлы, несмотря на наличие у них электроотрицательного потенциала, практически совсем не вытесняют более положительные металлы из их растворов.

Предварительная процедура активации поверхности металла-цементатора позволяет без особого труда устранить указанные выше затруднения. Удаление образовавшейся пленки оксидов с поверхности металла может быть осуществлено как механическими объединёнными с измельчением стружки, так и химическими методами. К механическим методам могут быть отнесены методы абразивного истирания, воздействия ультразвука кавитационного режима, ударные воздействия и др. Химические методы активации поверхности металлов чаще всего связаны с использованием различных кислот. Хорошим средством для активации железа является предварительная обработка его растворами серной или соляной кислот [2].

В заключение следует отметить, что в результате проведенных исследований установлено: процесс цементации металлов можно использовать для утилизации отходов гальванических производств. Предлагаемый метод является ресурсосберегающим, экологобезопасным и важным в плане импортозамещения.

При проведении дальнейших исследований необходимо экспериментальное уточнение расчетов, полученных при использовании формул (3), (4).

Список использованных источников

1. Кипарисов, С. С. Порошковая металлургия : учебник / С. С. Кипарисов, Г. А. Либенсон. – Москва : Металлургия, 1980. – 496 с.
2. Алкацев, М. И. Процессы цементации в цветной металлургии / М. И. Алкацев – Москва : Металлургия, 1981. –116 с.
3. Бобров, В. Ф. Основы теории резания металлов / В. Ф. Бобров – Москва : Машиностроение, 1975. – 344 с.
4. Москалец, Р. А. Экологические проблемы утилизации хрома и никеля в гальваническом производстве. / Р. А. Москалец, А. С. Ковчур // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции, Витебск, ноябрь 2011. – С. 234-236.
5. Ковчур, А. С. Исследование процесса очистки сточных вод гальванических производств / А. С. Ковчур, Р. А. Москалец // Техника и технология защиты окружающей среды : материалы международной научной конференции, Минск, октябрь 2011. – С. 129-132.

Статья поступила в редакцию 15.03.2012

SUMMARY

The way of processing of a galvanic waste is described in this paper. This way allows receiving the nickel powder with the least expenditures. The source the precipitating agent for conducting the chemical reaction was selected the iron swaft formed by details mechanical machining. The formulas of proceeding chemical reactions of substitution are listed. The calculation of the residual concentration of substances in the solution is given. The process of substitution is described. The existing classification of an iron chip is made and recommendations about its application as the precipitating agent are given.

УДК 677.4

ОКРАШИВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЦЕННЫХ БУМАГ

Н.В. Кузьменкова, Е.А. Сементовская, В.Е. Сыцко, Л.С. Пинчук

ВВЕДЕНИЕ

Важной проблемой, затрагивающей экономическую безопасность государства, является защита ценных бумаг (денег, чеков, билетов, других документов) от подделки. В условиях ускоряющегося развития и широкого освоения самых

изоэтированных технологий обработки материалов она особенно актуальна. Изготовление ценной бумаги или денежного билета предполагает защиту всех его элементов: бумажной основы, красок, способов печати, изображений, а также применение специальных способов защиты [1]. Система защиты документа закладывается в процессе производства, начиная с разработки оригинального макета, выбора технологического процесса, материалов для изготовления бумажного полотна, способа нанесения печати и т. д. В мировой практике используются многоуровневые системы защиты, включающие такой комплекс способов и средств, который обеспечивает нецелесообразность подделки ценных бумаг [2].

Основой полиграфической продукции служит бумажное полотно, поэтому его защита представляется наиболее важной мерой предотвращения фальсификации ценных бумаг. Средства защиты, заложенные в самом бумажном носителе, включают водяные знаки, специальные виды волокон и нитей, конфетти, химические реакционные добавки и др. [3]. Значительно повышает уровень защиты документа введение в состав бумажной основы окрашенных флуоресцентными красителями химических волокон. Достоинства такого решения – простота идентификации бумаг и сложность изготовления подделки, близкой к оригиналу.

Целью настоящей работы является выбор подходящей технологии крашения волокон для защиты ценных бумаг и разработка устройства для прерывистого окрашивания волокон. Критериями выбора способа в данном случае являются: соответствие волокон требованиям стандартов, высокая производительность, технологическая и экономическая целесообразность.

В работе авторы продолжают развивать тему, затронутую в предшествующих публикациях [4, 5].

ХИМИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА ДЛЯ ЦЕННЫХ БУМАГ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Количество публикаций, посвященных волокнам для защиты ценных бумаг, весьма ограничено. Приведенная ниже характеристика защитных волокон представляет собой обобщение сведений, приведенных в немногочисленных публикациях.

Защитные волокна представляют собой короткие отрезки волокна длиной до 10 мм, введенные в бумажную основу при ее изготовлении и хаотично распределенные в целлюлозной массе или расположенные в виде полосы шириной 3 – 4 см [6]. В качестве защитных применяют химические волокна, которые позволяют реализовать дополнительные элементы защиты. Волокна могут быть бесцветными или цветными с разнообразной цветовой гаммой. Значительно повышают степень защиты документов волокна, обработанные люминесцентными красителями. Вырабатывают цветные и бесцветные люминесцентные волокна, при этом бесцветные волокна обеспечивают более надежную защиту. Если в состав бумажной основы для документов вводят защитные волокна разного цвета, достаточным считают добавление волокон трех типов, различающихся по цвету волокна или его свечения в ультрафиолетовом свете. Нежелательно использовать волокна со свечением голубого цвета, поскольку их проще фальсифицировать [3]. Наиболее эффективными являются защитные волокна с прерывистой окраской, например, двухцветные, которые внешне выглядят однотонными, но под лупой заметно чередование цветов.

Профилированные защитные волокна отличаются специфической формой поперечного сечения, полученной в процессе формования. Они легко идентифицируются, имеют относительно низкую стоимость, их невозможно подделать полиграфическими или другими методами.

Специалистами ФГУП «Гознак» Российской Федерации разработаны так называемые ступенчатые волокна (волокна «Зона») с переменным диаметром, в которых чередуются участки с различной формой поперечного сечения. В таком волокне могут чередоваться окрашенные и неокрашенные, люминесцирующие и УФ-пассивные участки [6].

Разработаны и применяются бикомпонентные волокна, имеющие различные оптические свойства в поперечном направлении. Такие волокна формируют из расплавов смесей ограниченно совместимых или несовместимых полимеров

(сополимеров) [7]. Для повышения степени защиты волокна вырабатывают с дополнительными специальными свойствами, например, придавая им ферромагнитные свойства [6].

В Беларуси требования к защитным волокнам регламентированы Инструкцией о порядке изготовления бланков строгой отчетности и специальных материалов [8]. Защитные волокна должны обладать следующими свойствами:

- видимой люминесценцией, контролируемой визуально или с помощью специальных приборов (ультрафиолетового, инфракрасного излучения и др.);
- иметь оптимальную длину (3 – 6 мм);
- толщина отдельного волокна не должна превышать толщину бумаги, для защиты которой оно используется;
- быть термостойкими при температурах до 140 °С.

Потребительские свойства, прежде всего, надежность окраски химических защитных волокон, формируются в процессе их изготовления, при этом решающее значение имеет выбор технологии крашения волокна.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОКРАШИВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Традиционным способом получения окрашенных волокон является добавление дисперсных частиц красителя в расплав полимера. Этим способом изготавливают волокна черного цвета. Для получения волокон других цветов, как правило, используют органические красители. Ассортимент таких красителей весьма узок, а полученные с их помощью одноцветные волокна отличаются тусклой окраской и обладают ограниченной эффективностью как средство защиты документов от подделки [9].

Широко распространен способ крашения полиэфирных волокон, при котором их выдерживают в жидкостной красильной ванне при температуре 50 – 55 °С в течение 2 – 5 минут. Способ отличается низкой производительностью, а волокна имеют бледную окраску. Более производителен усовершенствованный вариант этого способа, предполагающий обработку свежесформованных нитей в водной красильной ванне в две стадии при нагревании до температуры 100 и 105 °С. На первой стадии крашение осуществляется при постоянной невысокой скорости транспортирования нитей в ванне, а на второй – скорость увеличивают в 1,5 – 10 раз. Способ предполагает небольшое натяжение нити и обеспечивает равномерное распределение красителя по длине волокна [10].

Известен способ окрашивания жидким красителем, наносимым на поверхность волокон путем разбрызгивания под давлением из форсунки. Краситель распределяется на волокне случайным образом, регулировать его количество и тон невозможно. Качество окраски волокон при использовании такого способа низкое [11].

Окрашивание волокна на локальных участках дает возможность значительно повысить степень защиты. Один из возможных способов такого окрашивания предполагает изготовление из волокон крученой пряжи, которую окрашивают и разрезают на короткие отрезки [12]. Полученное таким образом штапельное волокно имеет окрашенные и неокрашенные участки и может быть повторно окрашено другой краской. Недостатками способа являются трудоемкость и невозможность регулирования длины окрашенных участков.

При крашении хлопчатобумажных волокон используют краситель и активирующую жидкость. Сначала заряжают отдельные участки волокон нанесением на них униполярно заряженных капель активирующей жидкости. Затем волокна с заряженными и незаряженными участками помещают в краситель и получают участки разной интенсивности окраски. Гибкое управление крашением осуществляют с помощью микроЭВМ. Способ позволяет автоматизировать процесс крашения и реализовать точное дозирование капель активирующей жидкости [11].

Относительно новым способом является крашение химических волокон парами красителей [13]. Парофазная технология крашения осуществляется путем перевода красителя в сублимированное состояние, из которого пар красителя адсорбируется

поверхностью волокна. Интенсивность окраски зависит от скорости прохождения нити через камеру крашения (при более низких скоростях интенсивность выше).

Рассмотренные способы крашения обеспечивают нанесение красителя на поверхность волокон, вследствие чего устойчивость окраски в значительной мере зависит от степени сродства красителя к материалу волокна. Более равномерное распределение красителя в структуре волокна обеспечивают крашение в массе и парофазный способ, однако полученные этими технологически сложными способами волокна имеют повышенную себестоимость.

ХИМИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА, ОКРАШЕННЫЕ ПО МЕХАНИЗМУ КРЕЙЗИНГА

Перспективным способом крашения полимерных волокон является введение красителей в структуру волокна по механизму крейзинга. Механизм крейзинга полимеров описан в работах отечественных и зарубежных специалистов [14 – 19].

Крейзинг полимера происходит в процессе ориентационной вытяжки, осуществляемой в жидкой адсорбционно-активной среде [14]. В нем можно выделить несколько стадий. На первых этапах растяжения на поверхности волокон образуются крейзы (микротрещины, стенки которых соединены фибриллярными тяжами). При дальнейшей деформации крейзы растут в направлении, перпендикулярном оси растяжения образца, пока не пересекут его поперечное сечение [15]. На следующей стадии крейзы уширяются в направлении оси растяжения, а волокно переходит в ориентированное фибриллярное состояние. В жидкой технологической среде возникающие крейзы мгновенно заполняются жидкой фазой, что дает возможность ввести в структуру полимера практически любые несовместимые с ним добавки (бактерициды, антипирены, красители и др.), обеспечивая их равномерное распределение в поверхностном слое волокон [16]. Захваченные крейзами добавки удерживаются в поверхностном слое волокна [17, 18].

На рис. 1 а, б [19] показаны микрофотографии волокна, растянутого в поверхностно-активной жидкости. На участке I происходит зарождение крейзов, на участке II крейзы расширяются и на волокне образуется шейка. На рис. 1 б показано увеличенное изображение одного из крейзов. Заметно, что стенки (1) трещины (2) соединены тяжами (3). Схема этого структурного образования приведена на рисунке 1 в. Видно, что дальнейшая вытяжка волокна сопровождается постепенным переходом материала волокна в фибриллярную структуру тяжей. На участке IV волокно состоит преимущественно из параллельно расположенных фибрилл.

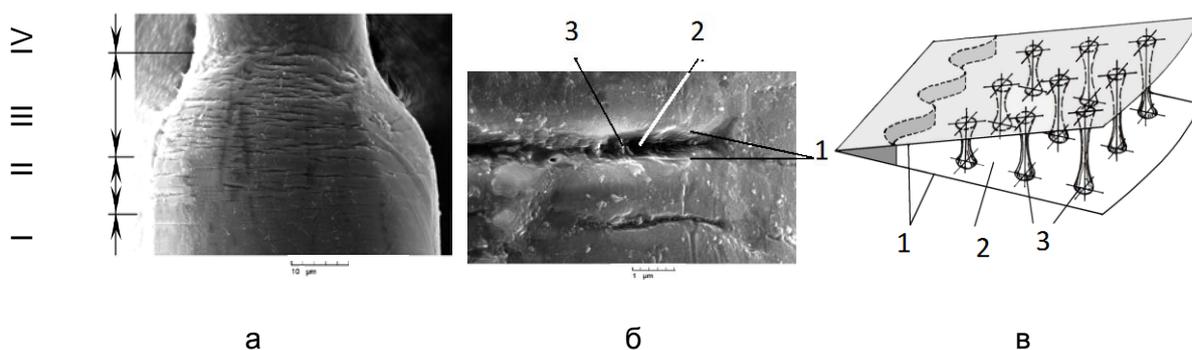


Рисунок 1 – РЭМ-изображения (а, б) и схема (в) образования крейзов в ПЭТФ-волокнах. Римскими цифрами обозначены участки напряженного состояния волокна, на которых происходит: I – зарождение крейзов, II – рост, III – уширение крейзов, IV – формирование фибриллярной структуры волокна; 1 – стенки трещины, 2 – трещина, 3 – тяжи

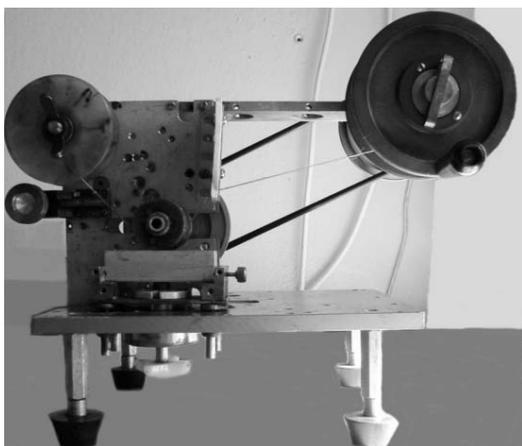
Наиболее интенсивное насыщение крейзов жидкостью происходит на участках II и III на этапе формирования шейки. На участке IV захваченная жидкость перераспределяется в поверхностном слое волокна [19].

При крашении по механизму крейзинга волокно подвергают вытяжке в поверхностно-активной жидкой среде, содержащей краситель. Такая технология позволяет получать волокна с устойчивой окраской, отличается высокой производительностью, легко вписывается в стандартный процесс изготовления химических волокон, не требует значительной модификации технологического оборудования. Способ позволяет совмещать крашение с введением любых модифицирующих добавок для придания волокну дополнительных полезных свойств (ферромагнетизма, способности поглощать излучение и др.). Такой способ имеет широкие возможности для дальнейшего совершенствования, в частности, для окрашивания волокон на участках, чередующихся с неокрашенными, и представляется наиболее перспективным для получения волокон, реализующих разнообразные механизмы защиты ценных бумаг. Такие волокна в настоящее время вырабатываются только в России и США.

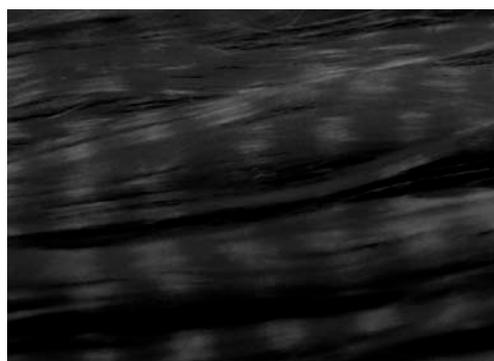
Для реализации прерывистого окрашивания химических волокон по механизму крейзинга нами разработано и изготовлено следующее устройство.

Устройство содержит два набора валков для транспортирования и вытяжки волокон, причем скорость вращения первого набора валков меньше, чем второго. Последний валок первого набора выполнен зубчатым с шагом зубьев, равным длине окрашенного участка волокна. Зона контакта зубчатого валка с контртелом, которым служит сопряженная гладкая опорная пластина, находится в ванне и погружена в поверхностно-активную жидкость, содержащую краситель. На дно ванны нанесено эластичное покрытие.

Точка вытяжки окрашиваемого волокна, в которой при соответствующей степени вытяжки и смачивании волокна поверхностно-активной жидкостью начинается образование крейзов, находится на выходе волокна из контакта «зубчатый валок–контртело». Когда волокно прижато зубом к контртелу, степень вытяжки максимальна и достаточна для образования крейзов, поэтому участок волокна на выходе из контакта окрашивается, благодаря захвату красителя крейзами. Если, скользя по контртелу, волокно находится в промежутке между зубьями, степень его вытяжки оказывается меньшей, чем необходимо для крейзообразования. В результате участок волокна между позициями, в которых волокно было прижато к контртелу соседними зубьями, остается неокрашенным.



а



б

Рисунок 2 – Устройство (а) для прерывистого окрашивания химических волокон и внешний вид (б) ПЭТФ волокон с прерывистой окраской в ультрафиолетовом освещении

Разработано устройство и ведутся эксперименты по определению оптимальных технологических режимов вытяжки и состава красителя, обеспечивающих получение волокна с чередованием окрашенных и неокрашенных участков заданной длины.

ВЫВОДЫ

Результативным способом решения проблемы защиты ценных бумаг от фальсификации является введение в состав бумажной массы окрашенных химических волокон. Эффективны защитные волокна, содержащие люминесцентные красители.

Наиболее равномерное распределение красителя в волокне и высокую стойкость окраски обеспечивают крашение в массе и парофазное крашение. Однако по технико-экономическим критериям эти способы не подходят для получения защитных волокон, вводимых в бумажную массу.

В настоящее время наиболее перспективным способом крашения защитных волокон представляется крашение по механизму крейзинга. Это высокопроизводительный способ, не требующий значительного переоснащения технологического оборудования. Он позволяет совместить процесс крашения с введением любого комплекса модифицирующих добавок. Загерметизированные в структуре волокна микровключения красителя не подвергаются действию щелочной бумажной массы, которая «гасит» люминесценцию. Можно сказать, что разработки, основанные на использовании крейзинга волокон, найдут скорое применение в промышленности ценных бумаг.

Разработаны методика прерывистого окрашивания волокон в процессе ориентационной вытяжки и конструкция устройства для ее осуществления. Спроектировано и изготовлено лабораторное устройство и ведется его отладка при изготовлении образцов волокна с чередованием окрашенных и неокрашенных участков заданной длины.

Список использованных источников

1. Комплексное криминалистическое исследование средств защиты ценных бумаг и денежных билетов / А. Г. Белоусов [и др.]. – Москва : ГУ ЭКЦ МВД России, 2001. – 98 с.
2. Кислухин, С. Защита официальных бумаг, бланков и документов от подделки в Республике Беларусь / С. Кислухин, Л. Корочкин // Банкаўскі веснік. – 2002. – № 6. – С. 36–40.
3. Корочкин, Л. Проблемы защиты банкнот и ценных бумаг от подделки / Л. Корочкин, А. Гореленко // Банкаўскі веснік. – 2002. – № 9. – С. 42–45.
4. Сыцко, В. Е. Технологии получения окрашенных химических волокон для защиты ценных бумаг / В. Е. Сыцко, Н. В. Кузьменкова // Полимерные композиты и трибология (Поликомтриб-2011) : материалы международной научно-технической конференции, Гомель, 27-30 июня 2011 г. / Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси ; редкол.: В. Н. Адериха [и др.]. – Гомель, 2011. – С. 208.
5. Кузьменкова, Н. В. Химические волокна для защиты ценных бумаг / Н. В. Кузьменкова, Е. А. Сементовская, В. Е. Сыцко // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции, Витебск, 15-16 ноября 2011 г. / Витебский государственный технологический университет ; редкол.: А. Г. Коган [и др.]. – Витебск, 2011. – С. 74-76.
6. Коншин, А. А. Защита полиграфической продукции от фальсификации / А. А. Коншин. – Москва : ООО «Синус», 1999. – 160 с.
7. Перепелкин, К. Е. Принципы и методы модифицирования волокон и волокнистых материалов / К. Е. Перепелкин // Химические волокна. – 2005. – № 2. – С. 37-49.
8. Об утверждении инструкции о порядке изготовления бланков строгой отчетности и специальных материалов : постановление Министерства

финансов Респ. Беларусь, 1 марта 2002 г., № 30 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 32. – 8/7852.

9. Композиция для крашения химических волокон в массе : пат. 2130097 RU, МПК D 06 P 1/673, C 08 J 3/20, C 09 B 67/42 / Г. И. Раздьяконова ; В. Ф. Суrowикин ; Л. И. Ситникова ; Ю. П. Окунев ; Н. И. Давыденко ; О. А. Степанова ; заявитель Конструкторско-технологический институт технического углерода СО РАН. – № 96103169/04 ; заявл. 19.02.96 ; опубл. 10.05.99 // Патенты России. Сводный индекс. RU 15.01.1994 – 27.03.2010 [Электронный ресурс] : описания полезных моделей. Электрон. текстовые дан. – Москва : ФГУ ФИПС, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : цв.
10. Способ крашения полиэфирных нитей : заявка на изобретение 94031444 RU, МПК D 06 P 3/54, D 06 P 5/00 / В. Ф. Исааков, А. П. Андрoнова ; заявитель Арендное предприятие Всесоюзный НИИ синтетического волокна. – № 94031444/04 ; заявл. 26.08.94 ; опубл. 20.08.96 // Патенты России. Сводный индекс. RU 15.01.1994 – 27.03.2010 [Электронный ресурс] : описания полезных моделей. Электрон. текстовые дан. – Москва : ФГУ ФИПС, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : цв.
11. Способ крашения волокон : пат. 2144103 RU, МПК D 06 B 1/02, D 06 B 3/02, D 06 B 5/14, D 06 P 5/20 / В. С. Нагорный ; Ю. А. Левченко ; заявители В. С. Нагорный ; Ю. А. Левченко. – № 99101284/12 ; заявл. 19.01.99 ; опубл. 10.01.00 // Патенты России. Сводный индекс. RU 15.01.1994 – 27.03.2010 [Электронный ресурс] : описания полезных моделей. Электрон. текстовые дан. – Москва : ФГУ ФИПС, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : цв.
12. Способ изготовления защитного волокна, защитное волокно и защищенная от подделки бумага : пат. 2190716 RU, МПК D 21 H 21/40, D 44 F 1/12 / Дзонг-Киу Ким, Йонг-Хван Парк ; заявитель Корея Секьюрити Принтинг Энд Минтинг Корпорейшн. – № KR 99/00087 ; заявл. 26.02.99 ; опубл. 10.09.99 // Патенты России. Сводный индекс. RU 15.01.1994 – 27.03.2010 [Электронный ресурс] : описания полезных моделей. Электрон. текстовые дан. – Москва : ФГУ ФИПС, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : цв.
13. Пейсахович, А. А. Парофазный способ крашения синтетических швейных ниток и пряжи / А. А. Пейсахович, В. В. Павутницкий // Текстильная промышленность. – 2010. – № 4. – С. 34-36.
14. Kramer, E. J., Berger, L. L. Fundamental processes of craze growth and fracture // Adv. Polym. Sci. – 1990. – V. 91/92. – p. 1-68 [Crazing Polym., V.2].
15. Волынский, А.Л. Эффект Ребиндера в полимерах / А. Л. Волынский // Природа. – 2006. – № 11. – С. 11-18.
16. Goldade, V. A., Pinchuk, L. S., Vinidictova, N. S. Modification of polyester fibers by bactericides using crazing mechanism // Int. Pol. Proc. – 2010. – V. 25, № 3. – p. 199-204.
17. Волынский, А. Л. Крейзинг в жидких средах – основа для создания уникального метода модификации полимеров / А. Л. Волынский [и др.] // Российский химический журнал. – 2005. – Т. XLIX, № 6. – С. 118-128.
18. Волынский, А. Л. Структурная самоорганизация аморфных полимеров / А. Л. Волынский, Н. Ф. Бакеев. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 232 с.
19. Винидиктова, Н. С. Использование крейзинга полимеров для создания антимикробных полиэфирных волокон / Н. С. Винидиктова, Л. С. Пинчук, В. А. Гольдаде, В. П. Новиков // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – Минск, сентябрь–октябрь 2009. – Т. 53, № 5. – С. 108-112.

Статья поступила в редакцию 29.09.2011

SUMMARY

Characteristics of chemical fibres for protection of security paper are examined and requirements to them are listed. The basic ways of dyeing of chemical fibres are looked and their strengths and weaknesses are analysed. It is revealed, that not all considered ways are effective for protection of security paper. It is shown that optimum way is of fibres coloring depends on the mechanism of crazing.

УДК 661.872+628.1.033

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ

А.П. Платонов, А.А. Трутнёв, С.Г. Ковчур

Цель работы – изготовление неорганических строительных пигментов на основе железосодержащих отходов теплоэлектроцентралей и исследование их свойств, в том числе, фиксации на пористых материалах.

Объектом исследования являлись железосодержащие неорганические отходы теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) № 3, № 4 г. Минска и ТЭЦ № 5 Минской области.

В таблице 1 приведены данные об объёмах образования железосодержащих отходов на перечисленных ТЭЦ. Данные предоставлены республиканским научно-исследовательским унитарным предприятием «БелНИЦ «Экология».

Таблица 1 – Объёмы образования железосодержащих отходов на ТЭЦ г. Минска

Предприятие	Наименование отходов	Код	Класс опасности отходов	Объём образования, тонн/год
Минская теплоэнергоцентральный № 3 РУП «Минскэнерго»	Шлам химводоочистки	9410900	4	2100 – 2200
Минская теплоэнергоцентральный № 4 РУП «Минскэнерго»	Шлам химводоочистки	9410900	4	580 – 600
Минская теплоэнергоцентральный № 5 РУП «Минскэнерго»	Железосодержащая пыль	3510100	4	0,1 – 0,2
Минская теплоэнергоцентральный № 5 РУП «Минскэнерго»	Шлам химводоочистки	9410900	4	30 – 40
Минская теплоэнергоцентральный № 5 РУП «Минскэнерго»	Шлам осветления	9430100	4	800 – 900

В таблице 2 приведён химический состав неорганических отходов ТЭЦ.

Таблица 2 – Химический состав неорганических отходов ТЭЦ

Предприятие	Наименование отходов	Содержание $CaCO_3$ в весовых процентах	Содержание $Mg(OH)_2$ в весовых процентах	Содержание $Fe(OH)_3$ в весовых процентах
Минская теплоэнерго-центральный № 3 РУП «Минск-энерго»	Шлам химводоочистки	75 – 77	15 – 16	10 – 11
Минская теплоэнерго-центральный № 4 РУП «Минск-энерго»	Шлам химводоочистки	70 – 73	14 – 15	12 – 16

В промышленности строительных материалов применяются следующие железосодержащие пигменты:

1. Железный сурик – природный неорганический пигмент красно-коричневого цвета, состоящий из оксида железа (III), не менее 70 %, с примесью глинистых материалов и кварца. Маслоёмкость пигмента 15 – 25 г на 100 г пигмента; укрывистость 20 г/м². Железный сурик – прочный пигмент, обладающий высокой красящей способностью, светостойкостью и химической устойчивостью [1].

2. Сухая охра – природный пигмент, состоящий из глинистых минералов, окрашенных гидратированными оксидами железа (11 – 18 %). Охра – одна из самых прочных, свето- и щёлочестойких неорганических красок. Маслоёмкость 40 г связующего на 100 г пигмента. Охра не обладает высокой красящей способностью.

3. Жёлтый железоксидный пигмент – синтетический неорганический пигмент, представляющий собой моногидрат оксида железа (III). Содержание соединений железа в пересчёте на Fe_2O_3 не менее 84 – 86 %, маслоёмкость 30 – 70 г связующего на 100 г пигмента, укрывистость 15 – 20 г/м².

4. Природная сухая мумия – неорганический пигмент коричневого цвета, окрашенный оксидами железа. Укрывистость не более 25 г/м², маслоёмкость 12 – 20 г связующего на 100 г пигмента. Пигмент устойчив к действию щёлочей и извести.

Высушенные железосодержащие отходы ТЭЦ по качественным показателям соответствуют строительному пигменту типа «охра» с содержанием оксида железа (III) 28 – 30 %; прокалённые отходы по качественным показателям соответствуют железному сурику (содержание оксида трёхвалентного железа изменялось в пределах 78 – 84 %) [2].

В лабораторных условиях изготовлены экспериментальные партии пигментов на основе неорганических отходов теплоэлектроцентралей. Технология получения пигментов заключается в следующем. Неорганические железосодержащие отходы с влажностью 5 – 6 % загружались в фарфоровые ёмкости и прокаливались в электропечи при температуре 800 °С в течение 1 часа. Температурный режим прокаливания выбран с учётом того, что большинство солей кальция, магния, железа разлагаются при 350 – 800 °С. После прокаливания отходы измельчались в шаровой мельнице в течение 40 минут до степени дисперсности 140 – 145 мкм. В таблице 3 приведены качественные показатели железосодержащих отходов.

Таблица 3 – Качественные показатели железосодержащих отходов

Наименование показателя	Значение показателя	
	Непрокалённые отходы	Прокалённые отходы
Внешний вид	Тонкодисперсный порошок оранжевого цвета	Тонкодисперсный порошок тёмно-красного цвета
Степень дисперсности, мкм	150 – 160	140 – 145
Содержание оксида трёхвалентного железа, %	20 – 22	80 – 84
Укрывистость, г/м ²	60 – 70	15 – 20
Потери при прокаливании, %	–	22 – 25

Из данных таблицы 3 следует, что прокалённые отходы по качественным показателям соответствуют высококачественным строительным пигментам типа «железный сурик».

При подборе пигментов для красок и эмалей учитывают их химический состав и следующие показатели: цвет, красящую способность, укрывистость, дисперсность, маслоёмкость, свето- и атмосферостойкость. Атмосферостойкость строительных пигментов во многом определяется их способностью фиксироваться (удерживаться) на пористых материалах.

В настоящее время нет универсальной теории фиксации неорганических пигментов на пористых строительных материалах. На практике подбор пигментов проводится методом проб и ошибок. Фиксация строительных пигментов на пористых материалах (бетонная, кирпичная, оштукатуренная поверхность) исследована недостаточно. Разработка теории фиксации пигментов даст возможность подобрать оптимальный состав для каждого пористого окрашиваемого материала и получить ровную окраску с заданными спектральными свойствами, устойчивую в условиях эксплуатации. Наиболее универсальным, надёжным и точным является определение состава сложных красящих композиций для воспроизводства цвета с использованием аналитических методов. Расчёт необходимо вести по спектральным характеристикам исходных пигментов. Пигмент должен быть не только окрашенным соединением, но и обеспечивать высокую интенсивность окраски при относительно невысокой его концентрации в материале. Это условие выполняется для окрашенных соединений с высокими значениями молекулярного коэффициента экстинкции.

В литературе не исследован механизм, энергетический характер и природа сорбционной связи, состояние пигмента в материале, зависящее от химической структуры и свойств пигмента, а также от физической и химической структуры материала. Недостаточно изучены термодинамика сорбции, теплота и энтропия сорбции, а также кинетика фиксации. Поскольку в процессе крашения взаимодействие между красителем и материалом протекает в определённой среде, можно считать, что при фиксации существует трёхкомпонентная система: растворитель – пигмент – пористый материал [3]. Знание свойств каждого из этих трёх компонентов системы необходимо для понимания механизма явлений диффузии и сорбции пигментов. При выборе растворителей необходимо руководствоваться термодинамическим сродством в трёхкомпонентной системе и летучестью растворителя [4].

Процесс адсорбции пигмента окрашиваемой поверхностью осуществляется за счёт взаимодействия поверхности частиц пигмента с плёнкообразующим веществом и растворителем. Степень фиксации пигмента определяется различием энергий взаимодействия «поверхность пигмента – полимер», «поверхность пигмента – растворитель» и «полимер – растворитель». В идеальном случае энергия адсорбции

полимера должна быть выше энергий взаимодействия пигмент-растворитель и полимер-растворитель. Однако из-за больших размеров молекулы плёнкообразующего вещества медленнее адсорбируются на поверхности, чем растворитель. Смачивание сопровождается тепловым эффектом. Чем лучше растворитель смачивает поверхность, тем выше теплота смачивания. Поверхность пигментов в зависимости от их природы характеризуется определённой степенью гидрофильности или гидрофобности. К гидрофильным относятся пигменты на основе оксидов (охра, сурик). Такие пигменты хорошо смачиваются водой и полярными растворителями. В идеальном случае поверхность пигмента должна в большей степени адсорбировать плёнкообразователь, а не растворитель, т. е. взаимодействие «пигмент – полимер» должно превышать взаимодействие «пигмент – растворитель» и «полимер – растворитель».

Контакт пигмента с окрашиваемой поверхностью является дискретным вследствие того, что на ней всегда имеются поры, неровности, трещины, характер которых зависит от структуры материала. Во многом это зависит от смачивания, т.е. самопроизвольного растекания красочного состава по окрашиваемой поверхности, определяемого стремлением системы уменьшить поверхностную энергию Гиббса [5]. Следует также учитывать, что жидкий поток пигмента не заполняет каждую трещину, пору окрашиваемой бетонной или кирпичной поверхности. Поэтому в трещинах образуются воздушные пустоты. В результате уменьшается площадь фактического контакта и возникают потенциальные очаги разрушения адгезионной связи вследствие того, что около пустот на границе концентрируются напряжения. В соответствии с нормативно-технической документацией прочность сцепления покрытий должна быть не менее 1,0 МПа.

Фиксации пигмента предшествуют стадии его диффузии из внешней среды к поверхности пористого строительного материала, сорбции на внешней поверхности материала и диффузии внутри материала. Диффузия к поверхности и в объёме строительного материала подчиняется законам массопереноса, а характер среды, в которой она протекает, оказывает существенное влияние на механизм и скорость её протекания. В основе переноса вещества лежат случайные блуждания частиц (ионов, молекул, комплексов и т. д.) [3]. Первый закон Фика остаётся справедливым при условии постоянства коэффициента диффузии (D) и градиента концентрации (C). В реальных условиях, в том числе в случае диффузии пигментов в пористом строительном материале, коэффициент диффузии и градиент концентрации зависят от координат пространства (X) и от времени (t), что выражается уравнением:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \text{div}(D \text{ grad} C) = d(DdC), \quad (1)$$

где d – вторая производная по координатам пространства.

Уравнение (1) соответствует второму закону Фика, описывает в общем виде диффузию и является дифференциальным уравнением в частных производных, где зависимая переменная C является функцией двух независимых переменных X и t .

Существует два подхода в интерпретации механизма диффузии на молекулярном уровне: гидродинамическая теория и кинетическая теория. В гидродинамической теории диффузионный поток рассматривается как результирующее двух противоположно действующих сил: движущая сила, толкающая диффундирующую частицу (молекулу, ион) и гидродинамическое сопротивление этому движению. Эта теория была разработана применительно к диффузии в жидкостях, и, следовательно, может быть использована для изучения диффузии пигмента в порах строительного материала, заполненных краской. В кинетической теории процесс диффузии описывается аналогично скорости мономолекулярной реакции. Согласно этой теории диффундирующая частица (молекула пигмента) находится в окружении сетки молекул среды, в которой возникают мгновенные пустоты (вакансии). Частицы диффузанта совершают перескок из одной вакансии в другую, проходя при этом

через активированное промежуточное состояние. Зависимость коэффициента диффузии от температуры выражается уравнением Аррениуса:

$$\ln D = \ln A - \frac{E}{R \cdot T}, \quad (2)$$

где E – энергия активации диффузии, кДж/моль;

A – постоянная Аррениуса;

R – газовая постоянная, Дж/моль·К;

T – температура, °К.

Энергия активации связана с энтальпией ΔH (кДж/моль) и энтропией ΔS (кДж/моль·К) образования активированного комплекса уравнениями:

$$\begin{aligned} E &= R \cdot T + \Delta H, \\ \Delta G &= \Delta H - T \cdot \Delta S, \end{aligned} \quad (3)$$

где ΔG – энергия Гиббса (кДж/моль).

Кинетическая теория имеет большое значение для интерпретации механизма диффузии пигмента в пористый строительный материал. Маловероятным представляется обменный механизм перескока больших молекул пигмента в растворителе, состоящем из небольших молекул. При этом потребуются освобождение объёма в краске, занятого сотней молекул растворителя, что связано с большой затратой энергии. Более вероятен механизм перескока небольших молекул растворителя, при этом крупные молекулы растворённого вещества перемещаются в противоположном направлении.

Исследование фиксации пигментов необходимо для определения их миграционной устойчивости. Миграция – свойство цветного пигмента проникать через верхние слои и перемещаться на поверхность окрашенного материала или лакокрасочного покрытия. Пигменты склонны к миграции, нарушающей цвет и декоративный вид лакокрасочного покрытия. При отсутствии указаний в стандарте на пигмент образцы красок для испытания готовят перетиром пигмента со связующим веществом.

Исследования, проведённые на кафедрах химии, охраны труда и промышленной экологии Витебского государственного технологического университета, показали, что железосодержащие отходы ТЭЦ можно использовать для изготовления строительных материалов: цветной тротуарной плитки, фасадной краски. Разработаны и утверждены технологические регламенты и технические условия на перечисленные отделочные строительные материалы.

На основании проведённых исследований можно сделать вывод о том, что непрокалённые и прокалённые железосодержащие неорганические отходы являются ценным сырьём для изготовления строительных пигментов. Предлагаемая технология изготовления пигментов важна в плане ресурсосбережения и импортозамещения. Планируется её внедрение на экспериментально-производственном предприятии института мелиорации.

Список использованных источников

1. Лившиц, М. Л. Технический анализ и контроль производства лаков и красок / М. Л. Лившиц. – Москва : Высшая школа, 1987. – 264 с.
2. Платонов, А. П. Изготовление строительных пигментов из неорганических отходов станций обезжелезивания и теплоэлектроцентралей / А. П. Платонов, А. А. Трутнёв, С. Г. Ковчур // Вестник ВГТУ. – 2011. – № 20. – С. 153-159.
3. Кричевский, Г. Е. Теоретические основы фиксации красителей : учебное пособие / Г. Е. Кричевский. – Москва : Московский текстильный ин-т, 1978. – 44 с.

4. Дринберг, С. А. Растворители для лакокрасочных материалов / С. А. Дринберг, Э. Ф. Ицко. – Ленинград : Химия, 1986. – 208 с.
5. Логанина, В. И. Качество отделки строительных изделий и конструкций красочными составами / В. И. Логанина, Л. П. Орендлихер. – Москва : АСВ, 2002. – 144 с.

Статья поступила в редакцию 16.01.2012

SUMMARY

The fixation theory of inorganic pigments, obtained from industrial waste, has been developed. The volumes and chemical contents of thermal power plants waste in Minsk and Minsk region have been determined. It has been stated that the waste may be used for production of construction pigments as ochre and suric.

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ РЕЙТИНГА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

С.В. Бословяк

Необходимость активизации инвестиционной деятельности и привлечения инвестиций субъектами хозяйствования обуславливают актуальность всесторонней и грамотной оценки их инвестиционной привлекательности.

Одним из наиболее взвешенных подходов к оценке инвестиционной привлекательности коммерческих организаций является расчет и интерпретация интегральных показателей, что позволяет учитывать воздействие совокупности финансово-экономических и организационных факторов. Влияние этих факторов отражается посредством количественных и, в некоторых случаях, качественных [1] частных показателей. Особенностью рейтинговых методик является их ориентация, в основном, на количественные показатели.

Наиболее распространенным методом расчета интегрального рейтинга является аддитивная свертка, сущность которой заключается в следующей формуле:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i \cdot W_i ; \quad (1)$$

где P_i – нормированное значение i -го частного показателя;

W_i – весовой коэффициент i -го частного показателя ($\sum_{i=1}^n W_i = 1$);

i – порядковый номер частного показателя;

n – количество частных показателей.

Подобная методика применяется, например, известным российским рейтинговым агентством АК&М. Однако, несмотря на высокую степень проработанности, в практическом применении рейтинговых методик существует ряд проблем. Так, не всегда проводится проверка значений частных показателей на наличие коллинеарности, их весовые коэффициенты обычно приводятся без обоснования, для нормирования применяются, как правило, минимальные и максимальные значения по совокупности оцениваемых объектов без исключения аномально экстремальных значений, в ряде случаев не проводится обоснованная стратификация ранжируемых объектов.

Целью данной работы является рассмотрение и решение вышеназванных проблем при оценке инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования. Для этого рассмотрим методику построения рейтинга по формализованным этапам.

1. *Выбор частных показателей для построения рейтинга инвестиционной привлекательности.* Данный вопрос подробно освещен в [2, с. 23-24]. Однако с момента публикации данной статьи в Республике Беларусь произошли существенные изменения бухгалтерской отчетности, в связи с чем ряд предлагаемых в ней показателей на сегодня невозможно рассчитать на основе доступных данных отчетности организаций. По этой причине некоторые показатели в методике были заменены или исключены.

Кроме того, для корректного применения аддитивной свертки необходимо, чтобы показатели были линейно независимы друг от друга. Для достижения данного условия по применяемым в методике показателям рассматриваемой совокупности субъектов хозяйствования (промышленным предприятиям, находящимся в

подчинении Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь) за 2009 год были рассчитаны коэффициенты парной корреляции. По результатам расчета все показатели, за исключением рентабельности собственного капитала и рентабельности активов, удовлетворяют принятому критерию отсутствия значимой коллинеарности (коэффициент корреляции не более 0,7). Коэффициент корреляции между значениями этих двух показателей по рассматриваемой совокупности за указанный период составил 0,93. В методике оставлен показатель рентабельности собственного капитала как более значимый для оценки инвестиционной привлекательности.

С учетом этих условий и ограничений в общий перечень частных показателей рейтинга инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования включены следующие:

1. Показатели, характеризующие эффективность деятельности предприятий:
 - рентабельность реализованной продукции;
 - рентабельность собственного капитала;
 - коэффициент оборачиваемости оборотных активов.
2. Показатели, характеризующие уровень активности предприятий в области производственных инвестиций:
 - коэффициент ввода машин, оборудования, транспортных средств;
 - коэффициент самофинансирования инвестиций;
 - коэффициент накопления амортизации (износа) основных средств.
3. Показатели, характеризующие платежеспособность предприятий:
 - коэффициент текущей ликвидности;
 - коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами;
 - коэффициент абсолютной ликвидности;
 - коэффициент автономии.

Два показателя ликвидности в методике приведены для более полного учета в рейтинге уровня платежеспособности предприятий. Согласно Инструкции по анализу и контролю за финансовым состоянием и платежеспособностью субъектов предпринимательской деятельности данный показатель, наряду с коэффициентами текущей ликвидности и обеспеченности собственными оборотными средствами, характеризует платежеспособность организации [3].

2. *Определение весовых коэффициентов показателей.* Для определения весовых коэффициентов были использованы экспертные оценки работников Министерства финансов Республики Беларусь.

Для проведения экспертного ранжирования использована методика парного сравнения [4] частных показателей, используемых для расчета рейтинга инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования. При определении весовых коэффициентов все финансовые показатели рассматривались как единая совокупность, без деления на подгруппы.

Результаты ранжирования представлены в таблице 1.

В таблице более высокий балл экспертной оценки соответствует более значимым показателям инвестиционной привлекательности.

Итоговые весовые коэффициенты показателей в таблице 1 определены по формуле:

$$W_i = \frac{1}{mn^2} \sum_{j=1}^m B_{ij} , \quad (2)$$

где B_{ij} – сумма баллов, проставленных i -му фактору j -м экспертом.

Таблица 1 – Результаты экспертного ранжирования частных показателей инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования

Показатели	Эксперт № 1		Эксперт № 2		Эксперт № 3		Эксперт № 4		Эксперт № 5		Эксперт № 6		Вес W_i
	балл	ранг											
Рентабельность реализованной продукции	13	4	17	1,5	17	1,5	15	3	17	1,5	13	4	0,153
Рентабельность собственного капитала	15	3	17	1,5	17	1,5	18	1,5	17	1,5	15	3	0,165
Коэффициент оборачиваемости оборотных активов	7	7	10	5	10	5	12	4	10	5	11	5	0,100
Коэффициент ввода машин, оборудования, транспортных средств	5	8	9	6,5	10	5	10	5,5	9	5	9	6	0,087
Коэффициент самофинансирования инвестиций	1	10	13	3	13	3	18	1,5	13	3	17	2	0,125
Коэффициент накопления амортизации основных средств	3	9	4	9,5	3	10	10	5,5	4	10	7	7	0,052
Коэффициент текущей ликвидности	17	2	11	4	10	5	1	10	10	5	5	8	0,090
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	9	6	9	6,5	9	7	4	9	9	7	3	9	0,072
Коэффициент абсолютной ликвидности	19	1	6	8	7	8	6	7,5	7	8	19	1	0,107
Коэффициент автономии	11	5	4	9,5	4	9	6	7,5	4	9	1	10	0,050

Оценка согласованности мнений экспертов проведена на основе расчета множественного коэффициента ранговой корреляции (коэффициента конкордации – W) при наличии связанных рангов. В результате расчетов получено значение $W = 0,553$. Как следует из [4], при $W > 0,5$ мнение экспертов является согласованным. Проверка статистической значимости коэффициента конкордации проведена с помощью χ^2 – критерия Пирсона.

Сравнивая расчетное значение χ_p^2 с табличным значением (по таблице χ^2 – распределения) при числе степеней свободы $n - 1 = 9$ и уровне значимости $\alpha = 0,005$, имеем $29,88 > 23,59$, что с доверительной вероятностью 99,5 % подтверждает статистическую значимость полученного значения коэффициента конкордации и вывода о согласованности мнений экспертов. Все это дает основания полагаться на рассчитанные по итогам экспертной оценки весовые коэффициенты частных показателей.

3. *Нормирование показателей.* В случае, если рост показателя рассматривается как положительная тенденция, то максимально допустимое значение показателя x_2 ассоциируется с 1, а минимально допустимое x_1 – с 0 (в противном случае – наоборот). Тогда формально правило определения нормированных значений можно выразить следующей системой [6]:

$$y = \begin{cases} 0, \text{ если } y_2(x_2) > y_1(x_1), & x_2 > x_1, & x \in (-\infty; x_1) \\ 1, \text{ если } y_2(x_2) < y_1(x_1), & x_2 > x_1 \\ y_2 - \frac{(y_2 - y_1) + (x_2 - x)}{x_2 - x_1}, & x \in [x_1; x_2) \\ 1, \text{ если } y_2(x_2) > y_1(x_1), & x_2 > x_1, & x \in [x_2; +\infty) \\ 0, \text{ если } y_2(x_2) < y_1(x_1), & x_2 > x_1 \end{cases} \quad (3)$$

где x – фактическое значение показателя;

x_1 – минимальное (минимально допустимое) значение показателя;

x_2 – максимальное (максимально допустимое) значение показателя;

y – преобразованное (нормированное) значение показателя;

y_1 – минимальное значение стандартного интервала ($y_1 = 0$);

y_2 – максимальное значение стандартного интервала ($y_2 = 1$).

3.1. Установление экономически целесообразных уровней частных показателей для нормирования.

В большинстве рейтинговых методик, основанных на аддитивной свертке, в качестве минимальных и максимальных значений, используемых для нормирования, принимаются максимальные и минимальные значения по исследуемой совокупности объектов. Однако более корректным представляется не принимать в качестве минимальных и максимальных значений аномально экстремальные значения показателей [6].

Поэтому все частные показатели рейтинга подвергнуты критическому анализу с целью установления минимально и максимально допустимых значений. По показателям рентабельности реализованной продукции и рентабельности собственного капитала минимально допустимое значение принято равным нулю ($x_1 = 0$). Таким образом, в данном рейтинге по всем организациям с отрицательной рентабельностью нормированные значения равны нулю.

Для коэффициентов текущей ликвидности и обеспеченности собственными оборотными средствами в соответствии с вышеупомянутой инструкцией [3] установлены нормативные значения (для отрасли «Промышленность строительных материалов» по коэффициенту текущей ликвидности – 1,2, по коэффициенту обеспеченности собственными оборотными средствами – 0,15). В рейтинге примем их в качестве минимально допустимых. По всем организациям, где уровень текущей ликвидности и обеспеченности собственными оборотными средствами ниже норматива, нормированное значение данных показателей принимается равным нулю.

Для коэффициента текущей ликвидности тенденция роста после достижения определенного предельного значения не является однозначно позитивной. В качестве такого значения обычно указывается 3,0 [7, с.165]. В случае превышения этого значения могут высказываться предположения о завышенном уровне оборотных активов либо о неиспользуемых возможностях увеличения краткосрочной кредиторской задолженности. Для целей нашего рейтинга принято максимально допустимое значение данного показателя, равное 3,0 (т. е. по данному показателю $x_2 = 3$). Если фактическое значение показателя больше, чем максимально допустимое, нормированное значение показателя равно 1,0.

Для остальных показателей рейтинга в качестве минимальных и максимальных значений, используемых для нормирования, условимся принимать максимальные и минимальные значения по исследуемой совокупности предприятий. При этом

очевидно, что для коэффициентов ввода машин, оборудования, транспортных средств, самофинансирования инвестиций и абсолютной ликвидности минимальные значения равны нулю, а для коэффициента самофинансирования инвестиций максимальное значение равно единице. Это подтверждается эмпирическими данными по изучаемой совокупности предприятий.

Коэффициент накопления амортизации (износа) основных средств является в данной методике единственным показателем, рост которого рассматривается как отрицательная тенденция. Теоретически для нового предприятия минимальное его значение равно нулю. Однако на практике такое возможно лишь в случае начала деятельности в самом конце отчетного периода, принимаемого для расчета рейтинга. В процессе деятельности нулевой уровень данного показателя является недостижимым и не может быть использован в качестве эталонного значения.

Экономически целесообразные уровни минимальных и максимальных значений частных показателей, принимаемых для нормирования, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровень частных показателей рейтинга, принимаемый для нормирования

Наименование показателя	Значение, принимаемое для нормирования	
	минимально допустимое	максимально допустимое
Рентабельность реализованной продукции	0,0	максимальное по совокупности
Рентабельность собственного капитала	0,0	максимальное по совокупности
Коэффициент оборачиваемости оборотных активов	минимальное по совокупности	максимальное по совокупности
Коэффициент ввода машин, оборудования, транспортных средств	0,0	максимальное по совокупности
Коэффициент самофинансирования инвестиций	0,0	1,0
Коэффициент накопления амортизации основных средств	минимальное по совокупности	максимальное по совокупности
Коэффициент текущей ликвидности	1,2	3,0
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	0,15	максимальное по совокупности
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,0	максимальное по совокупности
Коэффициент автономии	минимальное по совокупности	максимальное по совокупности

3.2. Расчет нормированных значений показателей.

На основе рассмотренной выше системы осуществлен расчет нормированных значений показателей, включенных в рейтинг инвестиционной привлекательности. Расчет нормированных значений показан на примере оценок двух показателей для Белорусско-Австрийского ЗАО «Стеклозавод «Елизово»:

- по коэффициенту текущей ликвидности (рост как положительная тенденция)

$$y = y_2 - \frac{(y_2 - y_1)(x_2 - x)}{x_2 - x_1} = 1 - \frac{(1 - 0)(3 - 1,552)}{3 - 1,2} = 0,196,$$

где $x = 1,552$ – фактическое значение показателя;

$x_1 = 1,2$ – экономически целесообразное принятое минимальное значение показателя;

– по коэффициенту накопления амортизации (рост как отрицательная тенденция)

$$y = y_2 - \frac{(y_2 - y_1)(x_2 - x)}{x_2 - x_1} = 1 - \frac{(1 - 0)(0,222 - 0,383)}{0,222 - 0,768} = 0,706,$$

где $x = 0,383$ – фактическое значение показателя;

$x_1 = 0,768$ – ассоциируемое с нулем (минимальное в системе (3)) значение показателя по рассматриваемой совокупности организаций;

$x_2 = 0,222$ – ассоциируемое с единицей (максимальное в системе (3)) значение показателя по рассматриваемой совокупности организаций.

В итоге получаем нормированные значения P_i по каждому частному показателю рейтинга для каждого субъекта хозяйствования.

4. *Расчет агрегированного рейтинга.* После определения нормированных значений частных показателей по каждому субъекту хозяйствования по формуле (1) рассчитывается агрегированный показатель P .

5. *Интерпретация полученных результатов.* Для определения соответствия значений агрегированных показателей определенным уровням инвестиционной привлекательности используем стандартный пятиуровневый классификатор (таблица 3) [2, с. 25].

Таблица 3 – Значения агрегированного рейтинга и уровень инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования

Значения P	[0, 0,2)	[0,2, 0,4)	[0,4, 0,6)	[0,6, 0,8)	[0,8, 1,0]
Уровень инвестиционной привлекательности	очень низкий	низкий	средний	высокий	очень высокий

Во избежание неточностей при определении уровня инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования, значения P которых близки к граничным значениям таблицы 3, целесообразно воспользоваться инструментарием теории нечетких множеств, представив перечисленные в таблице интервалы как нечеткие подмножества различных уровней инвестиционной привлекательности.

Принадлежность уровня инвестиционной привлекательности одному из нечетких подмножеств определяется с использованием формул пересечения и объединения нечетких подмножеств [8] на основе функции принадлежности $\mu_{m,j}(P) = \mu_j(P)$ при равных интервалах. Система построена по аналогии со взаимопересекающимися стратами семи интервалов [6, с. 428] с корректировкой для пяти равных интервалов:

$$\mu_1(P) = \begin{cases} 1, & 0 \leq P \leq 0,111 \\ 10(0,222 - P), & 0,15 < P < 0,222 \\ 0, & 0,25 \leq P \leq 1 \end{cases}; \quad \mu_2(P) = \begin{cases} 0, & 0 \leq P \leq 0,111 \\ 10(P - 0,111), & 0,111 < P < 0,222 \\ 1, & 0,222 \leq P \leq 0,333 \\ 10(0,444 - P), & 0,333 < P < 0,444 \\ 0, & 0,444 \leq P \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_3(P) = \begin{cases} 0, & 0 \leq P \leq 0,333 \\ 10(P - 0,333), & 0,333 < P < 0,444 \\ 1, & 0,444 \leq P \leq 0,555 \\ 10(0,666 - P), & 0,555 < P < 0,666 \\ 0, & 0,666 \leq P \leq 1 \end{cases}; \mu_4(P) = \begin{cases} 0, & 0 \leq P \leq 0,555 \\ 10(P - 0,555), & 0,555 < P < 0,666 \\ 1, & 0,666 \leq P \leq 0,777 \\ 10(0,888 - P), & 0,777 < P < 0,888 \\ 0, & 0,888 \leq P \leq 1 \end{cases}; (4)$$

$$\mu_5(P) = \begin{cases} 0, & 0 \leq P \leq 0,777 \\ 10(P - 0,777), & 0,777 < P < 0,888 \\ 1, & 0,888 \leq P \leq 1 \end{cases}$$

На практике применение системы (4) можно представить в виде следующей таблицы:

Таблица 4 – Правило распознавания уровня инвестиционной привлекательности субъекта хозяйствования

Интервал значений P	Классификация уровня инвестиционной привлекательности	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
$0 \leq P \leq 0,111$	очень низкий	1
$0,111 < P < 0,222$	очень низкий	$\mu_1 = 10(0,222 - P)$
	низкий	$1 - \mu_1 = \mu_2$
$0,222 \leq P \leq 0,333$	низкий	1
$0,333 < P < 0,444$	низкий	$\mu_2 = 10(0,444 - P)$
	средний	$1 - \mu_2 = \mu_3$
$0,444 \leq P \leq 0,555$	средний	1
$0,555 < P < 0,666$	средний	$\mu_3 = 10(0,666 - P)$
	высокий	$1 - \mu_3 = \mu_4$
$0,666 \leq P \leq 0,777$	высокий	1
$0,777 < P < 0,888$	высокий	$\mu_4 = 10(0,888 - P)$
	очень высокий	$1 - \mu_4 = \mu_5$
$0,888 \leq P \leq 1$	очень высокий	1

В соответствии с принятым правилом и рассчитанными значениями агрегированной рейтинговой оценки P субъекты хозяйствования рассматриваемой совокупности распределены по уровням инвестиционной привлекательности (таблица 5).

Таблица 5 – Результаты применения методики рейтинговой оценки субъектов хозяйствования

Уровень инвестиционной привлекательности	Наименование (количество) субъектов хозяйствования	Значение показателя <i>P</i>	Место в рейтинге
высокий	ПРУП «Оршанский ОМЗ «Металлист»	0,626	1
средний	ОАО «Строймаш»	0,6	2
	ОАО «Нерудпром»	0,517	3
	ОАО «Керамин»	0,513	4
	РУПП «Гранит»	0,506	5
	РУП «Минсктиппроект»	0,496	6
	ОАО «Минпласт»	0,495	7
	ОАО «Спецжелезобетон»	0,485	8
	ПРУП «Завод ЖБК № 13»	0,468	9
	ОАО «Керамика»	0,44	10
	ОАО «Промтехмонтаж»	0,429	11
	ОАО «Пинский ОМЗ»	0,423	12
	ОАО «Реммех»	0,421	13
низкий	42 организации	от 0,173 до 0,394	с 14 по 55
очень низкий	ОАО «Стеклозавод «Неман»	0,121	56
	ОАО «Гомельский КСК»	0,096	57
	ОАО «Гомельстекло»	0,081	58
	ОАО «Оршастройматериалы»	0,078	59

Как видно из итоговой таблицы 5, применение инструментария теории нечетких множеств для исследуемой совокупности является обоснованным. Большинство субъектов хозяйствования попадают в группы со средним и низким уровнем инвестиционной привлекательности, при этом многие из них имеют небольшой разброс значений агрегированного рейтинга.

Таким образом, в ходе проведенного исследования получены следующие результаты:

- обоснован состав частных показателей рейтинга инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования с учетом доступности необходимых данных и исключения линейно зависимых друг от друга показателей;
- предложена и применена методика экспертной оценки весовых коэффициентов частных показателей, статистически обоснована их значимость;
- в отличие от большинства существующих методик, нормирование частных показателей проводится по экономически целесообразным их уровням, что способствует более строгой оценке уровня инвестиционной привлекательности;
- для установления соответствия значений агрегированного рейтинга и уровня инвестиционной привлекательности предложено использовать инструментарий теории нечетких множеств, показана целесообразность его применения;
- предлагаемая методика применена для организаций одной отрасли, что позволяет исключить влияние объективно существующих отраслевых различий.

В целом, предлагаемая методика рейтинговой оценки субъектов хозяйствования обеспечивает достаточную информационную поддержку принятия управленческих решений для потенциальных инвесторов. Проведение подобной оценки позволяет также проводить сравнительный анализ инвестиционной привлекательности подотраслей и определять направления повышения инвестиционной привлекательности для отдельных организаций.

Список использованных источников

1. Севрюгин, Ю. В. Оценка инвестиционной привлекательности промышленного предприятия : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Ю. В. Севрюгин. – Ижевск, 2004. – 27 с.
2. Бословяк, С. Методика рейтинговой оценки инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования / С. Бословяк // Финансы. Учет. Аудит. – 2004. – № 8. – С. 23-25.
3. Постановление Министерства финансов Республики Беларусь, Министерства экономики Республики Беларусь, Министерства статистики и анализа Республики Беларусь от 08.05.2008 г. № 79/99/50 «О внесении изменений и дополнений в Инструкцию по анализу и контролю за финансовым состоянием и платежеспособностью субъектов предпринимательской деятельности» // Национальный реестр нормативных правовых актов 04.06.2012 г., № 132. – С. 80-92.
4. Дэвид, Г. Метод парных сравнений / пер. с англ. Н. Космарской и Д. Шмерлинга. – Москва : Статистика, 1978. – 78 с.
5. Шмойлова, Р. А. Практикум по теории статистики / Р. А. Шмойлова, В. Г. Минашкин, Н. А. Садовникова – Москва : Финансы и статистика, 2006. – 416 с.
6. Ахрамейко, А. Построение рейтинга банков с использованием методики расчета многоуровневого агрегированного показателя состояния банка / А. Ахрамейко, Б. Железко, Д. Ксеневич // ЭКОБЕСТ. – 2002. – № 2. – С. 418-430.
7. Анализ хозяйственной деятельности предприятия / под общ. ред. Л. Л. Ермолович . – Минск. : УП «Экоперспектива», 2001. – 576 с.
8. Недосекин, А. О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами / А. О. Недосекин // Аудит и финансовый анализ. – 2000. – № 2 – С. 137-160.

Статья поступила в редакцию 03.02.2012 .

SUMMARY

The problems connected with the composition of ratings compiled according to the rule of additive convolution are examined. The stages of composition of companies' investment attractiveness rating are characterized. The choice of rating's local determinants is grounded. The technique of expert estimation of local determinants' weight ratios is proposed and used. The values of aggregated rating of industrial enterprises related to the Ministry of Architecture and Construction of Republic of Belarus are calculated. The interpretation of obtained results is given concerning with tools of fuzzy-set theory.

УДК 330.342

ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УКЛАДНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Л.В. Прудникова

Промышленность и в XXI веке остается основой технического и экономического развития. Для достижения стабильно высоких темпов роста экономики необходимо, прежде всего, принять меры по поддержанию высоких темпов роста в промышленном секторе. Добиться этого возможно только посредством инновационно-технологического прорыва. Данный прорыв должен осуществляться не стихийно, а в соответствии с экономическими циклами.

Выдающийся русский ученый Н.Д. Кондратьев открыл существование так называемых длинных циклов экономической конъюнктуры. В своих исследованиях Н. Д. Кондратьев обратил внимание на то, что в течение примерно двух десятилетий перед началом повышательной волны большого цикла наблюдается оживление в сфере технических изобретений. Перед началом и в самом начале повышательной волны наблюдается широкое применение этих изобретений в сфере промышленной политики, связанное с реорганизацией производственных отношений.

В свою очередь каждая кондратьевская волна связана с ведущим технологическим укладом.

Понятие технологического уклада (в современном понимании данного термина) введено в научный оборот С.Ю. Глазьевым. С.Ю. Глазьев и другие экономисты выделяют пять технологических укладов. Доминирующим сегодня, по мнению С.Ю. Глазьева, является пятый технологический уклад, ключевым фактором которого является микроэлектроника и программное обеспечение. В настоящее время идет формирование воспроизводственной системы нового, шестого технологического уклада.

Между доминирующим и зарождающимся новым технологическими укладами существует преемственность. При этом одновременно сосуществуют не только доминирующий и зарождающийся технологические уклады, но и уходящий и реликтовый уклады, формируя технологическую структуру экономики. Однако длительное сохранение многоукладности, по мнению ученых, ведет к накоплению диспропорций. Соответственно технологическая политика должна предусматривать своевременное замещение устаревшего технологического уклада новым, т. е. разработку программ стимулирования роста нового технологического уклада.

Достижению этого способствует анализ структуры технологических укладов на макро- и мезоуровне. Для анализа структуры технологических укладов экономики ученые предлагают разные подходы (таблица 1). С.Ю. Глазьев в монографии «Теория долгосрочного технико-экономического развития» детально проанализировал смену технологических укладов, исследовав показатели, отражающие жизненные циклы соответствующих укладов. Однако не все используемые показатели содержатся в статистической отчетности, что предполагает проведение дополнительных исследований и увеличивает их трудоемкость. Затрудняет анализ использование показателей, отражающих масштабы производства и потребления ресурсов в технологических цепях не только исследуемого технологического уклада, но и других либо последующих, либо предшествующих технологических укладов. Проведенный анализ не дает представления о состоянии инновационных процессов, протекающих в рамках того или иного технологического уклада.

Е.А. Назарова, В. В. Ильин, В. В. Климова дали характеристику технологической многоукладности экономики, проанализировав ряд экономических показателей. Для этого ими была предпринята попытка распределить виды экономической деятельности по соответствующим технологическим укладам. При этом, по мнению В. В. Ильина, каждый вид экономической деятельности можно отнести к одному определенному технологическому укладу. Е.А. Назарова выделила виды экономической деятельности, имеющие элементы двух укладов, разделяя их на равные части, что является весьма условным и не дает возможности объективной идентификации.

Основываясь на описанных различными авторами (Глазьев С.Ю., Яковец Ю.В., Кузык Б. Н., Назарова Е.А. и др.) характеристиках технологических укладов и учитывая переход республики на общегосударственный классификатор видов экономической деятельности (ОКЭД), были распределены различные виды экономической деятельности по соответствующим технологическим укладам (таблица 2).

Таблица 1 – Сравнительная оценка существующих подходов к анализу структуры технологических укладов экономики страны

Авторы	Ключевые аспекты методики	Достоинства	Недостатки
С.Ю. Глазьев	Выделяются группы показателей, отражающие жизненные циклы соответствующих технологических укладов. Показатели разделены на два типа: первый – отражает абсолютный «размер» технологического уклада, второй – его относительный вес в экономической структуре. Измерения технико-экономического развития проводятся и по обобщенным показателям развития, построенным путем обработки соответствующих групп пронормированных исходных признаков методом главных компонент	Показатели, используемые в расчетах, выражены в натуральных единицах и в относительном выражении (на душу населения и на единицу НД). Показатели разных типов характеризуют различные переломные точки структурных сдвигов, отражающие: первый тип – соответствует моменту достижения данным технологическим укладом абсолютных пределов расширения (составляющие его производственные процессы следует ликвидировать), второй тип – моменту достижения относительных пределов расширения (означает завершение фазы роста технологического уклада)	Не все используемые показатели содержатся в статистической отчетности, что вызывает необходимость проведения дополнительных исследований и увеличивает трудоемкость. Показатели, используемые для исследования определенного технологического уклада, характеризуют использование ресурсов и в других технологических укладах
Е.А. Назарова, В.В. Климова	Считает возможным охарактеризовать технологические уклады с точки зрения показателей использования передовых производственных технологий. Для характеристики технологической многоукладности экономики страны, опираясь на характеристики технологических укладов, были проанализированы некоторые экономические показатели	Виды экономической деятельности распределены по технологическим укладам, при этом осуществлена попытка разделения видов экономической деятельности, имеющих элементы двух укладов, согласно мнению автора. Это позволяет дать определенную оценку многоукладности экономики страны	Разделение видов экономической деятельности, имеющих элементы двух укладов на равные части, очень условное и не дает реальной картины многоукладности экономики
В.В. Ильин	Исходя из характеристики технологических укладов были распределены виды экономической деятельности по соответствующим, по мнению автора, технологическим укладам	Виды экономической деятельности распределены по технологическим укладам, и дана их характеристика по определенным показателям. Это позволяет дать определенную оценку многоукладности экономики страны	Относит любой вид экономической деятельности к одному технологическому укладу, при этом не учитывая, что есть виды экономической деятельности, имеющие элементы двух, а порой и трех укладов

Источник: [1, 2, 4, 5, 6].

Таблица 2 – Распределение видов экономической деятельности по технологическим укладам

Сек. ОКЭД	Наименование секций и подсекций и разделов, входящих в секции и подсекции	Номер ТУ
С	Горнодобывающая промышленность	2
СА	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	2
СВ	Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	2
D	Обрабатывающая промышленность	
DA	Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	3
DB	Текстильное и швейное производство	3
DC	Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви	3
DD	Обработка древесины и производство изделий из дерева	3
DE	Целлюлозно-бумажное производство. Издательская деятельность	3,4
DF	Производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов	3,4,5
DG	Химическое производство	3,4,5
DH	Производство резиновых и пластмассовых изделий	4
DI	Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	3,4
DJ	Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	3,4
DK	Производство машин и оборудования	4,5
DL	Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	5
DM	Производство транспортных средств и оборудования	4,5
DN	Прочие отрасли промышленности	3
E	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	3,5

Источник: собственная разработка.

Однако не все виды экономической деятельности по секциям и подсекциям можно отнести к определенному технологическому укладу. По мнению автора, опираясь на характеристику ядра технологического уклада и его ключевой фактор, разделы входящие в определенные секции и подсекции, относятся к разным технологическим укладам. Разделение видов экономической деятельности, имеющих элементы двух и более укладов, по мнению автора, можно осуществить в зависимости от доли раздела, входящего в секции и подсекции, занимаемой данным укладом в объеме производства данного вида экономической деятельности.

Таким образом, ко второму технологическому укладу были отнесены: добыча топливно-энергетических полезных ископаемых и добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических. К третьему технологическому укладу – производство пищевых продуктов, включая напитки и табак; текстильное и швейное производство; производство кожи, изделий из кожи и производство обуви; обработка древесины и производство изделий из дерева; целлюлозно-бумажное производство, издательская деятельность (частично); производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов (частично); химическое производство (частично); металлургическое производство и производство готовых металлических изделий (частично); производство прочих неметаллических минеральных продуктов (частично); производство и распределение электроэнергии, газа и воды (частично); прочие отрасли промышленности. К четвертому технологическому укладу – целлюлозно-бумажное производство, издательская деятельность (частично); производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов (частично); металлургическое производство и производство готовых металлических изделий (частично); химическое производство (частично); производство резиновых и пластмассовых изделий; производство прочих неметаллических минеральных продуктов (частично); производство машин и

оборудования (частично); производство транспортных средств и оборудования (частично). К пятому технологическому укладу – производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования; производство и распределение электроэнергии, газа и воды (частично); производство транспортных средств и оборудования (частично); производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов (частично); химическое производство (частично); производство машин и оборудования (частично).

Оценивая структуру технологической укладности по промышленности стран, формирующих Европейский экономический союз (Россия, Беларусь, Казахстан) по объему отгруженной продукции за 2009 – 2010 гг., автор пришел к выводу, что исследуемая структура имеет свои отличительные особенности в каждой из исследуемых стран, однако наиболее близки по структуре технологической укладности промышленности Россия и Беларусь (рисунок 1).

Как в 2009 г., так и в 2010 г. наибольший удельный вес в структуре промышленности Республики Беларусь и Российской Федерации занимали виды экономической деятельности, соответствующие третьему технологическому укладу, в Республике Казахстан – второму технологическому укладу. На втором месте располагаются виды экономической деятельности, соответствующие: в Республике Беларусь – четвертому технологическому укладу; в Российской Федерации – второму технологическому укладу; в Республике Казахстан – третьему технологическому укладу. На третьем месте располагаются виды экономической деятельности, соответствующие: в Республике Беларусь – пятому технологическому укладу; в Российской Федерации – четвертому и пятому технологическому укладу; в Республике Казахстан – четвертому технологическому укладу. На четвертом месте располагаются виды экономической деятельности, соответствующие: в Республике Беларусь – второму технологическому укладу; в Республике Казахстан – пятому технологическому укладу.

Однако в 2010 г., по сравнению с 2009 г., позитивные изменения произошли в структуре технологической укладности промышленности Российской Федерации: незначительно уменьшилась доля второго и третьего технологического уклада (на 1 п.п.) и соответственно увеличилась доля четвертого и пятого технологического уклада (на 1 п.п.). При этом произошли негативные изменения в структуре технологической укладности промышленности Республики Беларусь: снижение доли пятого технологического уклада (на 4 п.п.) и рост доли третьего технологического уклада (на 5 п.п.); и Республики Казахстан: снижение доли пятого технологического уклада (на 3 п.п.) при одновременном росте доли четвертого технологического уклада (на 4 п.п.).

Несмотря на то, что в Республике Беларусь и Российской Федерации виды экономической деятельности, соответствующие пятому технологическому укладу, занимают третье место, удельный вес пятого технологического уклада в Республике Беларусь выше, чем в Российской Федерации, даже при снижении его уровня в 2010 г. При этом структура технологической укладности промышленности Республики Беларусь в большей степени соответствует условиям «новой экономики», чем структура технологической укладности промышленности в Российской Федерации и в Республике Казахстан (несмотря на наблюдающиеся отрицательные тенденции в изменении структуры технологической укладности промышленности в РБ в 2010 г. по сравнению с 2009 г.).

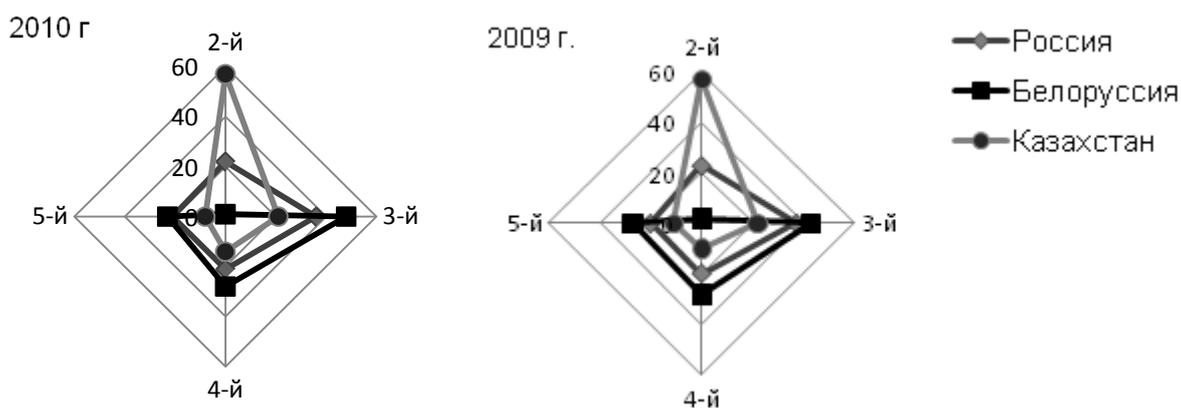


Рисунок 1 – Структура объема отгруженной продукции организации по технологическим укладам за 2009 – 2010 гг.

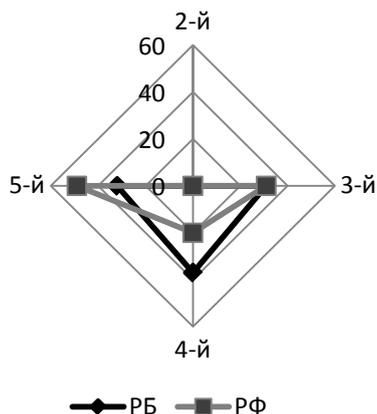
Источник: составлено автором на основе статистических данных

Учитывая тот факт, что структура технологической укладности промышленности Российской Федерации наиболее близка к структуре технологической укладности промышленности Республики Беларусь, по сравнению со структурой Республики Казахстан (при этом статистика Республики Казахстан не позволяет провести расчет показателей, характеризующих инновационные процессы по видам экономической деятельности), дадим сравнительную характеристику инновационных процессов, по видам экономической деятельности соответствующих исследуемым технологическим укладам по Республике Беларусь и Российской Федерации.

В 2009 г. в Республике Беларусь основная доля исследований и разработок приходилась на виды экономической деятельности, соответствующие пятому технологическому укладу, а в Российской Федерации – второму технологическому укладу (рисунок 2). Однако в 2010 г. политика приоритетности исследований и разработок кардинально изменилась в Российской Федерации и привела к тому, что на первое место вышли виды экономической деятельности, соответствующие пятому технологическому укладу. При этом в Республике Беларусь в 2010 г. уменьшилась доля затрат на исследования и разработки в видах экономической деятельности, соответствующих пятому технологическому укладу, и вывела их на второе место в структуре, однако это пока не позволило отдать лидирующие позиции Российской Федерации.

Учитывая непосредственную взаимосвязь между наукоемкостью и укладностью видов экономической деятельности, определив уровень наукоемкости видов экономической деятельности, относимых к разным технологическим укладам, проанализируем структуру укладности промышленности Республики Беларусь и Российской Федерации. Наибольший удельный вес наукоемких видов экономической деятельности как в 2009 г., так и в 2010 г. соответствовал четвертому технологическому укладу, что свидетельствует о расширении доминирующего в Республике Беларусь технологического уклада, который не является носителем экономического роста в развитых странах (рисунок 5). Однако на втором месте находились виды экономической деятельности, относимые к пятому технологическому укладу, что свидетельствует о развитии данных видов экономической деятельности, хотя и недостаточно интенсивном. Что же касается Российской Федерации, то наибольший удельный вес наукоемких видов экономической деятельности как в 2009 г., так и в 2010 г. соответствовал пятому технологическому укладу, на втором месте – третьему технологическому укладу. Однако по количеству видов экономической деятельности, отнесенных к наукоемким, Российская Федерация уступает Республике Беларусь.

2009 г.



2010 г.

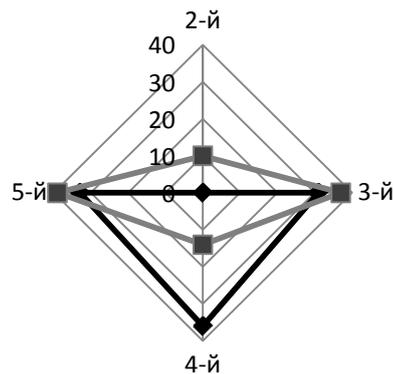


Рисунок 5 – Структура наукоёмкости видов экономической деятельности по технологическим укладам за 2009 – 2010 гг.

Источник: составлено автором на основе статистических данных.

Наиболее активное внедрение продуктовых и процессных инноваций как в 2009 г., так и в 2010 г. осуществлялось в видах экономической деятельности, соответствующих третьему технологическому укладу и в Республике Беларусь, и в Российской Федерации (как с точки зрения затрат на технологические инновации, так и по количеству инновационно-активных организаций) (рисунок 3). Это свидетельствует о политике придания действующим укладам нового качества и повышении эффективности производства без изменения принципов переработки ресурсов, проводимой обеими странами. Однако это может привести к неоправданному разрастанию действующих технологических укладов и несвоевременному переходу к новому технологическому укладу. По мнению С. Ю. Глазьева, это приведет к тому, что воспроизводство новых технологий будет становиться все более дорогим.

Результативность инновационных процессов наиболее высокая в 2009 г. в Республике Беларусь в тех видах экономической деятельности, которые соответствуют четвертому технологическому укладу, на втором месте – пятому технологическому укладу, а в Российской Федерации – на первом месте виды экономической деятельности, соответствующие третьему технологическому укладу, на третьем – пятому технологическому укладу (рисунок 4). В 2010 г. в Республике Беларусь не произошло существенных структурных изменений, а в Российской Федерации виды экономической деятельности, соответствующие пятому технологическому укладу, повысили свою результативность и вышли на второе место в структуре.

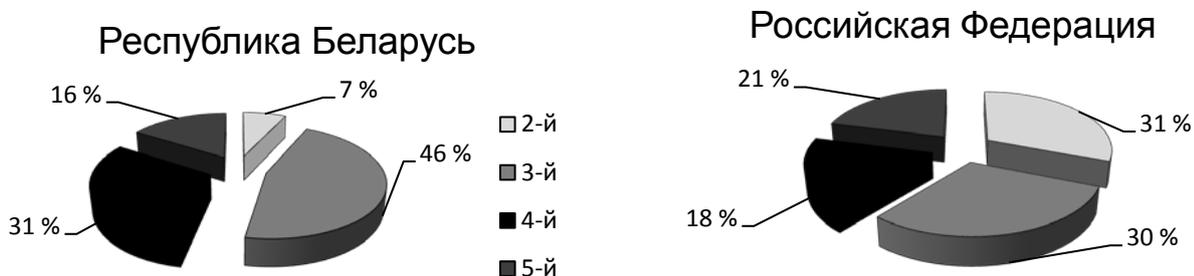


Рисунок 6 – Структура добавленной стоимости по технологическим укладам в 2009 г.

Источник: составлено автором на основе статистических данных.

Индикатором наукоемкости, внедрения прорывных инноваций является высокая добавленная стоимость. Структура добавленной стоимости по технологическим укладам не соответствует структуре по наукоемкости как в Республике Беларусь, так и в Российской Федерации, что свидетельствует о наличии диспропорций в развитии наукоемких видов экономической деятельности, которые частично связаны с влиянием экономического кризиса, частично с необходимостью доработки промышленной политики как в Республике Беларусь, так и в Российской Федерации.

Проводя оценку инновационной деятельности промышленности в соответствии со структурой ее технологической укладности по республике и Витебской области по определенным составляющим инновационного процесса можно выделить как общие черты, так и различия.

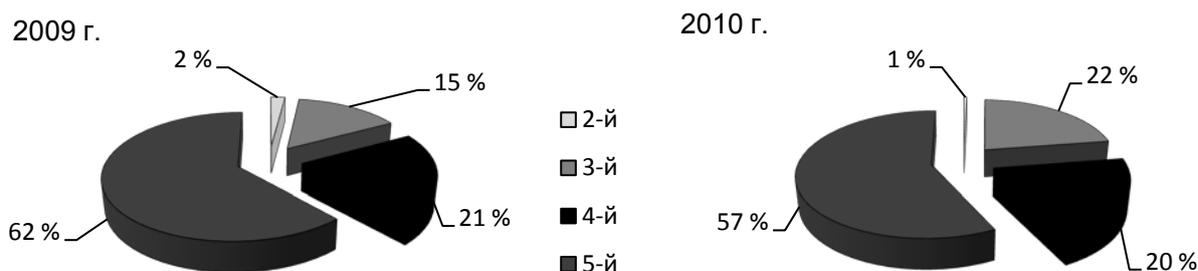


Рисунок 7 – Структура затрат на исследования и разработки организаций по технологическим укладам по Витебской области за 2009 – 2010 гг.

Источник: составлено автором на основе статистических данных.

Оценивая распределение затрат на ИР по технологическим укладам, необходимо отметить их одинаковое распределение как по республике, так и по Витебской области (рисунок 7). Однако, делая акцент на соотношение удельных весов, нельзя не отметить преимущества промышленности Витебской области по сравнению со среднереспубликанским уровнем как в 2009 г., так и в 2010 г. Они выражаются в том, что в Витебской области более 60 % затрат на ИР приходилось на виды экономической деятельности, соответствующие пятому технологическому укладу, а в среднем по республике – только 42 % в 2009 г. Это создает хорошие предпосылки для более интенсивного перехода к пятому технологическому укладу. В 2010 г. произошло снижение удельного веса затрат на ИР по видам экономической деятельности, соответствующих пятому технологическому укладу как по Витебской области, так и по Республике Беларусь, при этом темпы снижения гораздо выше в Республике Беларусь.

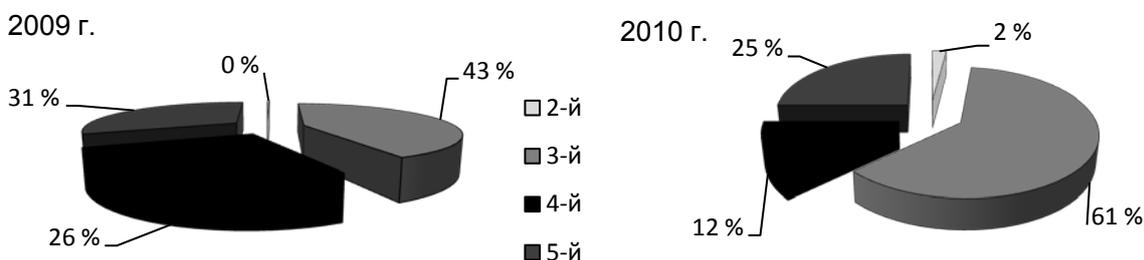


Рисунок 8 – Структура затрат на технологические инновации организаций по технологическим укладам по Витебской области за 2009 – 2010 гг.

Источник: составлено автором на основе статистических данных.

Процессы трансформации результатов НИР в новый или усовершенствованный продукт или технологический процесс наиболее активно осуществлялись в 2009 г. в тех видах экономической деятельности, которые соответствуют третьему

технологическому укладу как в среднем по республике, так и по Витебской области (рисунок 8). Дифференциация технологических укладов в 2009 г., согласно структуры затрат на технологические инновации, по промышленности республики и Витебской области практически идентична. В 2010 г. структура затрат на технологические инновации по промышленности, согласно занятым местам в иерархии технологической укладности, сохранилась и в Республике Беларусь и в Витебской области. Соответственно, как в среднем по республике, так и по Витебской области на долю пятого технологического уклада, согласно процессам трансформации результатов НИР, приходится одна третья, что свидетельствует о недостаточно высоких темпах процессов трансформации результатов НИР в тех видах экономической деятельности, которые соответствуют пятому технологическому укладу, являющемуся основным носителем экономического роста региона.

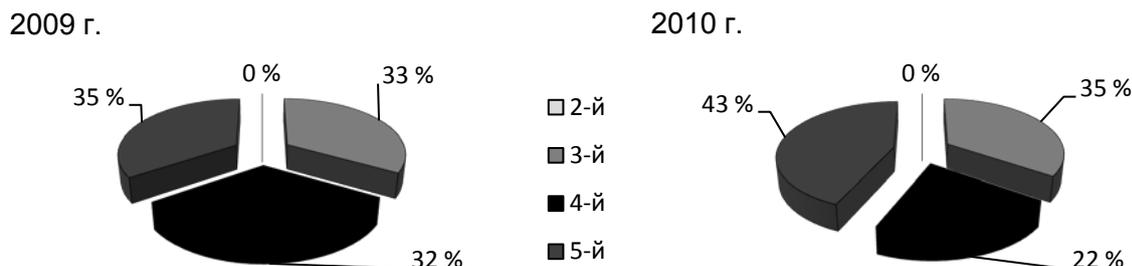


Рисунок 9 – Структура объема инновационной продукции организаций по технологическим укладам по Витебской области за 2009 м 2010 гг.

Источник: составлено автором на основе статистических данных

Самая высокая результативность инновационных процессов в среднем по республике в тех видах экономической деятельности, которые соответствуют четвертому технологическому укладу, по Витебской области – пятому технологическому укладу (рисунок 9). Несмотря на это на долю пятого технологического уклада по объему инновационной продукции приходится почти одна третья как по Витебской области, так и по Республике Беларусь. В 2010 г. на долю пятого технологического уклада по объему инновационной продукции приходится уже почти одна вторая как по Витебской области, так и по Республике Беларусь. Такая картина наблюдается благодаря повышению результативности инновационных процессов нового технологического уклада, являющегося в развитых странах носителем экономического роста.

В Витебской области, несмотря на более интенсивные процессы исследований и разработок, протекающие в тех видах экономической деятельности, которые соответствуют пятому технологическому укладу, чем в Республике Беларусь, процессы трансформации результатов НИР и их коммерциализации соответствовали среднему уровню по Республике Беларусь в 2009 г. Однако в 2010 г. процессы трансформации результатов НИР и их коммерциализации отстают от среднереспубликанского уровня по видам экономической деятельности, соответствующим пятому технологическому укладу. Это подтверждают и относительные показатели, характеризующие инновационную деятельность (затраты на ИР, приходящиеся на одну инновационно-активную организацию, затраты на технологические инновации, приходящиеся на одну инновационно-активную организацию, объем инновационной продукции, приходящийся на одну инновационно-активную организацию), рассчитанные как по промышленности Витебской области, так и по промышленности Республики Беларусь (рисунок 10).

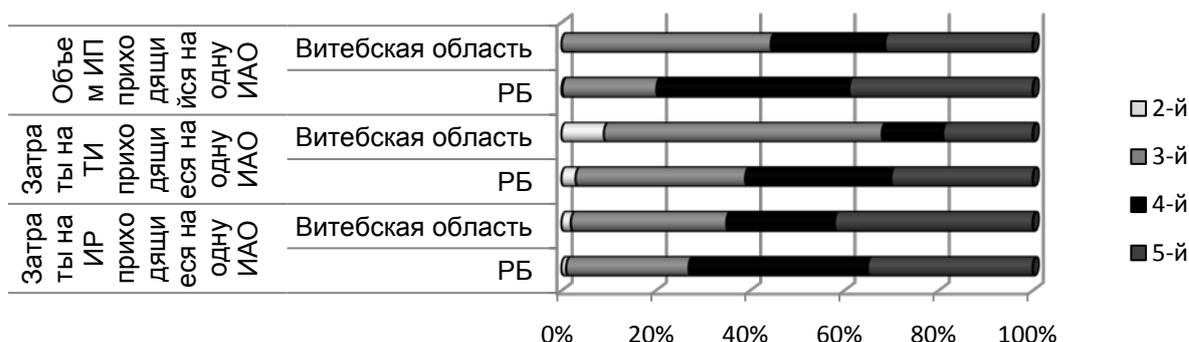


Рисунок 10 – Инновационная деятельность организаций Витебской области и Республики Беларусь по технологическим укладам за 2010 г.

Источник: составлено автором на основе статистических данных.

Для развития экономики Витебской области необходима разработка промышленной политики, направленной на развитие инновационной деятельности. Соответственно необходимо: направлять инвестиции и осуществлять кредитование проектов, способствующих развитию пятого технологического уклада и созданию задела для зарождения шестого технологического уклада, способствовать формированию и развитию промышленных кластеров.

Снижающаяся исследовательская активность, невысокие процессы трансформации и, как следствие, невысокая результативность инновационных процессов видов экономической деятельности, соответствующих доминирующему в развитых странах пятому технологическому укладу, может привести к усилению кризисных процессов. Для выхода из сложившейся ситуации необходимо создание предпосылок и ключевых производств нового технологического уклада, проведение активной научно-технической и структурной политики, направленной на экономическое развитие регионов и Республики Беларусь. Для создания высокотехнологичных производств пятого технологического уклада необходимо стимулировать привлечение зарубежных прогрессивных технологий и разработку отечественных высоких технологий благодаря значительному увеличению затрат на исследования и разработки за счет собственных средств организаций. При этом необходимо создание и развитие в промышленности исследовательских лабораторий, научно-технических центров. Учитывая, что разработка и освоение новых и высоких технологий требуют больших объемов финансирования и привлечение высококвалифицированных специалистов, важным направлением в области активизации инновационных процессов и внедрения высоких технологий является объединение предприятий и научных организаций в холдинги или другие сложные предпринимательские образования.

Список использованных источников

1. Глазьев, С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. – Москва : ВладДар, 1993.
2. Ильин, В. В. Технично-инновационный потенциал экономического развития региона / В. В. Ильин // Проблемы развития территории. – 2009. – № 48.
3. Казахстан в 2010 году : Статистический ежегодник на казахском и русском языках / Агентство Республики Казахстан по статистике, Астана, 2011. – 480 с.
4. Климова, В. В. Оценка воздействия технологических укладов на становление российской экономики / В. В. Климова // Экономический журнал. – 2010. – № 3 (19).
5. Коновалова, М. Е. Технологическая многоукладность и ее роль в структурной сбалансированности экономики России / М. Е. Коновалова // Проблемы современной экономики. – 2009. – № 1 (29).

6. Назарова, Е. А. Многоукладность экономики и технико-инновационный потенциал экономического развития России / Е. А. Назарова // Проблемы современной экономики. – 2007. – № 3 (23).
7. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь. 2010: Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, Минск, 2011. – 147 с.
8. Российский статистический ежегодник. 2010 : стат. сб. / Росстат. – Р76 – Москва, 2011. – 795 с.
9. Статистический ежегодник Республики Беларусь. 2010 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2011. – 634 с.

Статья поступила в редакцию 02.03.2012

SUMMARY

The author's approach to the distribution of economic activities according to the corresponding economic modes is offered. The approach is based on the comparative assessment of existing approaches to the analysis of technological mode of the nation's economy and on the characteristics of technological modes described by various authors. The article offers the assessment of the structure of technological mode in the industry of countries-members of the European Economic Union (Russia, Belarus, and Kazakhstan) for the period of 2009 – 2010. The article also introduces comparative characteristics of innovation processes according to the economic activities which correspond to the investigated technological modes in the industry of the Republic of Belarus and the Russian Federation for the period of 2009 – 2010.

УДК 330.322(4):338(8=6)

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЕВРОПЕЙСКИХ ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫХ КОРПОРАЦИЙ В ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКЕ

И.С. Пыл

Геополитические изменения в конце XX в. – начале XXI в. обусловили трансформацию международных экономических отношений, проявившуюся в институциональном оформлении процесса транснационализации. Примечателен в этой области опыт становления межрегиональных отношений между странами Европейского союза (ЕС) и Латинской Америки. Во-первых, внешнеэкономические связи двух регионов обусловлены историческими факторами. Во-вторых, институциональное становление отношений происходило в периоды непрерывных изменений в самих группировках. В-третьих, созданная институциональная система поддержки межрегиональных экономических отношений является в настоящее время передовым опытом. ЕС является основным инвестором и вторым по значимости торговым партнером латиноамериканских стран. Эти обстоятельства обусловили цель написания данной статьи.

Экономическая значимость обоих регионов обусловила интерес ученых к проблеме их транснационального взаимодействия. Среди зарубежных исследователей следует отметить А.Р. Хофмана, Р. Торрента, В. Грабендофа, Г.Бейхарда и др. Широкое освещение данная проблематика получила и в работах российских ученых (В.М. Тайар, В.П. Сударев, Б.Ф. Мартынов, В.А. Теперман, П.П. Яковлев, Л.Н. Симонова, Н.Ю. Кудеярова, С.В. Климов, О.В. Лаврова, Т.Р. Хамидулин). В белорусской науке латиноамериканский регион остается

малоисследованным направлением (А. Абдулла, А.А. Челядинский). В экономических работах описано лишь состояние двусторонних торговых отношений. В условиях интенсификации экономико-политического диалога со странами Латинской Америки и создания Таможенного союза Беларуси, Казахстана и России представляется актуальным исследование институциональной системы транснациональных отношений региона.

Методологическую базу исследования составляют исследования институциональной структуры экономики в четырех взаимосвязанных сферах: политической, экономической, идеологической (культурной) и правовой (К. Поланы, Д. Норт, Х. Лебенстайн, Новосибирская экономико-социологическая школа, Т. Парсонс). В рамках данной статьи раскрываются основные инструменты (средства) и механизмы инвестиционного межрегионального взаимодействия.

СФЕРА МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Транснациональные отношения между регионами стали формироваться с 70-х гг. XX в., с началом регулярного межпарламентского диалога¹. До этого времени международные отношения ограничивались двухсторонними соглашениями. Межрегиональные связи первоначально формировались как взаимоотношения ЕС-Андское сообщество и ЕС-Центральная Америка.

В 1980 г. Итальяно-Латиноамериканским институтом было предложено проводить регулярный диалог на министерском уровне в рамках Ломейских соглашений² с Латинской Америкой, однако из-за Фолклендского конфликта³ он не получил развития. Первым институционализированным механизмом в 1984 г. стал диалог в Сан-Хосе⁴ между Европейской комиссией и Контадорской группой⁵.

Отдельно следует отметить роль иберийских стран (Испания, Португалия), в период президентства которых в ЕС традиционного наблюдается активизация сотрудничества в латиноамериканском направлении. В 1991 г. было создано Иbero-американское сообщество, включившее 19 латиноамериканских стран, Испанию и Португалию.

Отношения между европейским и латиноамериканским макрорегионами имеют сложную институциональную структуру, во многом обусловленную отсутствием в Латинской Америке центрального интеграционного объединения⁶. Проведенный анализ свидетельствует о наличии 4-х уровней транснационального взаимодействия⁷: межпарламентского (с 1974 г.), субрегионального (ЕС-

¹ По характеру межгосударственного диалога выделяют межправительственные, межпарламентские и административные органы взаимодействия. Как правило, преференциальное положение занимают органы межправительственного диалога, однако в случае с ЕС – межпарламентские.

² Ломейские конвенции – преференциальные соглашения, заключаемые ЕС с целью установления особых торгово-экономических отношений с развивающимися государствами Африки, бассейнов Карибского моря и Тихого океана (страны АКГ).

³ Вооруженный конфликт между Великобританией и Аргентиной за контроль над Фолклендскими (Мальвинскими) островами.

⁴ В г. Сан-Хосе (столица Коста-Рики) ежегодно проводятся встречи министров иностранных дел Контадорской группы и ЕС по вопросам постконфликтного развития региона.

⁵ Контадорская группа: Никарагуа, Колумбия, Панама, Венесуэла, Коста Рика, Сальвадор, Гватемала и Гондурас (1983).

⁶ К интеграционным объединениям Латинской Америки относятся: Андское сообщество, Боливарианская Альтернатива для Латинской Америки (АЛББА), группа Рио, группа трех, Карибское сообщество и общий рынок (КАРИКОМ), Контадорская группа, Латиноамериканская ассоциация свободной торговли (ЛАИ), Межамериканская зона свободной торговли (АЛКА), Организация восточнокарибских государств, Центральноамериканский общий рынок (ЦАОР), Южноамериканский общий рынок (МЕРКОСУР), Южноамериканское сообщество наций (ЮАСН, ЮСН, УНАСУР, Декларация Куско).

⁷ Транснациональное взаимодействие – тип взаимодействия между государствами и группами государств, в рамках которого они создают устойчивые коммуникационные сети, объединяющих два и более государства. В статье транснациональное и межрегиональное сотрудничество употребляются как синонимы.

интеграционные объединения), регионального (межправительственный ЕС-Группа Рио⁸ с 1999 г.), межрегиональном (предполагается создание транснационального института) [2, с. 74].

В субрегиональной структуре отношений следует выделить взаимоотношения ЕС-МЕРКОСУР⁹, ЕС-Андское сообщество¹⁰, «механизм Сан-Хосе», ЕС-ЦАОР¹¹ и ЕС-КАРИКОМ.

Региональное сотрудничество в рамках ЕС-Группа Рио ввиду отсутствия транснационального механизма в настоящее время является наивысшей формой межрегионального взаимодействия. В рамках данного диалога с 1999 г. проводится регулярный саммит (раз в 2 года) на высшем уровне «ЕС-Латинская Америка». Также раз в 2 года проходят встречи на уровне министров ЕС-группа Рио. Данные мероприятия не совпадают по времени, и, таким образом, межрегиональные встречи проходят ежегодно. В 2006 г. была создана Евро-латиноамериканская парламентская ассамблея (ЕвроЛат), институциональную структуру которой составляют: Пленарное заседание, Исполнительное бюро, Постоянный комитет рабочей группы, Секретариат.

Следует отметить, что латиноамериканскими странами ведется работа по упрощению институциональной системы взаимодействия с ЕС. В 1999 г. министрами иностранных дел государств группы Рио был создан открытый Комитет государств Латинской Америки и Карибского бассейна для дальнейшего сотрудничества с ЕС в рамках двусторонней группы Саммита ЕС – Латинская Америка. Структуру комитета составляют: 1. Основной комитет, возглавляемый сопредседателями Бразилией и Мексикой (определение программы совместных действий и рассмотрение всех возможных предложений сотрудничества); 2. Руководящий комитет: Бразилия – президент, Мексика – вице-президент (ведение переговоров с Тройкой ЕС); 3. Тематический комитет: Мексика – президент, Бразилия – вице-президент (основные предложения Латинской Америки по сотрудничеству с ЕС) [3].

В настоящее время межрегиональные отношения ЕС-МЕРКОСУР регулируются на основе рамочного межрегионального соглашения о сотрудничестве (РМС) 1995 г. РМС предусматривает политический диалог в рамках Совета по кооперации – встреч на уровне высших должностных лиц не реже одного раза в год, учреждение Смешанной комиссии по сотрудничеству, функционирование Подкомиссии по торговле. В рамках процесса согласования межрегионального соглашения о зоне свободной торговли (ЗСТ) был создан комитет по двусторонним переговорам.

В 2008 г. на 5 Саммите ЕС-страны Латино-Карибской Америки был инициирован переговорный процесс ЕС-МЕРКОСУР и ЕС-Андское сообщество о либерализации взаимной торговли с целью создания евро-латиноамериканского торгового пространства.

С 2007 г. проводятся саммиты ЕС-Бразилия.

Таким образом, общими институциональными механизмами и средствами транснационального сотрудничества в политической сфере являются:

1) межправительственный саммит «ЕС-Латинская Америка» (с 1999 г.), ЕС-МЕРКОСУР (с 1999 г.), Иbero-американский саммит (с 1991 г.), ЕвроЛат (2006 г.);

⁸ Группа Рио (1987 г.): Аргентина, Боливия, Бразилия, Венесуэла, Колумбия, Мексика, Панама, Парагвай, Перу, Уругвай, Чили, Эквадор, Доминиканская Республика, Гватемала, Гондурас, Никарагуа, Коста-Рика, Сальвадор и КАРИКОМ (Антигуа и Барбуда, Багамы, Барбадос, Белиз, Гаити, Гайана, Гренада, Доминика, Монтсеррат, Сент-Винсент, Сент-Китс и Невис, Сент-Люсия, Суринам, Тринидад и Тобаго, Ямайка).

⁹ МЕРКОСУР: Аргентина, Бразилия, Парагвай и Уругвай. Ассоциированные члены: Боливия (1997), Венесуэла (2004 г.), Мексика (2004 г.). Таможенный союз с 1991 г. Чили в зоне свободной торговли с 1996 г. Соглашение об экономической взаимодополняемости с Перу с 2003 г.

¹⁰ Андское сообщество: Боливия, Венесуэла (вышла), Колумбия, Перу и Эквадор.

¹¹ ЦАОР: Гватемала, Гондурас, Никарагуа, Сальвадор, Коста-Рика (1962).

2) на региональном уровне: открытый Комитет государств Латинской Америки и Карибского бассейна;

3) на субрегиональном уровне: Совет по кооперации ЕС-МЕРКОСУР, Смешанная комиссия по сотрудничеству ЕС-МЕРКОСУР, Подкомиссия по торговле ЕС-МЕРКОСУР, Межрегиональный переговорный комитет ЕС-МЕРКОСУР, саммит ЕС-Бразилия.

В институциональную структуру транснационального сотрудничества политической сферы также входят группы лоббирования, которые, ввиду связи с экономическими программами, будут рассмотрены в соответствующем блоке.

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ

К основным соглашениям, регулирующим транснациональные экономические отношения, относятся соглашение о диалоге и сотрудничестве между ЕС странами Центральной Америки (2003 г.) и находящееся в процессе согласований с 1999 г. соглашение о ЗСТ ЕС-МЕРКАСУР. В настоящее время основу межрегиональных отношений ЕС-МЕРКОСУР составляет заключенное в 1992 г. межведомственное соглашение о сотрудничестве и РМС 1995 г. Правовое регулирование иностранных инвестиций между ЕС и МЕРКОСУР осуществляется на основе ст. 11 и 12 РМС.

Двустороннюю базу соглашений составляют: двусторонние договоры о сотрудничестве (все страны, кроме Кубы), двусторонние соглашения о сотрудничестве с Аргентиной (1990 г.), Уругваем (1991 г.), Бразилией и Парагваем (1992 г.); соглашение о ЗСТ между ЕС и Мексикой (2000 г.), ЕС и Чили (2003 г.); многостороннее торговое соглашение между ЕС, Перу и Колумбией. Отношения между ЕС и Бразилией базируются на договоре о стратегическом партнерстве (2002 г.), договоре об энергетическом партнерстве (2007 г.), соглашении о научно-техническом сотрудничестве (2004 г.).

Политика ЕС в отношении Латинской Америки регулируется следующими документами: «Ориентации на укрепление взаимоотношений между сообществом и странами Латинской Америки» (1984 г.), «ЕС и Латинская Америка: текущая ситуация и перспективы для более тесного партнерства на 1996 – 2000 гг.» (1995 г.), «Новое евро-латиноамериканское партнерство в XXI веке» (1999 г.), «Стратегический региональный документ на 2002 м 2006 гг.» (2002 г.), «Укрепление партнерства между ЕС и Латинской Америкой» (2005 г.), Стратегия сотрудничества ЕС и стран Карибского бассейна 2006 г., Региональная программа на 2007 – 2013 гг.

СФЕРА КУЛЬТУРЫ И ИДЕОЛОГИИ

К инструментам межрегионального взаимодействия в сфере культуры и идеологии относятся Инвестиционный фонд Латинской Америки (ЛАИФ), программы АЛФА, «Горизонт 2015», Алсанн, ЛИС2, КОПОЛАД, ЕВРОКЛИМА, целевая региональная программа урбанизации, научные центры РАЛЦЕА.

ЛАИФ был создан в мае 2010 г. для финансирования социально-ориентированных некоммерческих проектов. Фонд представляет собой механизм, аккумулирующий европейскую финансовую помощь и кредиты многосторонних или двусторонних государственных европейских финансовых институтов развития и региональных латиноамериканских банков [26].

В области образования приняты программы «Горизонт 2015», АЛФА и Алсанн. АЛФА – программа взаимодействия высших учебных заведений (ВУЗ) ЕС и Латинской Америки. В настоящее время реализуется третий этап программы. Участниками АЛФА III являются 27 государств ЕС и 18 латиноамериканских стран: Аргентина, Боливия, Бразилия, Венесуэла, Гватемала, Гондурас, Колумбия, Коста Рика, Куба, Мексика, Никарагуа, Панама, Парагвай, Перу, Сальвадор, Уругвай, Чили и Эквадор. Программа Алсанн также охватывает сферу сотрудничества в области высшего образования. В Алсанн представлены высшие учебные заведения тех же стран, что и в АЛФА. Латиноамериканские участники могли пройти обучение в магистратуре и аспирантуре европейских университетов, участвующих в программе, по выбору. С 2002 по 2010 гг. в программе приняли участие 3319 человек [8].

ЛИС2 – программа развития информационного общества Европейской Комиссии с бюджетом 31,25 млн. евро, из которых 22 млн. евро предоставляется Европейской Комиссией. В рамках программы осуществляется поддержка проектов, способствующих улучшению межрегиональных информационных связей и интеграции латиноамериканских стран в мировое информационное пространство [27].

Целевая региональная программа урбанизации – программа обмена опытом между местными органами власти стран ЕС и 18 странами Латинской Америки. С 1995 г. в рамках программы создано 13 тематических сетей, координирующих деятельность 2500 участников (местные органы власти, ассоциации, неправительственные организации, торгово-промышленные палаты, вузы, компании). Реализовано более чем 180 проектов в сфере безопасности, борьбы с бедностью, городского планирования, развития информационного общества и демократии, охраны окружающей среды, транспорта и т.д. [32].

КОПОЛАД – программа укрепления сотрудничества в области борьбы с распространением наркотиков, полностью финансируемая ЕС. Бюджет программы – 6 млн. евро. КОПОЛАД реализуется в 4-х направлениях: координация деятельности соответствующих органов в регионах, создание исследовательских центров, проведение мероприятий, способствующих сокращению спроса и предложения наркотиков [14].

В области охраны окружающей среды приняты программы ЕВРОКЛИМА и создана сеть РАЛЦЕА. ЕВРОКЛИМА – региональная программа сотрудничества в области изменения климата с бюджетом 5 млн. евро. РАЛЦЕА – латиноамериканская сеть центров знаний о водном секторе. Задачей РАЛЦЕА является распространение информации и содействие межстрановому сотрудничеству по линии юг-юг¹² по устойчивому развитию водного сектора путем поддержки сети центров знаний. Данный проект продолжительностью 4 года начался во второй половине 2010 с бюджетом 2,5 млн. евро, из которых 2,25 млн. евро было предоставлено как безвозвратная субсидия Европейской Комиссии [29].

ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ

Формирование межрегиональных экономических отношений началось, как и политических, с середины 1980-х гг. Первоначальные отношения строились на фундаменте различных форм помощи ЕС.

В 2002 г. было выделено 48 млн. евро на развитие сотрудничества с МЕРКОСУР по 6 программам (помощь МСБ, образование, межгородские связи, энергетика, торговля и промышленность, информационные технологии и связь), которые были продлены на 2004 – 2008 гг. в Декларации Гвадалахары. В 2006 г. предложена программа помощи странам Карибского бассейна.

Основным средством межрегионального взаимодействия в настоящее время (2007 – 2013 гг.) является инструмент развития сотрудничества ЕС, включающий 5 тематических программ. Общий бюджет данным программ для латиноамериканского региона составляет 2690 млн. евро [28].

В 1994 г. Европейская Комиссия инициировала программу AL-INVEST¹³, целью которой было укрепление деловых связей между регионами и увеличение европейских инвестиций. Институциональная структура программы состоит из двух уровней. Первый уровень представляют крупные предпринимательские объединения,

¹² В современной антиномии Север-Юг к «Югу» относят африканскую, исламскую, индо-буддийскую и латиноамериканскую цивилизации.

¹³ Было реализовано 3 этапа программы (1995 – 1999, 1999 – 2004, 2004 – 2007), в рамках которых проведено более 1000 мероприятий в более чем 25 секторах экономики с привлечением более 87 000 малых и средних предприятий. Общий объем финансирования составил примерно 144 млн. евро. Экономический эффект мероприятий оценивается в примерно 500 млн. евро межрегиональной торговли и инвестиций. В настоящее время реализуется четвертый этап программы (2009 – 2012), общий объем помощи ЕС по которому составляет 50 млн. евро [7].

реализующие проекты по грантам Европейской Комиссии, т. н. евроцентры¹⁴. В рамках текущего этапа уполномоченными организациями являются: НАФИНСА¹⁵, КАИНКО¹⁶ и КНИ¹⁷. Реализуемые ими мероприятия, основными из которых являются отраслевые встречи деловых кругов¹⁸, составляют второй уровень. Все перечисленные компоненты относятся к категории «группы лоббирования».

На расширение межрегионального сотрудничества направлена также программа взаимодействия ТПП ATLAS, разработанная Европейской ассоциацией ТПП. В программе принимают участие 15 европейских и 18 латиноамериканских ТПП. Институциональное оформление программа получила в виде Руководящего комитета [1], проводящего различные мероприятия: программу MERCURE¹⁹, ознакомительные визиты специалистов, тренинги для персонала, партнерские программы создания смешанных групп ТПП из обоих регионов для реализации совместных проектов.

Еще одним институциональным инструментом является система COOPESO, представляющая собой информационное объединение европейских организаций и институтов, занимающихся вопросами ибероамериканистики (около 300 участников). Представляет собой механизм научной поддержки бизнеса и относится к идеологической сфере. Вместе с тем, мероприятия, проводимые в рамках COOPESO, одновременно могут являться и мероприятиями, проводимыми в рамках AL-INVEST или ATLAS, в связи с чем целесообразно упомянуть о них и в экономическом блоке транснациональных отношений.

Поддержка конкретных проектов между компаниями может быть оказана в рамках европейской экономической программы «Международный инвестиционный партнер»²⁰, которая охватывает все этапы создания совместного предприятия: поиск партнера, технико-экономическое обоснование, участие в акционерном капитале совместного предприятия, гранты для малых и средних предприятий и беспроцентные по возмещению авансы для транснациональных корпораций (ТНК), финансирование подготовки в случае трансферта технологий [1].

Важную роль в финансировании инвестиционных проектов в Латинской Америке играет Европейский инвестиционный банк (ЕИБ). В 1984 г. был открыт доступ странам Латиноамериканского региона к проектам ЕИБ. В 1993 г. ЕИБ был авторизован для финансовых проектов в Латинской Америке. большей частью банк реализует крупные проекты под гарантии правительства, но также и представляет кредитные линии в местных банках для реализации долгосрочных рискованных не крупных проектов. Анализ отраслевой принадлежности проектов свидетельствует о приоритетности телекоммуникационного (33,8 %), энергетического (26,2 %) и транспортного (21,2 %) секторов. Бюджет ЕИБ для Латинской Америки на период 2007-2013 гг. составляет 2,8 млрд. евро. Аккредитованным финансовым посредником

¹⁴ Совместно созданные обособленные структуры выбранных в качестве партнеров Еврокомиссией латиноамериканских объединений предпринимателей, занимающиеся подготовкой мероприятий в рамках программы AL-INVEST.

¹⁵ НАФИНСА – национальный банк развития. Проект: «Интернационализация малых и средних предприятий из стран Центральной Америки, Мексики и Кубы в качестве двигателя экономического развития». Регион: Центральная Америка, Мексика, Куба.

¹⁶ КАИНКО – ТПП. Проект: «Институциональная координация интернационализации малых и средних предприятий из Андского сообщества» Регион: Боливия, Колумбия, Эквадор и Перу.

¹⁷ КНИ – национальная конфедерация промышленности. Проект: «Интернационализация и повышение конкурентоспособности с целью устойчивого развития малых и средних предприятий в МЕРКОСУР, Чили и Венесуэле». Регион: МЕРКОСУР, Чили и Венесуэла.

¹⁸ Финансируются Еврокомиссией. Соотношение региональных участников 1 к 3, в пользу латиноамериканских участников.

¹⁹ многопрофильная группа экспертов-консультантов малого и среднего бизнеса.

²⁰ Economic European International Investment Partner (ЕСИР). Созданный в 1988 г. финансовый инструмент поддержки ПИИ европейских компаний в развивающихся странах Азии, Латинской Америке, Средиземноморья и Южной Африки.

ЕИБ в латиноамериканском регионе является Bancomext (мексиканский банк экспортного кредитования) [11].

В качестве инструментов проводимой инвестиционной политики ЕС А.Р. Хофман [24] также выделяет деловое сообщество сотрудничества (БЦ-нет), созданное в 1988 г., и деловой центр сотрудничества (БЦЦ или БРИ), созданный в 1973 г. Обе программы были закрыты в 2000 г.

Следует также отметить отраслевые программы в энергетике Синергия²¹, АЛЮР²² и Евро-Солар²³, информационных технологий АЛИС (alis). Несмотря на то, что в рамках Синергии было реализовано 14 проектов, программа рассматривается как финансовая помощь, а не ПИИ. В отличие от нее в рамках АЛЮР было заключено 50 межфирменных контрактов и, хотя Европейской Комиссией и было профинансировано 50 % бюджета, АЛЮР считается программой развития сотрудничества.

Активное развитие транснациональных экономических связей в рамках специальных программ способствовало активизации деятельности европейских ТНК в регионе. Наиболее привлекательными для европейских ТНК из 20 крупнейших по рейтингу Marketline [4] являются: сектор финансовых услуг и страхования, телекоммуникации, электро-, газо- и водоснабжение, розничная торговля, автомобильная промышленность, нефтяная промышленность и сектор добычи полезных ископаемых.

Проведенные зарубежные исследования [13] свидетельствуют, что основным видом внешнеинвестиционной стратегии европейских компаний при выходе на латиноамериканский рынок является т. н. стратегия «поиска рынка», кроме сектора добычи полезных ископаемых.

Наиболее представленными в латиноамериканском регионе являются европейские ТНК сферы финансовых услуг и страхования. Из 5 компаний рейтинга на латиноамериканском рынке представлены 4: Allianz AG, Assicurazioni Generali S.p.A., группы ACE и AXA. Allianz AG действует только в Аргентине через подразделение кредитного страхования Allianz Argentina (до 2007 г. – Euler Hermes). Сфера деятельности Assicurazioni Generali S.p.A. [9] охватывает Аргентину, Бразилию, Гватемалу, Колумбию, Панаму и Эквадор. Группа AXA [10] представлена в Аргентине, Бразилии, Колумбии, Мексике, Панаме и Чили. Отличительной чертой внешнеинвестиционной стратегии группы является приобретение контрольного пакета акций национальных компаний. ACE Group действует на рынках Панамы, Перу и Эквадора. Свою экспансию на латиноамериканский рынок группа начала в 2007 г. путем поглощения Atlas Cumbres Life Insurance Company (Перу). В 2008 г. было открыто представительство в Панаме, а 2011 г. ACE поглотила Rio Guayas в Эквадоре.

Сектор добычи полезных ископаемых, включая нефтяную промышленность, является вторым по привлекательности для европейских ТНК. Диверсифицированному концерну Glencore International plc [23] принадлежит ряд компаний в Аргентине, Бразилии, Боливии, Перу и Колумбии, занимающихся добычей олова, свинца, цинка, угледобычей и производством подсолнечного масла. Все компании являются дочерними. В Aguilar (AR Zinc), Moreno, Prodeco Group и Sinchi

²¹ Созданный в 1980 г. финансовый проект помощи развивающимся странам Азии, Африки и Латинской Америки в формировании и реализации энергетической политики после проведения приватизации энергетического сектора.

²² «Рациональное использование энергии в Латинской Америке». Было реализовано 2 фазы программы: 1996-1998 гг., 1998-2002 гг.

²³ Программа сотрудничества Европейской Комиссии с бюджетом 36 млн. евро, из которых 6 млн. евро предоставляют принимающие страны. Целью программы является развитие доступа к электричеству в отдаленных латиноамериканских районах.

Wayra когнломерату принадлежит 100%-й пакет акций, в Los Quenuales – 97 %. Очевидно стремление Glencore к максимальному контролю над ресурсами.

В отличие от сектора добычи полезных ископаемых, в нефтяной промышленности преобладает стратегия кооперации с национальными производителями. Eni S.p.A. [17], представленная в Венесуэле и Тринидаде, владеет только лицензией по производству полезных ископаемых и ведет нефтедобычу через ряд совместных предприятий по нефтедобыче Junin 5 на шельфе Orinoco с PDVSA (компания принадлежит 40 % акций) и по газодобыче – LNG (20 %). Также Eni принадлежит ряд аффилированных компаний: Cabal IV S.A. (50 %), PetroSucre S.A. (компания принадлежит 26 % акций и по концессии она имеет право на 8000 баррелей добываемой нефти в день), Petrolera Güiría S.A. (19,5 %). Кроме того, переработку и продажу продукции в Венесуэле осуществляет дочерняя компания Ecofuel, а инжиниринговые и конструкторские работы – Saipem. Кроме того, через совместные предприятия в Венесуэле созданы совместные предприятия в Тринидаде NCMA (17,4 %) и Point Fortin LNG Exports Ltd. (17,4 %), занимающиеся газодобычей и транспортировкой газа.

Enel S.p.A., компания сферы электро-, газо- и водоснабжения, представлена на рынках таких стран, как Аргентина, Бразилия, Перу, Чили. При этом рыночная доля компании неоднозначна: 22 % в производстве и 20 % в поставках в Аргентине, менее 1 % и 5 % в Бразилии, 22 % и 25 % в Колумбии, 28 % и 19 % в Перу, 35 % и 32 % – в Чили. Компания прогнозирует рост поставок электричества на 2,5 % и газа на 2,4 % к 2020 г. [16].

Также к стратегии «поиска рынка» относят инвестиционную деятельность Telefónica S.A. в телекоммуникационном секторе. Компания присутствует в Аргентине, Бразилии, Венесуэле, Гватемале, Мексике, Никарагуа, Колумбии, Коста Рике, Панаме, Перу, Пуэрто Рике, Сальвадоре, Уругвае, Чили, Эквадоре. Свою экспансию на латиноамериканский рынок Telefónica S.A. начала в 1990 г., поглотив TASA (Аргентина) и CTC (Чили). В 1994 г. компания поглотила TdP в Перу, а в 1998 г. выиграла тендер через Telesp в Бразилии. Завоевание бразильского рынка продолжилось и в начале XX в. через тендеры для Telefónica de Argentina; Telefónica del Perú; Telesp и Tele Sudeste в 2000 г., создание СП Vivo в 2003 г., поглощение СП Vivo Telemig в 2008 г. и покупку доли в Brasilcel в 2010 г. В 2004 г. компания поглотила латиноамериканские активы BellSouth's. В 2006 г. приобрела котрольный пакет (51 %) Colombia Telecom. В 2008 г. увеличила долю в CTC (Чили) до 97,89 %. В 2011 получила лицензию на деятельность в Коста-Рике [30].

ТНК из сектора розничной торговли представлены в Латинской Америке сетью Carrefour S.A., численностью 583 магазина, из которых 335 гипермаркетов, 150 супермаркетов, 98 небольших магазинов (т. н. магазинов у дома) [12].

В отрасли автомобилестроения представлена компания Daimler AG. Инвестиционная деятельность ТНК сфокусирована в Бразилии и включает «гринфилд»-инвестиции: завод по производству грузовиков, с 2012 г. на котором планируется начать выпуск легковых авто [15].

Согласно данным Международного Валютного Фонда, Латинская Америка является вторым по величине реципиентом европейских инвестиций. Обобщая вышеизложенный материал, следует отметить, что проводимые ЕС секторальные программы тесно связаны с деятельностью европейских ТНК соответствующих секторов. Для наглядности представим материал в виде таблицы. Ввиду того, что межрегиональное взаимодействие в политической сфере носит межотраслевой характер, опустим в таблице его рассмотрение.

Таблица – Взаимосвязь реализуемых программ и ТНК по секторам экономики

Сфера Сектор	Экономическая		Идеологическая	Правовая
	Межгосударственная	Частная		
Финансовые услуги и страхование	Проекты ЕИБ	Allianz AG, Assicurazioni Generali S.p.A., группы ACE и AXA	ЛАИФ	Н.д.
Добыча полезных ископаемых	Окружающая среда, устойчивое развитие и управление природными ресурсами	Glencore International plc, Eni S.p.A.	программа ЕВРОКЛИМА, научная сеть РАЛЦЕА.	Многосторонние договорные соглашения
Электро-, газо- и водоснабжения	Программы Синергия, АЛЮР	Enel S.p.A.	Целевая региональная программа урбанизации, программа Евро-Солар	Договор об энергетическом партнерстве между ЕС и Бразилией (2007 г.)
Телекоммуникации	Программа АЛИС	Telefónica S.A.	Программа ЛИС2	Соглашение о научно-техническом сотрудничестве с Аргентиной (2001 г.), Бразилией (2004 г.) и Чили (2007 г.)

Как видно из таблицы, межрегиональная европейская активность совпадает с активностью компаний по секторам экономики. Проникновение европейских ТНК на рынки латиноамериканских стран тесно связано с созданной европейскими программами различных сфер институциональной структурой транснациональных отношений. Институциональную систему транснациональных экономических отношений ЕС и стран Латинской Америки составляют:

- 1) межправительственный саммит «ЕС-Латинская Америка» (с 1999 г.), ЕС-МЕРКОСУР (с 1999 г.), Иbero-американский саммит (с 1991 г.), ЕвроЛат (2006 г.);
- 2) на региональном уровне: открытый Комитет государств Латинской Америки и Карибского бассейна;
- 3) на субрегиональном уровне: Совет по кооперации ЕС-МЕРКОСУР, Смешанная комиссия по сотрудничеству ЕС-МЕРКОСУР, Подкомиссия по торговле ЕС-МЕРКОСУР, Межрегиональный переговорный комитет ЕС-МЕРКОСУР, саммит ЕС-Бразилия;
- 4) группы лоббирования: евроцентры, уполномоченные организации программ AL-INVEST, ATLAS, Синергия, АЛЮР, АЛФА и системы СООРЕСО;
- 5) экономические субъекты финансового сектора: Европейский инвестиционный банк, Инвестиционный фонд Латинской Америки.

Роль ЕС в латиноамериканском регионе как важнейшего инвестора стала возможной благодаря комплексу проводимых программ, направленных на институциональную поддержку европейских компаний, инвестирующих в регион. Опыт институционального построения транснациональных отношений может быть

использован в рамках Таможенного союза Беларуси, Казахстана и России при формировании стратегии межрегиональных отношений, а также соответствующими исполнительными органами Республики Беларусь при реализации «Национальной программы развития экспорта на 2011 – 2015 гг.».

Список использованных источников

1. Климов, С. В. Европейский капитал на рынках Латинской Америки / С. В. Климов // Латинская Америка. – 2005. – 10. – С.17-24.
2. Хамидулин, Т. Р. Проблемы взаимодействия МЕРКОСУР с Европейским Союзом : 1995 – 2009 гг. : автореф. дис. ... к. ист. Наук : 07.00.03 / Т.Р. Хамидулин ; Рос. ун-т дружбы народов. – Москва, 2009. – 22 с.
3. Щеплыкина, Е. Латинская Америка - Европейский Союз: проблемы взаимодействия // Политические изменения в Латинской Америке. – 2010. – Вып. 7. – 119 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/latinoamerikanistika/arhiv-nomerov/2010-7/e-seblykina-latinskaa-amerika---evropejskij-souz-problemy-vzaimodejstvia>. – Дата доступа: 01.02.2012.
4. 25 крупнейших европейских ТНК по доходу. – Marketline. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marketlineinfo.com/>. – Дата доступа: 01.10.2010.
5. ACE Group [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.acegroup.com/About-ACE/Our-History/Our-History.html>. – Date of access: 10.04.2012.
6. Alban – Regional cooperation programme [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/alban/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.
7. Al-Invest Regional Aid Programme [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/al-invest/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.
8. ALFA – Building the Future on Education [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/alfa/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.
9. Assicurazioni Generali S.p.A. [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.generalit.com/generalit/home.do>. – Date of access: 10.04.2012.
10. AXA Group [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.axa.com/en/>. – Date of access: 10.04.2012.
11. Banco de Comercio Exterior, Bancomext [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.bancomext.com>. – Date of access: 17.02.2012.
12. Carrefour S.A. [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.carrefour.com/>. – Date of access: 10.04.2012.
13. Chudnovsky, D. Transnational corporations' strategies and foreign trade patterns in MERCOSUR countries in the 1990s / D. Chudnovsky, A. Lopez. // Cambridge Journal of Economics. – 2004. – 28. – P. 635-652.
14. COPOLAD - Cooperation Programme between Latin America and the European Union on Drugs Policies [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/al-invest/index_en.htm. – http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/copolad/index_en.htm. Date of access: 17.02.2012.
15. Daimler AG [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.daimler.com/>. – Date of access: 10.04.2012.
16. Enel S.p.A. [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.enel.it/it-IT/>. – Date of access: 10.04.2012.

17. Eni S.p.A. [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://www.eni.com/en_IT/home.html. – Date of access: 17.02.2012.
18. EUROCLIMA – Climate change regional cooperation programme [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/al-invest/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.
19. EU office for Humanitarian Aid. Latin American [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/echo/aid/central_south_america_en.htm. – Date of access: 10.04.2012.
20. European Parliament Fact Sheets 6.4.3. Financial and technical aid LEGAL BASIS Article 308 (235) EC. [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://www.europarl.europa.eu/factsheets/6_4_3_en.htm. – Date of access: 10.03.2012.
21. Euro-Solar Regional Cooperation Programme [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/euro-solar/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.
22. EUROsociAL Regional Programme for social cohesion in Latin America [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/eurosocial/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.
23. Glencore International plc [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: www.glencore.com. – Date of access: 10.04.2012.
24. Hoffmann, A.R. The foreign policy behavior of the European Union towards the Latin American Southern Cone States (1980-2000): has it become more cooperative? Cases of Foreign Direct Investment and Agricultural Trade/ – Frankfurt am Main: Peter Lang, 2004. – 232 p.
25. Key documents on EU-Latin America [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://eeas.europa.eu/la/docs/index_en.htm. – Date of access: 10.04.2012.
26. LAIF – Latin America Investment Facility [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/al-invest/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.
27. @LIS2 – ALliance for the Information Society [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/alis/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.
28. Partners in development. European Union - Latin America Development Cooperation Guide [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/infopoint/publications/europeaid/178a_latinam_dev_coop_guide_en.htm. – Date of access: 10.04.2012.
29. RALCEA – Latin American network of knowledge centres in the water sector [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/ralcea/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.
30. Telefónica S.A. [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.telefonica.com>. – Date of access: 10.04.2012.
31. The EU's relations with Latin America [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://eeas.europa.eu/la/index.htm>. – Date of access: 10.04.2012.
32. Urbal Regional Aid Programme [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/urbal/index_en.htm. – Date of access: 17.02.2012.

Статья поступила в редакцию 13.04.2012

SUMMARY

The institutional framework between European Union and Latin America in political, economical, law and culture area is characterized. The connection between the institutional instrument and foreign direct investment European Transnational companies is shown.

УДК 658

ДИАГНОСТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

Т.Б. Савицкая, Т.С. Ревяко

Экономика Республики Беларусь все в большей степени приобретает рыночный характер, при этом организации для оценки своей деятельности продолжают применять лишь стандартные методики финансового анализа, базирующиеся на расчете различных коэффициентов финансовой устойчивости, платежеспособности и т. д. Многие организации уже накопили ценный «багаж» информации о своей производственно-хозяйственной деятельности, однако как пользоваться этой информацией при подготовке стратегических управленческих решений руководители и менеджеры организации, как правило, не знают. По этим и многим другим причинам в настоящее время технологии, с помощью которых организация может оценивать свое текущее состояние и вырабатывать эффективные и результативные стратегии будущего развития, претерпевают значительные изменения.

В связи с этим резко встает вопрос о выборе инструментария оценки потенциала организации, который позволит оперативно определять внутренние возможности и слабости, обнаруживать скрытые резервы в целях повышения эффективности ее деятельности.

Данная работа основана на методике Мерзликиной Г.С. и Шаховской Л.С., а также Ревуцкого Л.Д. [2, 3, 4], согласно которой к предметным составляющим потенциала промышленной организации необходимо отнести:

- 1) рыночный потенциал: потенциальный спрос на продукцию и доля рынка, занимаемая организацией, потенциальный объем спроса на продукцию организации, организация и рынок труда, организация и рынок факторов производства;
- 2) производственный потенциал: потенциальный объем производства продукции, потенциальные возможности основных средств, потенциальные возможности использования сырья и материалов, потенциальные возможности профессиональных кадров;
- 3) финансовый потенциал: потенциальные финансовые показатели производства (прибыльности, ликвидности, платежеспособности), потенциальные инвестиционные возможности.

Оценка рыночного потенциала на текущий момент времени уже детально исследована и описана многими авторами в процессе анализа перехода постсоветских стран к рыночной экономике. Однако проблема эффективной оценки финансового и, особенно, производственного потенциала промышленной организации остается открытой.

Также на современном этапе немаловажное значение приобретает кадровый потенциал организации. Сегодня становится понятно, что источники конкурентных преимуществ фирм лежат не только в области вещественных (осязаемых) ресурсов, поскольку успешное функционирование на рынке в настоящее время означает, что качество ресурсов находится на достаточно высоком уровне, но и в некоторой другой сфере. Эта сфера связана с внутренними ресурсами самой организации, которые используются недостаточно или вообще не используются. Другими словами, очевиден факт: от уровня и степени развитости интеллектуальных ресурсов,

используемых организацией, зависят экономические показатели всех остальных видов ресурсов.

В данной работе, используя методику указанных авторов, а также методику оценки интеллектуального потенциала организации, произведем комплексную оценку потенциала ОАО «Красный Октябрь» по данным статистической отчетности за 2008 – 2009 гг. Исследование более поздних периодов не представляется возможным ввиду непредоставления информации в связи с коммерческой тайной.

Согласно методике Мерзликиной Г.С. и Шаховской Л.С., а также Ревуцкого Л.Д., который под «производственным потенциалом» понимает объем работ в приведенных единицах измерения затрат труда, который может быть выполнен в течение некоторого периода времени основными производственными рабочими на базе имеющихся производственных фондов при двух–трехсменном режиме работы и оптимальной организации труда и производства, именно данное понятие лежит в основе расчета системы экономических оценок производственного потенциала организации, которых всего шесть: потенциальная годовая производственная мощность в расчетных единицах, развернутая по видам основной и побочной продукции; потенциальный годовой валовой объем выпускаемой продукции, работ, услуг (выручка), в рублях; потенциальная величина добавленной стоимости, условно-чистой или конечной продукции, в рублях; потенциальный чистый годовой доход/объем произведенной чистой продукции; потенциальная прибыль отчетного периода от производственной деятельности при возможных вариантах ценовой стратегии предприятия, в рублях; потенциальная чистая прибыль после уплаты налогов, в рублях.

Таким образом, под производственным потенциалом организации (ППО) следует понимать отношения, возникающие в организации по поводу достижения максимально возможного производственного результата при наиболее эффективном использовании: интеллектуального капитала организации для поиска передовых форм организации производства; имеющейся техники в целях получения наиболее высокого уровня технологий; материальных ресурсов для обеспечения максимальной экономии и оборачиваемости.

Характер этих отношений определяется трансформациями внутренней и внешней среды организации, при которых роль ППО заключается в поиске и реализации внутренних источников саморазвития в целях обеспечения стабильной работы организации.

Авторами предлагается методика определения уровня ППО (таблица 1), которая включает как экспресс-оценку, так и детализированную оценку, которые проводятся по различным направлениям исследования.

Таблица 1 – Характеристика уровней производственного потенциала

Уровень ППО	Обозначение	Краткая характеристика
Высокий уровень ППО	A	Организация находится в состоянии абсолютного равновесия по всем составляющим в соответствии со всеми критериями оценки
Средний уровень ППО	B	Организация успешно существует в бизнесе, имеются трудности, которые преодолеваются, т. к. работают механизмы адаптации
Низкий уровень ППО	C	Наличие хронических нарушений большинства параметров всех функциональных составляющих: проблемы с обеспечением организации ОПС, сырьем, материалами, трудовыми ресурсами, неэффективное их использование

Источник: [3]

Для формирования общей оценки произведем оценку некоторых составляющих.

1. *Оценка состояния производственной составляющей:*

– *Износ основных средств.* В определенной степени значение данного показателя свидетельствует о наличии или отсутствии проблем, связанных с накопленным износом основных производственных средств. В этом смысле именно накопленный износ, его величина – своего рода показатель успеха или неудачи на рынке средств труда. Данный показатель определяется отношением суммы износа основных фондов к их первоначальной стоимости. Уровень этого показателя для оценки ППО имеет следующую шкалу: уровень ППО А – менее 50 % – умеренный; уровень ППО В – 51 – 69 % – требующий обновления; уровень ППО С – 70 % и более – значительный.

В 2008 г. износ основных средств составил 63,7 %, следовательно, *уровень ППО – В*, т. е. требующий обновления. В 2009 г. износ основных средств составил 63 %, следовательно, *уровень ППО – В*, т. е. требующий обновления.

– *Соотношение коэффициентов обновления и выбытия основных средств.* Коэффициент обновления рассчитывается как отношение стоимости поступивших основных средств к стоимости основных средств на конец года. Коэффициент выбытия рассчитывается как отношение стоимости выбывших основных средств к стоимости основных средств на начало года. Если обновление основных производственных средств опережает выбытие, то идет процесс «опережения», т.е. следует предполагать, что основные средства не только поддерживаются в работоспособном состоянии, но и происходят процессы существенного обновления или расширения производственной базы. Соотношение компенсации свидетельствует о том, что организация может лишь поддерживать основные производственные средства на достигнутом уровне. Соотношение отставания свидетельствует о том, что организация «теряет» основные производственные средства. Уровень этого показателя для оценки ППО имеет следующую шкалу: уровень ППО А ≥ 1 ; уровень ППО В 0,5 – 1; уровень ППО С $< 0,5$.

Для ОАО «Красный Октябрь»: соотношение коэффициентов в 2008 г. – 0,164, следовательно, *уровень ППО – С*; соотношение коэффициентов в 2009 г. – 3,839, следовательно, *уровень ППО – А*.

– *Фондоотдача.* Данный показатель определяется отношением выручки от реализации продукции к среднегодовой стоимости основных средств. Рост фондоотдачи является одним из факторов интенсивного роста объема выпуска продукции. Уровень этого показателя для оценки ППО имеет следующую шкалу: уровень ППО А > 1 ; уровень ППО В = 1; уровень ППО С < 1 .

Для ОАО «Красный Октябрь»: $\Phi_{o2008} = 0,732$, следовательно, *уровень ППО – С*; $\Phi_{o2009} = 1,927$, следовательно, *уровень ППО – А*.

2. *Оценка состояния материальной составляющей:*

– *Доля переменных затрат в себестоимости продукции.* Оценивая данный показатель, несомненно, нужно иметь в виду, что структура себестоимости имеет ярко выраженные отраслевые особенности. Уровень этого показателя для оценки ППО имеет следующую шкалу: уровень ППО А – 80 % и более; уровень ППО В – 50 % – 79 %; уровень ППО С < 50 %.

Для ОАО «Красный Октябрь»: $D_{2008} = 0,97$, следовательно, *уровень ППО – А*; $D_{2009} = 0,82$, следовательно, *уровень ППО – А*.

– *Соотношение изменения цен на сырье, материалы и изменения цен на продукцию.* В случае, если значение данного соотношения более единицы – это соотношение называется «диктат поставщика». Поставщик в силу различных причин (дефицитность продукции, монопольное положение) имеет возможность диктовать цену на свое сырье, а производитель продукции – предприятие, по разным причинам (жесткая конкуренция, низкий покупательский спрос и т. п.) не имеет возможности соответственно повышать цены на готовую продукцию. Если значение показателя равно единице – это «соотношение равнодействия». То есть организация –

производитель продукции – как бы передает «повышение» цен на сырье, материалы на цены на готовую продукцию. Если же значение данного соотношения менее единицы – это уже «диктат производителя». Означает это следующее - сырье, материалы покупаются по низким ценам, а готовая продукция пользуется повышенным спросом; либо предприятие занимает очень выгодную рыночную позицию и имеет возможность «диктовать цены». Уровень этого показателя для оценки ППО имеет следующую шкалу: уровень ППО А < 1; уровень ППО В = 1; уровень ППО С > 1.

Для ОАО «Красный Октябрь»: в 2008 г. – 0,16, следовательно, *уровень ППО – А*; в 2009 г. – 0,19, следовательно, *уровень ППО – А*.

– *Материалоотдача*. Данный показатель определяется как отношение выручки от реализации продукции к материальным и приравненным к ним затратам в себестоимости продукции. Уровень этого показателя для оценки ППО имеет следующую шкалу: уровень ППО А > 1,5; уровень ППО В – в интервале 1 – 1,5; уровень ППО С < 1.

Для ОАО «Красный Октябрь»: $Mo_{2008} = 2,211$, следовательно, *уровень ППО – А*; $Mo_{2009} = 1,793$, следовательно, *уровень ППО – А*.

3. Оценка состояния кадровой составляющей:

– *Соотношение коэффициента оборота по приему и коэффициента оборота по выбытию*. Коэффициент оборота по приему определяется отношением числа принятых за определенный период времени к среднесписочной численности в течение рассматриваемого периода. Коэффициента оборота по выбытию определяется отношением числа уволенных за определенный период времени к среднесписочной численности в течение рассматриваемого периода. Соответствующее значение полученного соотношения, в первую очередь соотношение компенсации, будет говорить о сбалансированности, динамическом равновесии в формировании трудовых ресурсов организации. Уровень этого показателя для оценки ППО имеет следующую шкалу: уровень ППО А > 1; уровень ППО В – в интервале 0,5 – 1; уровень ППО С < 0,5.

Для ОАО «Красный Октябрь»: в 2008 г. соотношение коэффициентов по приему и по выбытию равно 0,9. Следовательно, *уровень этого показателя средний, т. е. В*; в 2009 г.: соотношение коэффициентов по приему и по выбытию равно 1,2. Следовательно, *уровень этого показателя средний, т. е. А*.

– *Профессиональный состав кадров*. Присвоение указанной качественной характеристики осуществляется на основе экспертной оценки. Уровень этого показателя для оценки ППО имеет следующую шкалу: уровень ППО А – соответствует потребности; уровень ППО В – необходимо обучение и обновление персонала; уровень ППОС – не соответствует потребностям, необходимо радикальное обновление персонала.

Для ОАО «Красный Октябрь»: профессиональный состав кадров и в 2008 г., и в 2009 г. соответствует *уровню ППО – В*.

– *Изменение выработки на одного работающего*. Выработка определяется отношением объема произведенной продукции к среднесписочной численности работающих. Затем рассчитывается изменение выработки как отношение выработки текущего периода к выработке предыдущего периода. Уровень этого показателя для оценки ППО имеет следующую шкалу: уровень ППО А > 10 %; уровень ППО В – в интервале 0 – 10 %; уровень ППО С < 0.

Для ОАО «Красный Октябрь»: $\Delta_{2008} = 102\%$, , следовательно, *уровень ППО – А*; $\Delta_{2009} = 544\%$, , следовательно, *уровень ППО – А*.

Далее определяется минимальное и максимальное значения балловой шкалы в пределах используемой группы показателей. Для нашего расчета шкала значений выглядит следующим образом:

- коэффициенты уровня ППО А – 10 баллов;
- коэффициенты уровня ППО В – 6 баллов;

- коэффициенты уровня ППО С – 2 балла.

Таблица 2 – Значения коэффициентов по каждой группе, характеризующей ППО

Наименование показателя	2008 год			2009 год		
	Значение	Балл (об.)	Обозначение	Значение	Балл (об.)	Обозначение
Производственная составляющая						
Износ основных средств	63,7 %	6 (B)		63%	6(B)	
Соотношение коэффициентов обновления и выбытия основных средств	0,164	2 (C)		3,839	10 (A)	
Фондоотдача	0,732	2 (C)		1,927	10 (A)	
ИТОГО		10	C		26	A
Материальная составляющая						
Доля переменных затрат в себестоимости продукции	0,97	10 (A)		0,82	10 (A)	
Соотношение изменение цен на сырье, материалы / изменение цен на продукцию	0,16	10 (A)		0,19	10 (A)	
Материалоотдача	2,211	10 (A)		1,793	10 (A)	
ИТОГО		30	A		30	A
Кадровая составляющая						
Соотношение коэффициента оборота по приему / коэффициента оборота по выбытию	0,9	6 (B)		1,2	10 (A)	
Профессиональный состав кадров	Необх. обуч.	6 (B)		Необх. обуч.	6 (B)	
Изменение выработки на одного работающего	102	10 (A)		544	10 (A)	
ИТОГО		22	B		26	A
ВСЕГО		62	A		82	A

Источник: составлено авторами.

Максимальное значение шкалы – 30 баллов (10 × 3), где 10 – максимальный балл по рассчитанным коэффициентам каждой структурной группы; 3 – количество показателей, характеризующих каждую из составляющих ППО. Минимальное значение шкалы – 6 баллов (2 × 3), где 2 – минимальный балл по рассчитанным коэффициентам каждой структурной группы; 3 – количество показателей, характеризующих каждую из составляющих ППО.

Пороговые значения балльной шкалы:

- уровень ППО А – 26 – 30 баллов;
- уровень ППО В – 14 – 22 балла;
- уровень ППО С – 6 – 14 баллов.

Итоговая комбинация показателей в 2008 г. по оцениваемым составляющим выглядит следующим образом: САВ. При этом наибольший удельный вес принадлежит материальной составляющей, что позволяет оценить ее как наиболее значимую для организации. В 2009 г. по-прежнему наибольшее значение принадлежит материальной составляющей. Таким образом, итоговая комбинация выглядит следующим образом: ААА. Воспользуемся таблицей 3 для оценки уровня производственного потенциала организации.

Таблица 3 – Шкала отнесения организации к группе ППО в зависимости от значимости составляющей ППО

Уровень ППО	Значимость составляющей ППО							
	Значимость производственной составляющей		Значимость материальной составляющей		Значимость кадровой составляющей		Равная значимость составляющих	
Высокий уровень ППО (А)	ААА	АВС	ААА	ВАС	ААА	ВВА	ААА	
	ААВ	АСА	ААВ	САА	ВАА	ВСА	ААВ	
	ААС	АСВ	ВАА	САВ	АВА	САА	ВАА	
	АВВ	АВА	ААС	ВАВ	АСА	СВА	АВА	
Средний уровень ППО (В)	АСС	ВАС	САС	ВВА	ССА	САВ	ААС	ВВВ
	ВАА	ВСА	АВА	СВА	ААВ	ВАВ	АВВ	ВВА
	ВВВ	ВВС	АВВ	ВВС	АВВ	ВСВ	АВС	ВАС
	ВВА	ВСВ	АВС	СВС	АСВ	ССВ	АСВ	САА
	ВАВ	ВСС	ВВВ	СВВ	ВВВ	СВВ	АСА	САВ СВА
Низкий уровень ППО (С)	САА	САС	АСВ	ВСС	ААС	ВСС	АСС	САС
	САВ	ССВ	АСА	ССС	АВС	САС	ВАВ	СВС
	СВА	СВВ	ВСА	ССА	ВАС	СВС	ВВС	ССС
	ССС	СВС	АСС	ССВ	АСС	ССС	ВСВ	ССА
	ССА		ВСВ		ВВС		ВСС	ССВ СВВ

Источник:[3]

Таким образом, производственный потенциал ОАО «Красный Октябрь» на протяжении рассматриваемого периода можно оценить как высокий. Однако организация не находится в состоянии абсолютного равновесия по всем составляющим в соответствии со всеми критериями оценки. Наиболее уязвимым местом для Общества является производственная составляющая, а именно состояние парка оборудования (износ на протяжении двух лет составляет порядка 63 % в среднем по организации), необходимость интенсивного роста объема производства и продаж продукции основного вида деятельности. Что касается кадровой составляющей, то необходимо омоложение кадров (около 26 % кадрового состава 2008 г. – это работники предпенсионного и пенсионного возраста), повышение квалификации кадров, направление их на стажировку (около 32 % работников в 2008 г. имеют общее среднее и общее базовое образование). Стоит отметить, что в 2009 году на ОАО «Красный Октябрь» был увеличен выпуск готовой продукции на 133 %, что позволило получить больший объем выручки от реализации и, как следствие, увеличить показатель фондоотдачи. Также стоит отметить улучшение показателей кадровой составляющей организации: значительно возрос показатель производительности труда рабочих. Однако организации по-прежнему необходимо омоложение кадров и повышение их квалификации.

По мнению авторов методики, финансовый потенциал промышленной организации (ФПО) – это отношения, возникающие на предприятии по поводу достижения максимально возможного финансового результата при условии: наличия собственного капитала достаточного для выполнения условий ликвидности и финансовой устойчивости; возможности привлечения капитала, в объеме, необходимом для реализации эффективных инвестиционных проектов;

рентабельности вложенного капитала; наличия эффективной системы управления финансами, обеспечивающей прозрачность текущего и будущего финансового состояния.

Авторами предлагается методика определения уровня ФПО, включающая следующие этапы:

1. Определение уровней ФПО и их характеристики. Определение уровней ФПО приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика уровней финансового потенциала

Уровень ФПО	Краткая характеристика
Высокий уровень ФПО	Деятельность организации прибыльна. Финансовое положение стабильное
Средний уровень ФПО	Деятельность организации прибыльна, однако финансовая стабильность во многом зависит от изменений как во внутренней, так и во внешней среде
Низкий уровень ФПО	Организация финансово нестабильна

Источник: [2]

2. Оценка ФПО по финансовым показателям. На данном этапе предлагается провести экспресс-анализ основных показателей, характеризующих ликвидность, платежеспособность и финансовую устойчивость предприятия. Учитывая многообразие показателей, различие в уровне их критических оценок, складывающуюся степень их отклонений от фактических значений и возникающие при этом сложности в оценке финансовой устойчивости организации, авторами рекомендуется проводить интегральную рейтинговую оценку ФПО. Данный вид оценки включает в себя подготовительный и расчетный этапы. Расчетный этап включает в себя: расчет значений финансовых показателей, их анализ и определение уровня ФПО. Произведем расчет значений финансовых показателей, характеризующих уровень ФПО ОАО «Красный Октябрь», и произведем их оценку в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Рейтинговая оценка ФПО по финансовым показателям

Наименование показателя	Высокий уровень ФПО	Средний уровень ФПО	Низкий уровень ФПО
2. Коэффициент финансовой независимости	>0.5	0.3-0.5	<0.3
3. Коэффициент текущей ликвидности	>2.0	1.0-2.0	<1.0
4. Коэффициент срочной ликвидности	>0.8	0.4-0.8	<0.4
5. Коэффициент абсолютной ликвидности	>0.2	0.1-0.2	<0.1
6. Рентабельность всех активов	>0.1	0.05-0.1	<0.05
7. Рентабельность собственного капитала	>0.15	0.1-0.15	<0.1
8. Эффективность использования активов для производства продукции	>1.6	1.0-1.6	<1.0
9. Доля заемных средств в общей сумме источников	<0.5	0.7-0.5	>0.7
10. Доля свободных от обязательств активов, находящихся в мобильной форме	>0.26	0.1-0.26	<0.1
11. Доля накопленного капитала	>0.1	0.05-0.1	<0.05

Источник: составлено авторами.

Таблица 6 – Расчет финансовых показателей ОАО «Красный Октябрь»

Наименование показателя	2008 г.	2009 г.
12. Коэффициент финансовой независимости	0,06	0,60
13. Коэффициент текущей ликвидности	1,42	1,24
14. Коэффициент срочной ликвидности	0,04	0,04
15. Коэффициент абсолютной ликвидности	0,03	0,82
16. Рентабельность всех активов	-0,26	18,4
17. Рентабельность собственного капитала	-3,98	61,6
18. Эффективность использования активов для производства продукции	0,35	0,69
19. Доля заемных средств в общей сумме источников	0,94	0,90
20. Доля свободных от обязательств активов, находящихся в мобильной форме	0,04	0,04
21. Доля накопленного капитала	-0,25	0,15

Источник: составлено авторами.

Таблица 7 – Анализ ФПО по финансовым показателям для ОАО «Красный Октябрь»

Наименование показателя	2008 г.			2009 г.		
	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
1. Коэффициент финансовой независимости			+	+		
2. Коэффициент текущей ликвидности		+			+	
3. Коэффициент срочной ликвидности			+			+
4. Коэффициент абсолютной ликвидности			+			+
5. Рентабельность всех активов			+	+		
6. Рентабельность собственного капитала			+	+		
7. Эффективность использования активов для производства продукции			+			+
8. Доля заемных средств в общей сумме источников			+			+
9. Доля свободных от обязательств активов, находящихся в мобильной форме			+			+
10. Доля накопленного капитала			+	+		

Источник: составлено авторами.

Таким образом, для ОАО «Красный Октябрь» в 2008 году характерен низкий уровень ФПО по рассчитанным показателям – организация является финансово неустойчивой и практически по всем критериям имеет низкий уровень показателей. Однако в 2009 году организация улучшила свои показатели финансово-

хозяйственной деятельности и, тем самым, повысила свой финансовый потенциал до среднего уровня. Однако организация по-прежнему не является финансово устойчивой и эффективной. Под интеллектуальным потенциалом организации (ИПО) понимается совокупность интеллектуальных способностей работников (знаний, умений, информации, ценностей, навыков и т. д.) и возможностей их раскрытия, развития и использования. Интеллектуальный потенциал организации включает три составляющие (субпотенциалы): человеческий, рыночный и организационный потенциалы. Рассмотрим перечень показателей по каждой группе (таблица 8).

Таблица 8 – Оценочные показатели ИПО

Субпотенциал	Ключевые параметры	Оценочные показатели
Человеческий потенциал	Уровень образования сотрудников	Процент работников с высшим образованием
	Уровень удовлетворенности сотрудников	Текущая текучесть кадров
	Состояние системы развития персонала	Процент сотрудников, прошедших обучение, повышение квалификации, получивших новую профессию
Рыночный потенциал	Имидж, репутация фирмы	Динамика стоимости предприятия и курса акций
Организационный потенциал	Состояние интеллектуальной собственности	Стоимость объектов интеллектуальной собственности
	Инновационный капитал	Доля новой продукции в общем объеме произведенной продукции
	Состояние информационных технологий	Стоимость объектов информационных технологий

Источник: [4]

Проведем оценку ОАО «Красный Октябрь» по указанным критериям. Также в соответствии с изученными методиками произведем анализ полученных результатов. Полученные данные сведем в таблицу (таблица 9).

Таблица 9 – Данные ИПО ОАО «Красный Октябрь» в 2008 г.

Субпотенциал	Ключевые параметры	Оценочные показатели	Уровень ИПО
Человеческий потенциал	Уровень образования сотрудников	9,5 % – высшее	Низкий
	Уровень удовлетворенности сотрудников	0,05	Высокий
	Состояние системы развития персонала	22 % – прошли обучение	Низкий
Рыночный потенциал	Имидж, репутация фирмы	Задолженность перед учредителями по выплате дохода	Низкий
Организационный потенциал	Состояние интеллектуальной собственности	Нематериальных активов, у Общества нет	Низкий
	Инновационный капитал	Обновляемость моделей обуви – 73,1 %	Высокий
	Состояние информационных технологий	Программы для ЭВМ. 12 млн. руб.	Средний

Источник: составлено авторами.

Таблица 10 – Данные ИПО ОАО «Красный Октябрь» в 2009 г.

Субпотенциал	Ключевые параметры	Оценочные показатели	Уровень ИПО
Человеческий потенциал	Уровень образования сотрудников	9,6 % – высшее	Низкий
	Уровень удовлетворенности сотрудников	0,3	Средний
	Состояние системы развития персонала	56 %	Высокий
Рыночный потенциал	Имидж, репутация фирмы	Задолженность перед учредителями 0.	Высокий
Организационный потенциал	Состояние интеллектуальной собственности	1 млн. руб.	Низкий
	Инновационный капитал	Значительно увеличен модельный ряд обуви	Высокий
	Состояние информационных технологий	Программы для ЭВМ. 12 млн. руб.	Средний

Источник: составлено авторами.

Оценим полученные показатели по следующей шкале: высокий уровень ИПО – 10 баллов; средний уровень ИПО – 6 баллов; низкий уровень ИПО – 2 балла.

Далее рассчитаем суммарный показатель по составляющим и определим комплексную оценку интеллектуального потенциала организации. Для человеческого и организационного потенциалов: высокий уровень ИПО – 26 – 30 баллов; средний уровень ИПО – 14 – 25 баллов; низкий уровень ИПО – 6 – 13 баллов.

Таблица 11 – Оценка ИПО

Субпотенциал	Ключевые параметры	2008 г.		2009 г.	
		Уровень ИПО	Баллы	Уровень ИПО	Баллы
Человеческий потенциал	Уровень образования сотрудников	Низкий	2	Низкий	2
	Уровень удовлетворенности сотрудников	Высокий	10	Средний	6
	Состояние системы развития персонала	Низкий	2	Высокий	10
Итого:			14 (Сред.)		18 (Сред.)
Рыночный потенциал	Имидж, репутация фирмы	Низкий	2	Высокий	10
Итого:			2 (Низ.)		10 (Выс.)
Организационный потенциал	Состояние интеллектуальной собственности	Низкий	2	Низкий	2
	Инновационный капитал	Высокий	10	Высокий	10
	Состояние информационных технологий	Средний	6	Средний	6
Итого:			18 (Сред.)		18 (Сред.)

Источник: составлено авторами.

Таким образом, исходя из полученных результатов очевидно, что уровень интеллектуального потенциала ОАО «Красный Октябрь» в 2008 г. можно оценить как средний. Наиболее «слабыми местами» кадровой политики организации является образовательный и профессиональный уровень работников: 32,2 % работников

имеет общее базовое и общее среднее образование, при этом только 22 % работников прошло обучение. В 2009 году проблема повышения профессиональной квалификации кадров была решена: 56 % персонала прошли обучение. В целом, уровень интеллектуального потенциала организации по-прежнему оценивается как средний.

В результате проведенного анализа статистических данных о деятельности ОАО «Красный Октябрь» за 2008 год были получены следующие результаты: *производственный потенциал – высокий; финансовый потенциал – низкий; интеллектуальный потенциал – средний.* Данные анализа показателей деятельности за 2009 год следующие: *производственный потенциал – высокий; финансовый потенциал – средний; интеллектуальный потенциал – средний.*

Полученные данные свидетельствуют о значительных производственных возможностях Общества на протяжении рассматриваемого периода. Предприятие обеспечивает значительную экономию материальных ресурсов, а также высокую оборачиваемость оборотных средств. Однако на предприятии имеются и некоторые проблемы. Прежде всего, это состояние парка оборудования, износ которого составляет порядка 63 % в среднем по предприятию. Также на предприятии в 2008 г. существовала необходимость интенсивного роста объема производства и продаж продукции основного вида деятельности, которая в 2009 г. была успешно решена за счет увеличения выпуска готовой продукции на 133 %.

Оценка финансового состояния предприятия показала, что предприятие является финансово неустойчивым и практически по всем критериям имеет невысокий уровень показателей. Однако в рассматриваемом периоде есть положительные изменения. Так, коэффициент финансовой независимости предприятия с 0,06 в 2008 г. увеличен до 0,6 в 2009 г., что соответствует среднему значению (диапазон средних значений 0,5 – 1). Эффективность использования активов для производства продукции в 2009 г. увеличена в два раза с 0,35 до 0,69, что соответствует низкому уровню (значение среднего уровня должно находиться в пределах 1,0 – 1,6). Доля заемных средств в общей сумме источников предприятия с 94 % в 2008 г. снижена до 90 % в 2009 г., что по-прежнему свидетельствует о полной финансовой зависимости предприятия.

Оценка интеллектуального потенциала показала наиболее слабые стороны предприятия. По результатам анализа наиболее «слабыми местами» кадровой политики организации является образовательный и профессиональный уровень работников: 32,2 % работников имеет общее базовое и общее среднее образование, при этом в 2008 году только 22 % работников прошло обучение. В 2009 году проблема повышения квалификации была практически решена: 56 % персонала прошли обучение. Также в 2009 г. была ликвидирована задолженность перед учредителями. Но, несмотря на это, интеллектуальный потенциал ОАО «Красный Октябрь» оценивается как средний, что во многом обусловлено переходом в собственность ООО «Марко» и перспективами использования новых технологий и разработанных видов продукции нового собственника.

Таким образом, оценка производственного, финансового и интеллектуального потенциала организации – необходимый этап стратегического анализа и управления. Предлагаемые методологии расчета охватывают все основные внутрифирменные процессы, протекающие в различных функциональных областях ее внутренней среды. В результате обеспечивается системный взгляд на организацию, который позволяет выявить все сильные и слабые стороны, а также создать на этой основе комплексный план перспективного развития.

Список использованных источников

1. Головачев, А. С. Экономика предприятия. В 2 ч. Ч. 2 : учеб. пособие / А. С. Головачев. – Минск : Выш. шк., 2008. – 464 с.
2. Мерзликина, Г. С. Оценка экономической состоятельности предприятия : монография / Г. С. Мерзликина, Л. С. Шаховская ; ВолгГТУ. – Волгоград. – 1998. – 63 с.

3. Ревуцкий, Л. Д. Потенциал и стоимость предприятия / Л. Д. Ревуцкий. – Москва : Перспектива, 1997. – С. 7.
4. Третьякова, Е. Интеллектуальный потенциал организации: обобщающие индикаторы: [текст] / Е. Третьякова // Проблемы практики управления. – 2011. – № 1. – С. 34-46. – Библиогр.: с.45-46 (2 назв.)

Статья поступила в редакцию 22.03.2012

SUMMARY

The article is devoted to one of the urgent problems of an enterprise – the estimation of its potential. The detailed analysis of the components of the potential of OJSC “Krasny Ochyabr” according to the organization’s statistics reports on the base of practical using of the method by Merzlikina G.S., Shkhovskaya L.D., is given. The obtained data are evidence of the growth of financial potential of the organization, and perspectives of intellectual potential using as well. Thus, the estimation for industrial potential of the organization is an indispensable stage of strategic analysis and management, which provides a system view on the organization and allows to reveal its strong and weak sides.

УДК 338 (476)

СТРУКТУРНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА ЭКОНОМИКИ КАК УСЛОВИЕ ЕЕ РАЗВИТИЯ

А.Н. Ковтуненко

В 1992 г. профессор Лудольф на лекции в Академии управления в г. Целле (Германия) высказал мнение о том, что Восток проиграл Западу потому, что в рыночной экономике цена на продукт определяется спросом, а на Востоке она формировалась на основе затрат, к которым добавлялась прибыль. На наш взгляд, спорным является утверждение о первичности влияния принципа ценообразования на итоги этого противостояния. Скорее сам затратный алгоритм формирования цены стал следствием отсутствия в восточной экономике такой жесткой конкуренции, которая была присуща западной. Незрелость рыночных механизмов хозяйствования по-прежнему накладывает отпечаток на функционирование экономических субъектов, которые сосредоточены на выпуске традиционных, приспособленных для их технологий, продуктов. Вместе с тем, масштабы производства этих продуктов таковы, что отечественный рынок становится узким для их сбыта, поэтому производители сконцентрировали свое внимание на завоевании российского рынка. В свою очередь, ужесточение конкуренции на российском рынке вынуждает белорусские предприятия совершенствовать производственный процесс и выпускаемую продукцию, но средств для обеспечения конкурентоспособности явно недостаточно. Кроме того, отсутствуют и сколько-нибудь серьезные научные заделы. Россияне, испытывая те же трудности, идут по пути привлечения западных технологий. Этот механизм использовали и юго-восточные страны, ставшие сейчас в ряд высокоразвитых.

В силу того, что Беларуси в современных условиях это сделать сложно, рационально на данном этапе развития сосредоточиться на структурной перестройке экономики. Вести целенаправленную работу по освобождению от нерентабельных активов, расширять переобучение высвобождаемых трудоспособных граждан, вовлекать их в частный бизнес, способствовать его развитию.

Следует сократить и поле научных изысканий, сосредоточив усилия ученых на научном сопровождении экспортеров. Как экспортный, так и тем более научный результат может быть достигнут только благодаря концентрации усилий на наиболее перспективных направлениях. Недавно один зарубежный консультант заметил, что в развивающихся странах стало модно говорить о том, что идет работа и в области

нанотехнологий, и IT-индустрии, и атомной энергетики, и освоения космоса. Не исключение и Беларусь. Но добиться приемлемых результатов по всем направлениям невозможно. Тем более при выделяемых на науку средствах. В России финансирование научных исследований и разработок составляет только 0,2 % бюджетных расходов, и это при том, что в бюджете на 2009 – 2011 гг. их доля была увеличена на 26 – 27 %. В целом затраты на науку в России не превышают 1 % ВВП. В Беларуси доля средств на финансирование исследований и разработок в республиканском бюджете достигает 0,8 % и в целом со средствами организаций и предприятий – 0,4 % ВВП. В Австрии, по населению сопоставимой с Беларусью, расходы на научную деятельность за последние 28 лет увеличились в 2,3 раза и достигли 2,6 % ВВП. Только в 2008 г. израсходовано 7,5 млрд. евро, или 20 % ВВП Беларуси. У передовой в технологическом отношении Германии затраты федерального Министерства образования и науки, несмотря на сокращение других статей бюджета из-за его дефицита в 11,9 млрд. евро, в 2009 г. достигли 10,08 млрд. евро, или 3,6 % бюджета. Всего на науку, включая средства субъектов хозяйствования, тратится более 30 млрд. евро, или 1,2 % ВВП. Даже с учетом того, что абсолютная сумма расходов бюджета на науку и образование в России на 25 % выше, чем в Германии, и составляет 12,9 млрд. евро, исходные позиции не равны: велико технологическое отставание. В Германии объем производства ВВП на душу населения в 2,2 раза больше, чем в России, и в 2,9 раза выше, чем в Беларуси.

В ежегодном докладе Всемирного экономического форума в Давосе «Глобальный отчет о конкурентоспособности 2010 – 2011 гг.», подготовленном по 133 государствам, упомянутые страны по индексу глобальной конкурентоспособности и инновационным факторам занимают: Германия – 5-е место, Австрия – 11-е, Россия – 73-е. Беларусь в подготовке доклада не участвует. По критерию, оценивающему способности экономики к инновациям, Германия находится на 1-м месте, Австрия – на 11-м, Российская Федерация – на 38-м, а по расходам компаний на НИОКР – Германия – на 4-м месте, Австрия – на 18-м и Россия – на 50-м.

Что касается критерия, оценивающего способность экономики к инновациям, то его крайними позициями являются, с одной стороны, лизинг патента, или имитация зарубежной продукции, а с другой – производство изделий на основе исследований и созданных опытных образцов.

Повысить результативность научных разработок в условиях российского и белорусского финансирования науки можно и должно за счет концентрации средств на стратегических направлениях, представленных небольшим числом конкретных проектов. Пока же этого не наблюдается. Например, в Беларуси госзаказ охватывает 27 государственных научно-технических программ. При этом уровень их таков, что из года в год невостребованными остаются выделяемые на науку средства. Сказывается оскудевший с советских времен уровень научных кадров.

Но только концентрации усилий недостаточно. Для полноценного участия в международном разделении труда необходимо развивать конкуренцию внутри страны. Это не должно касаться экспортообразующих предприятий. Их сфера – внешняя. На внутреннем рынке рационально организовать конкуренцию между малыми и средними предприятиями. Их инновационные усилия должно поддерживать государство путем организации инновационных центров, венчурных фондов, технопарков, льготированием кредитов и подготовкой специалистов и ученых.

Что касается развития человеческого потенциала, то этот фактор наиболее инертен. Для его активизации также необходима конкуренция за рабочие места. Но должна измениться и система подготовки специалистов. Требуется улучшить материальную базу учебных заведений, качественно обновить преподавательский состав. Следует расширить стажировки за рубежом, всемерно поощрять научные исследования прикладного характера. Эффективность учебного процесса должна оцениваться обучаемыми в индивидуальном письменном отзыве на прослушанный

лекционный курс или проведенные занятия. Эту оценку логично учитывать при аттестации преподавателей и установлении им заработной платы.

Очень важно в процессе развития конкуренции внутри страны создать предпосылки и заинтересованность субъектов хозяйствования в упрочении связи науки и производства. Тезис понятный и уже набивший оскомину, но не воплощенный в жизнь. И так будет до тех пор, пока предприятия не станут бороться за рынок сбыта, а разработчики НИОКР – участвовать в получении прибыли от продажи продукции, произведенной с использованием их разработок. В этом и состоит создание необходимых предпосылок.

Возвращаясь к докладу Всемирного экономического форума в Давосе, можно заметить, что по рейтингу взаимодействия науки с промышленностью Германия находится на 10-м месте, Австрия – на 16-м и Российская Федерация – на 48-м. А по количеству фирм, осваивающих новые технологии, соответственно – на 14-м, 10-м и 104-м местах.

При всей очевидности задачи развить конкуренцию внутри страны и внедрить новый механизм распределения прибыли непросто, как и быстро изменить качество преподавания. Поэтому рационально наряду со стажировками поощрять и академическую учебу за рубежом. Это позволит получить специалистов, мыслящих рыночными категориями. Здесь мы серьезно отстали и от России и от Казахстана. За последние 20 лет в этих странах подготовлено за рубежом большое число молодых руководителей, которые сегодня на «одном языке» общаются с инвесторами, и это определяющим образом сказывается на привлечении прямых иностранных инвестиций и, что самое главное, передовых технологий, повышающих конкурентоспособность отечественных отраслей. С учетом этого обстоятельства следует активнее материально поддерживать талантливую молодежь из числа студентов и ученых, создавая для специалистов условия, исключая возникновение стремления покинуть Беларусь. Нужны стимулы, а не запретительные меры. Чем больше они почерпнут из учебы в развитых странах, тем интеллектуально богаче будет Беларусь.

Под стимулами надо понимать и условия работы, и материальное вознаграждение, и бытовые условия. Что касается условий работы, то речь идет, прежде всего, об оснащении научно-исследовательских лабораторий современным оборудованием. Приоритеты государственной политики в административной экономике формировали и соответствующую дифференциацию оплаты труда: работники науки по уровню заработной платы превосходили чиновников, в том числе и работников Совета Министров. То же можно сказать и о руководителях крупных государственных предприятий с высоким организационным потенциалом, которые были реально богатыми людьми.

Развитие рынка и рыночных отношений в национальной экономике привело к серьезным изменениям в дифференциации доходов: частный бизнес, имея большую свободу в организации оплаты труда, стал серьезным конкурентом научной сфере и государственному сектору экономики.

Для изменения ситуации необходимо смелее идти на институциональные преобразования и, в частности, приватизацию, реально повышать оплату труда ученых и руководителей предприятий.

Но даже если завтра начать жить по-другому, с учетом сложившихся условий в науке и промышленности, результаты появятся через 10 – 15 лет. Поэтому надо настойчивее привлекать западные технологии, адаптировать их к нашим условиям, пользоваться опытом западных специалистов.

К сожалению, понимание этого зреет у нас крайне медленно. Как пример можно привести разработку и производство двигателя мощностью более 300 л. с.

Несмотря на то, что еще в 1996 г. при посещении Президентом Республики Беларусь фирмы International Harvester в Чикаго была достигнута договоренность о строительстве предприятия по выпуску таких двигателей, до настоящего времени они закупаются ПО «МТЗ» и ПО «Гомсельмаш» за рубежом. И только после визита главы

государства в 2010 г. в Бразилию и встречи с представителями этой фирмы переговоры о строительстве завода возобновились. Ушло 14 лет на осознание того, что сами мы двигатель не создадим, и все усилия, а они активно предпринимались, напрасны. Но и по истечении последних двух лет реального сдвига нет.

Недостаточно активно развивается производственная кооперация, включая страны Юго-Восточной Азии, в частности, Китай. Еще приходится слышать на уровне руководителей концернов, что в мире якобы уже поняли, что перенос промышленности в развивающиеся страны неэффективен. Однако, напротив, все больше развитые страны отказываются от производственных переделов и увеличивают долю услуг в ВВП. Это конструирование, проектирование, дизайн, создание бренда, финансирование, разработка технологии производства и управления и т. д., то, что в Германии называют креативной экономикой. За этим – будущее.

Объединяя по потенциально конкурентоспособным направлениям науку и производство в НТЦ, НПО, хозяйственные холдинги, следует развивать на основе аутсорсинга специализацию. Каждое предприятие должно делать только то, что не могут произвести другие с точки зрения качества и эффективности. Оплата должна быть поставлена в строгое соответствие с результатами труда и ни при каких обстоятельствах не опережать его производительность. Административное управление госсектором целесообразно заменить индикативным. Результаты его работы достаточно оценивать по двум показателям – рентабельности и производительности труда.

Все это сделать невозможно, сохраняя ориентацию на объемные показатели. Необходимо сосредоточиться на создании эффективных рабочих мест с годовой выработкой в 40 – 50 тыс. долл.

Частный сектор нужно полностью вывести из государственного регулирования, исключая контроль за выполнением налогового и иного законодательства, обеспечивающего в условиях отсутствия конкуренции безопасность работы и качество продукции. Возможен контроль и за минимальной оплатой труда.

В Беларуси крайне низко развита сфера услуг. И об этом действительность напоминает на каждом шагу: захотел ли ты пообедать, починить шину или сделать ремонт в квартире. В Беларуси спрос на услуги превышает предложение, и отсутствие конкуренции позволяет производителям навязывать потребителю условия обслуживания и уровень цен.

Делая ставку на развитие сферы услуг, важно понимать, что даже неторгуемые услуги, т. е. те, которые нельзя продать иностранцам, вызывают не только перераспределительные процессы. Хотя и последние имеют важное значение, поскольку не только повышают качество жизни общества, но и ведут к отказу от иждивенчества, вынуждают людей зарабатывать, а не получать средства.

Вместе с тем высвобождение излишней численности работающих на промышленных предприятиях снизит издержки и при прочих равных условиях повысит конкурентоспособность выпускаемой продукции и позволит аккумулировать средства для модернизации производства. Определенную помощь в этом должно оказать и государство: уменьшая налоги, предоставляя кредиты и компенсируя часть затрат на их оплату. Развитие малого предпринимательства объективно снизит потребность в перераспределительных процессах на уровне государства с целью социальной защиты граждан. Так как ряд услуг, среди которых медицинские, коммунальные, обучающие, могут стать в большей степени платными. Конкуренция в сфере услуг несомненно повысит их качество и снизит цены.

Таким образом, основными направлениями структурной перестройки национальной экономики должны стать:

- формирование институциональных факторов развития конкурентной среды;
- повышение научно-инновационной активности предприятий;
- совершенствование системы мотивации труда на микро-уровне;

– приоритетное развитие сферы услуг за счет малого и среднего предпринимательства, др.

Системное внедрение названных мер будет способствовать повышению конкурентоспособности Беларуси в международной системе разделения труда.

Список использованных источников

1. ЦРУ The World Factbook (www.cia.gov)
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь (<http://belstat.gov.by/>)
3. Всемирный экономический форум, The Global Competitiveness Report 2010-2011 (<http://www.weforum.org>)
4. Евростат – статистическая служба Европейского союза (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>)

Статья поступила в редакцию 06.04.2012

SUMMARY

The role of competition in modern social and economic development is revealed. The factors including structural reorganization of economy, increase of scientifically-innovative activity of the enterprises (especially export-focused), consolidation of communication of a science with manufacture, increase of labour productivity and optimization of number of the employed which are necessary for the development of the competitive environment in Belarus are revealed. Special attention is given to institutional factors of formation of the competitive environment in Belarus.

УДК 338.46 (476)

РАЗВИТИЕ СЕРВИСНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОГО ОБЩЕСТВА

К.И. Жукова

Переход к постиндустриальному обществу сопровождается изменениями как в структуре национальной экономики, так и в факторах, влияющих на конкурентоспособность организаций. Теория постиндустриального общества основывается на двух компонентах: с одной стороны, основной тенденцией его развития выступает расширение сферы услуг, с другой – основным ресурсом становятся знания. Ввиду взаимосвязанности этих компонентов важнейшей характеристикой постиндустриального общества является то, что знания берут на себя роль основного ресурса динамики сферы услуг, обеспечивающего высокие темпы ее развития.

Сфера услуг в последние годы характеризуется достаточно значительной динамикой как в количественном, так и в качественном аспектах. Ее отраслевой состав расширяется за счет принципиально новых видов сервиса, таких как мобильные виды коммуникаций, разработка компьютерных программ, консалтинговые и информационные услуги. Оказание вышеназванных услуг затруднительно без использования знаний в соответствующих областях. При этом в таких сферах, как образование и наука знания не просто являются ресурсом, на выходе они становятся товаром, на производство которого и нацелены эти сферы. Кроме того, если рассматривать такие, на первый взгляд незнаниеемкие сферы услуг, как розничная торговля, транспорт, то можно отметить, что сегодня субъекты оказания этих услуг все больше ориентируются на внедрение новых знаний, умений и навыков в целях совершенствования процесса оказания услуги. Обладая

уникальными знаниями в своей области, можно в разы повысить их объемы. И если производство товаров проблематично расширить без вовлечения дополнительных традиционных ресурсов, то производство услуг можно увеличить, используя единственный ресурс – знания. С усложнением системы общественных отношений, увеличением роли информационных технологий и скорости жизни использование новых знаний о принципах маркетинга, менеджмента, психологии клиентов важно и для оказания принципиально новых услуг и для увеличения продаж традиционных за счет новых сопутствующих факторов оказания услуги.

Тенденции сдвига общественного производства в сторону сферы услуг закономерны концепциям периодизации экономического развития. Наиболее известные концепции были разработаны Э. Тоффлером, У. Ростоу, Д. Беллом. В них сфера услуг данными авторами выделена в третичный сектор общественного производства, являющийся атрибутивным моментом в становлении нового этапа развития общества, называемого постиндустриальным, третьей волной или «эрой высокого массового потребления» [1, 2, 3].

Вместе с тем, современный этап развертывания постиндустриального общества предполагает широкую активизацию сервисного сектора экономики, осуществляемую за счет создания, накопления и эффективного использования знаний, являющихся ключевым ресурсом данного сектора.

СОДЕРЖАНИЕ, КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ И ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ СФЕРЫ УСЛУГ

В настоящее время одной из важнейших проблем стандартизации, управления и нормативного регулирования в сфере услуг является отсутствие единого категориального аппарата, позволяющего определить границы и специфические черты данного явления, что обусловлено, прежде всего, сложностью и многообразием категории «услуг».

В литературе можно выделить три подхода к определению услуги: в первом случае услуга выступает как деятельность, во втором как результат деятельности, в третьем как симбиоз деятельности и результата. Налоговый кодекс Республики Беларусь определяет услугу как деятельность, результаты которой не имеют материального выражения, реализуются и потребляются в процессе осуществления этой деятельности [4]. Этому же подходу придерживаются такие ученые как К. Гренроос, Р. Шелп [5, 6]. Однако деятельность сложно подвергнуть бухгалтерскому и статистическому учету. Так, в международном стандарте ИСО 9004-2 дается определение услуги как результата взаимодействия исполнителя и потребителя услуги [7]. В качестве результата услуга фиксируется и в статистике, поскольку, согласно ее методологии, учету подлежит не сама деятельность, а ее фактические итоги.

Придерживаясь третьего подхода, в котором услуги выступают как симбиоз результата и деятельности, услугу можно определить как согласованный процесс взаимодействия покупателя и поставщика услуги, полезность которого проявляется в виде нематериального результата, получаемого потребителем.

Термин «сфера услуг» на данный момент однозначно не определен. Данная сфера имеет достаточно сложную и разветвленную структуру, которая существенно расширилась в последние годы. Наряду с традиционными услугами бытового характера получили развитие виды деятельности, ранее не относившиеся к сервисному сектору, которые отделились от промышленности, непромышленных отраслей и вошли в сферу услуг. Необходимо отметить, что, все устойчивее проявляются тенденции взаимозависимости одних услуг от других. Так, например, туристические услуги, кроме услуг размещения, экскурсионных и транспортных, могут включать и такие как питание в кафе и ресторанах, торговые, бытовые и реакционные. Услуги жилищного хозяйства тесно связаны с коммунальными и ремонтно-техническими [8, с. 67].

Ввиду сложности и неоднозначности данной сферы, наличия неучтенных сегментов услуг возникают определенные сложности с классификацией некоторых отраслей.

Это проявляется и в отсутствии единого классификатора видов экономической деятельности, что нередко порождает противоречия и неточности в статистике, осложняет обмен информацией и анализ хозяйственной деятельности, в том числе и на международном уровне. Как следствие, статистические данные, отражающие динамику развития сферы услуг в Республике Беларусь, не могут применяться для прямого сравнения с данными, полученными из международных источников.

При публикации данных по занятости Международная Организация Труда использует Международную стандартную отраслевую классификацию (ISIC). Согласно этой классификации, к сфере услуг относятся оптовая и розничная торговля, рестораны, гостиницы, транспорт, складское хозяйство, связь, финансовые учреждения, страхование, операции с недвижимостью, деловые услуги, а также коммунальные, социальные и персональные услуги, входящие в разделы 6 – 9 (ISIC, 2-я редакция) или категории G-P (ISIC, 3-я редакция). Основное различие между этими двумя классификациями состоит в том, что третья редакция дает более подробную классификацию услуг.

В Республике Беларусь разрабатываются классификаторы услуг, составляемые по отраслевому признаку, ведется работа по согласованию используемых национальных классификаторов с предложениями, выдвинутыми ООН, МВФ, ВТО и другими международными организациями. Так, в соответствии с переходом Республики Беларусь на ОКЭД (Общий классификатор экономической деятельности) к услугам относятся категории G-Q, однако по некоторым позициям классификатор имеет существенные отличия от ISIC. Так, например, в соответствии с международной классификацией, в отличие от Республики Беларусь, информация и связь, научно-техническая деятельность, искусство, сфера развлечения и отдыха выделены в отдельные категории. Таким образом, целесообразным представляется совершенствование классификатора с более подробной детализацией отраслей услуг по видам деятельности и их унификация с международными стандартами.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ УСЛУГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

На момент начала экономических преобразований структура занятости в Республике Беларусь характеризовалась непропорционально высокой долей работников, задействованных в сельском хозяйстве и промышленности. Сфера услуг, прежде всего торговля и бизнес-услуги, оставалась неразвитой ввиду приоритетного предоставления их государством. Несмотря на развитие частного сектора и возрастание доли сферы услуг в белорусской экономике в 1990 – 2010 гг., тем не менее она не получила соответствующего рыночной экономике развития. Это является тормозящим фактором в деле становления постиндустриального общества в нашей стране. Хотя нельзя не заметить как определенных подвижек, так и усилий государства в этом направлении.

С 2000 г. принято более 30 государственных и отраслевых программных документов, в 2006 – 2010 гг. действовала комплексная программа развития сферы услуг [11]. Кроме того, была разработана, хотя и не была принята программа развития сферы услуг на 2011 – 2015 гг., поскольку ее основные положения вошли в программу социально-экономического развития страны на 2011 – 2015 гг.

В целом можно отметить тенденции не только к возрастанию объемов оказанных услуг, но и появлению их новых сегментов, а также к улучшению качественных параметров сервисного сектора экономики.

Как свидетельствуют данные рис. 1, в структуре ВВП Республики Беларусь доля производства услуг за период с 2000 г. по 2002 г. возросла с 41,7 % до 46,5 %, а затем за период с 2002 г. по 2008 г. она снизилась до 40,9 %, после чего проявилась тенденция к ее возрастанию до 44 % в 2010 г. Вместе с тем, достигнутые параметры доли услуг не соответствуют не только контрольным цифрам комплексной программы развития сферы услуг на 2006 – 2010 гг. в 46 – 48 % от ВВП, но и

принятым стандартам Всемирного банка в 49 – 51 % [10]. Недовыполнение установленного параметра обусловлено тем, что темпы роста промышленности и строительства в 2010 г. сохранялись достаточно высокими и превосходили темпы роста сервисного сектора экономики [11].

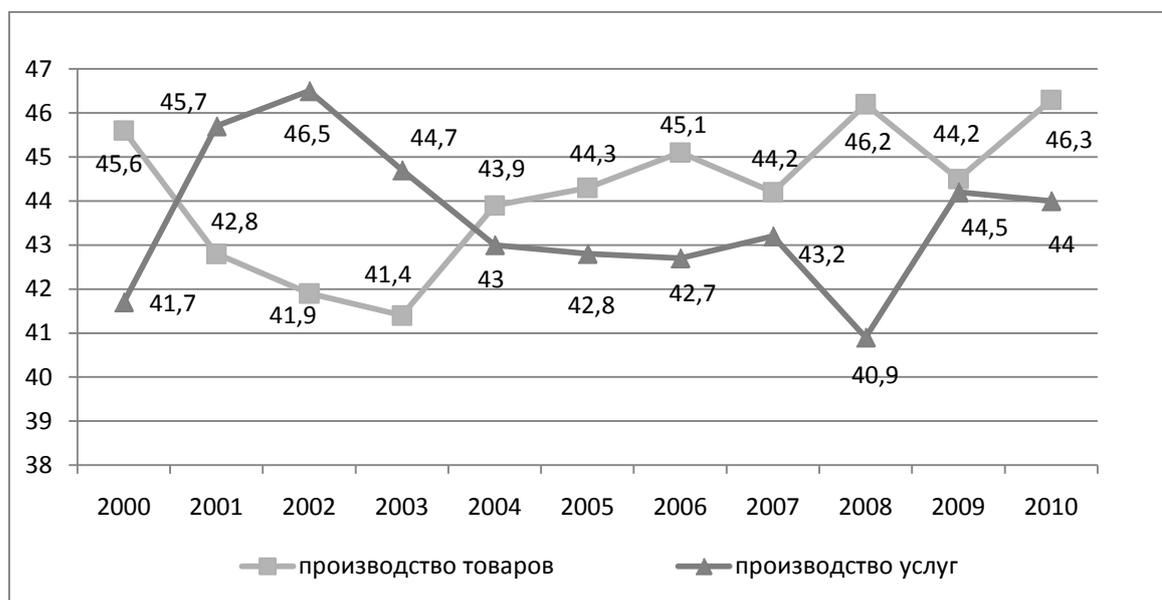


Рисунок 1 – Динамика доли услуг в структуре ВВП, Республика Беларусь

Источник: составлено автором на основе [12, 13].

Согласно данным Всемирного банка, доля услуг в ВВП по добавленной стоимости увеличилась с 29 % в 1990 г. до 47 % в 2010 г. Однако значительный рост здесь наблюдался лишь в начале рыночных преобразований, а после 1995 г. рост замедлился, и, начиная с 2001 г., проявилась тенденция к падению данного показателя (табл. 1).

Недостаточное развитие сферы услуг в Республике Беларусь по сравнению с развитыми странами характеризуется и долей расходов домашних хозяйств на приобретение услуг в общей величине расходов на конечное потребление. Так, в 2010 г. на покупку товаров приходилось 64,9 % от всех расходов населения Республики Беларусь, тогда как на оплату услуг – лишь 15 % [15]. Хотя разрыв между этими показателями постепенно сокращается, он пока остается недопустимо высоким в контексте построения постиндустриального общества. К сожалению, недостаточная статистическая база не позволяет просчитать долю расходов населения на те или иные услуги, но в целом можно предположить, что наибольший удельный вес составят расходы на ЖКХ, транспорт, связь. Эти отрасли по-прежнему составляют «львиную долю» в общем объеме платных услуг населения, несмотря на некоторое снижение их доли в структуре услуг в последние годы (рис. 2.).

Таблица 1 – Динамика доли услуг в ВВП Республики Беларусь по добавленной стоимости

1990 – 1995	1996 – 2000	2001 – 2005	2006 – 2010
Рост на 17 п.п. (с 29 % до 46 %)	Рост на 3 п.п. (с 44 % до 47 %)	Снижение на 3 п.п. (с 51 % до 48 %)	Снижение на 1 п.п. (с 48 % до 47 %)

Источник: составлено автором на основе [14].

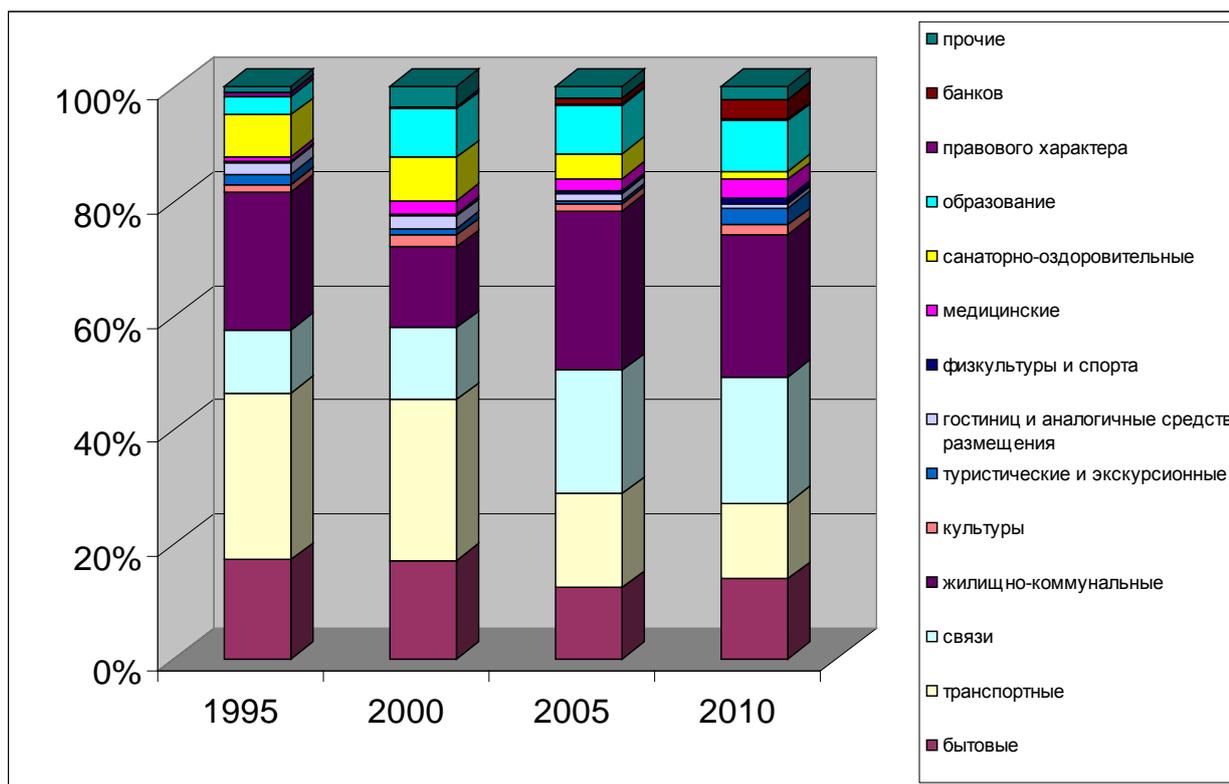


Рисунок 2 – Структура платных услуг, предоставляемых населению в Республике Беларусь

Источник: составлено автором на основе [16].

Опасение вызывает снижение знаниеемких услуг, которые представляют собой основу постиндустриального общества: науки, информационных технологий, образования. В ВВП развитых стран особенно значителен удельный вес информационных услуг. В Республике Беларусь они еще не получили должного развития и их доля составляет лишь 0,2 % от ВВП [13, с. 302]. Между тем, в соответствии с теорией постиндустриального общества, страхование, операции с недвижимостью, финансовые услуги выделены в четвертичный сектор экономики, а услуги для населения, требующие особенно высокого уровня квалификации персонала, – здравоохранение, образование, исследовательская деятельность – пятеричный сектор. Они и определены в качестве стратегически важных для становления постиндустриального общества [2, с.158]. Доля услуг четвертичного и пятеричного сектора экономики в структуре ВВП Республики Беларусь находится на достаточно низком уровне.

В целом с 2000 г. по 2010 г. рост удельной доли в ВВП наблюдается в следующих отраслях: торговля и общепит с 9,5 % до 11,1 %, операции с недвижимым имуществом с 0,5 % до 1,9 %, связь с 1,6 % до 2,2 % [13, с. 302].

Несмотря на темпы роста в отрасли общественного питания, по количеству кафе и ресторанов Республика Беларусь пока существенно уступает соседним странам. Поэтому ввиду отсутствия должной конкуренции цены на оказываемые услуги оказываются на достаточно высоком уровне в противовес низкому уровню обслуживания. Соответственно, строительство новых объектов общественного питания и придорожного сервиса, нацеленное на насыщение рынка соответствующими услугами и расширение конкурентных отношений, в данной сфере будет способствовать росту их качественных параметров при приемлемых ценах. Это можно рассматривать как стратегическую задачу на ближайшую перспективу. В этой плоскости желательно переориентировать и государственную фискальную и кредитную политику.

Кроме того, сектор «гостиницы и рестораны» является потенциально привлекательным сектором для привлечения иностранных инвестиций. Для чего целесообразно обеспечить большую степень либерализации торговли, открытие рынков для прихода иностранных компаний, приватизацию государственных монополий при адекватной внутренней экономической политике и госрегулировании.

Стоит отметить положительные тенденции значительного увеличения иностранных инвестиций в банковском секторе, обусловленные изменением правил и норм регулирования работы банковского сектора в контексте отмены института «золотой акции» и начала приватизации государственных банков.

Таблица 2 – Доля услуг в ВВП в Республике Беларусь в 2010 г., %

Услуги третичного сектора экономики	Транспорт	7,3
	Материально-техническое снабжение и сбыт	0,2
	Заготовки	0,1
	Жилищное хозяйство	1,6
	Коммунальное хозяйство и непроизводственные виды обслуживания населения	1,5
	Услуги четвертичного сектора экономики	Торговля и общественное питание
Услуги четвертичного сектора экономики	Операции с недвижимым имуществом	1,9
	Общая коммерческая деятельность по обеспечению функционирования рынка	1,2
	Финансы, кредит и страхование	4,5
	Услуги пятеричного сектора экономики	Информационно-вычислительное обслуживание
Услуги пятеричного сектора экономики	Здравоохранение, физическая культура и социальное обслуживание	3,1
	Образование	4,0
	Наука и научное обслуживание	0,5
	Управление	3,8

Источник: составлено автором на основе [12, с.302]

В целом эффективному функционированию сферы услуг препятствуют низкая инновационная активность, отставание затрат на сервис от затрат на сырье и материалы в производственных отраслях, недостаточная производительность труда, неравномерность дислокации предприятий сферы услуг, неразвитость инфраструктуры, преобладание государственной собственности, недостаточная активность малого бизнеса. Между тем, именно частное предпринимательство является приоритетным в сфере услуг в зарубежных странах. Малый бизнес способствует внедрению нововведений, стимулирует к постоянному накоплению и обновлению знаний. Однако в настоящее время в Республике Беларусь основную часть услуг оказывают госорганизации, и их доля в общем объеме платных услуг составляет 56,4 % в 2010 г. [16, с. 15]. Для частных и государственных компаний – поставщиков услуг – не созданы равные условия хозяйствования, хотя бы потому, что при прочих равных государственные промышленные предприятия, как правило, склонны передавать выполнение услуг государственным организациям.

Более того, препятствия для роста сектора услуг выше, чем для промышленного сектора. Наиболее серьезными барьерами для компаний из сектора услуг являются высокие ставки налогов, нехватка квалифицированных кадров, лицензирование, регулирование бизнеса и недостаточный доступ к финансированию. Крупные госпредприятия, в отличие от компаний малого бизнеса, имеют преимущества в виде льготных кредитов и бюджетных субсидий.

В этом плане важным представляется реформирование такого инструмента, как лицензирование. В настоящее время в Республике Беларусь преобладающее количество лицензий выдается в сфере предоставления услуг. Перечень условий и требований лицензирования слишком широк и создает риск закрытия предприятия в результате неосознанного нарушения этих требований, что не только создает существенную нагрузку на предприятия сектора услуг, но и ограничивает конкуренцию, не позволяя новым предприятиям выходить на это поле деятельности.

Достаточно серьезным остается вопрос износа основных средств сферы услуг. В условиях ускоренного их физического и морального старения возникают объективные препятствия для интенсивного развития данной сферы и увеличения ее доли в ВВП страны. Параллельно необходимо не только расширять номенклатуру предоставляемых услуг, но и вводить абсолютно новые, нетрадиционные услуги, основываясь на опыте удовлетворения потребностей населения и юридических лиц в развитых зарубежных странах. При этом может наблюдаться синергетический эффект, когда развитие одной отрасли услуг стимулирует рост других и обеспечивает высокую динамику отрасли в целом. В этой связи необходимо отметить потенциал развития образовательных, почтовых, транспортных и туристических услуг. Например, образовательные услуги можно интегрировать с консалтинговыми, ориентируя профессорско-преподавательский состав на предоставление консультаций юридическим и физическим лицам. В целом практически в каждой отрасли сферы услуг существуют значительные резервы для внедрения новых, нетрадиционных видов услуг.

Важнейшим направлением становления постиндустриального общества является развитие сектора информационных услуг. Этот сектор позволяет успешно внедрять систему управления знаниями, обеспечивать тиражирование информации, передачу знаний, позволяет решать проблемы их создания, использования и аналитической обработки.

Необходимо отметить, что Республика Беларусь имеет определенные перспективы в области развития информационных технологий: страна занимает 55-е место в мировом рейтинге развития информационных технологий и телекоммуникаций и 27-е место в рейтинге доступности ИКТ-услуг по данным Международного союза электросвязи [18].

Неоспоримую важность приобретает дальнейший рост доли экспорта ИКТ – услуг в общем экспорте услуг. Хотя следует отметить, что в Республике Беларусь, по данным Всемирного банка, он уже достаточно высок: в 2010 г. его доля составила 8,8 % и увеличилась по сравнению с 2001 г. на 3,5 п.п. Экспорт ИКТ-услуг включает компьютерные и коммуникационные услуги (телекоммуникации и почтовые курьерские услуги) и информационные услуги (компьютерные данные и услуги связанные с новостями) [19]. Беларусь занимает ведущие позиции в мире и по поступлениям от экспорта IT-услуг на душу населения – 35 долларов США, уступая по этому показателю лишь Чехии и Индии [18].

Достигнутые успехи в данной сфере обусловлены функционированием в Республике Беларусь Парка высоких технологий, в котором предоставлена комфортная бизнес-среда для развития IT-бизнеса в виде освобождений от уплаты ряда налогов, а также высококвалифицированного и дешевого инженерного и технического персонала.

Целесообразным представляется и в дальнейшем обеспечение формирования и эффективного использования информационно-коммуникативных ресурсов, создание условий широкого доступа к ним всего населения, формирование инфраструктуры на основе новейших цифровых и информационных технологий, а также правового пространства, обеспечивающего процесс информатизации.

Очевидно, что в условиях становления и развития постиндустриального общества приоритетное значение приобретает сфера услуг, на долю которой приходится более 2/3 мирового ВВП. Наиболее перспективными сферами являются информационно-коммуникационные услуги, деловые, профессиональные и финансовые услуги, а

также образовательные и научно-исследовательские. По темпам роста в большинстве стран устойчиво лидирует комплекс деловых и профессиональных услуг, представленный службами маркетинга, рекламы, менеджмента, лизинга, научных исследований, консультационными, аудиторско-бухгалтерскими и другими услугами.

Оценка современного состояния сферы услуг Республики Беларусь свидетельствует о недостаточном ее развитии относительно потребностей национальной экономики и населения, продвижения по пути построения постиндустриального общества, что требует разработки и реализации комплекса мер по развитию данной сферы.

В Республике Беларусь целесообразно ускоренное развитие и трансформация структуры сервисного сектора в направлении повышения доли наукоемких и социальных услуг, обеспечивающих качество экономического роста и жизни населения. Важную роль в развитии сектора услуг обеспечит либерализация экономики и стимулирование развития малого и среднего бизнеса в сфере востребованных на рынке услуг. В контексте становления постиндустриального общества распределение занятости в нашей стране следует нацелить на доминирование сервисного сектора, его внутреннюю и внешнюю интегрированность, позволяющую обеспечить реализацию синергетических эффектов.

Одним из важнейших стратегических направлений развития инфраструктуры экономики Республики Беларусь является широкое применение во всех сферах современных информационных технологий, поскольку страна имеет значительные достижения и реальные перспективы в этой области.

Таким образом, для становления постиндустриального общества приоритетом является не просто развитие сферы услуг и количественное увеличение ее доли в ВВП, а повышение их инновационности, развитие новых, нетрадиционных, прогрессивных, знаниеориентированных услуг. Целесообразным представляется дальнейшее фискальное и кредитное стимулирование такой перспективной для постиндустриального общества отрасли, как информационные технологии. Обладание на данном этапе значительными преимуществами в этой сфере позволит в дальнейшем достигнуть высоких показателей темпов роста знаниеемких услуг и ускорить процесс построения постиндустриального общества.

Список использованных источников

1. Toffler, A. The third wave / A. Toffler. – Bantam Books, 1980.
2. Белл, Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования : пер. с англ. / Д. Белл. – Москва : Academia, 1999. – 956 с.
3. Росту, У. Политика и стадии роста / У. Росту. – Москва : Прогресс, 1973.
4. Налоговый кодекс Республики Беларусь от 19.12.2002 № 166-3 [электронный ресурс]. - Режим доступа: pravo.by. Дата доступа: 5.04.2012.
5. Gronroos C. Service management and marketing. –West Sussex, 2000. – P.46
6. Shelp R.K. Beyond Industrialization: Ascendancy of the Global Service Economy/ – New York: Praeger Publishers, 1981]
7. Международный стандарт ИСО 9004-2-91. Административное управление качеством и элементы системы качества. Часть 2. Руководящие указания по услугам.
8. Худякова, И. В. Проблемы классификации и структурирования услуг в научном анализе и практике экономической деятельности / И. В. Худякова. – // Эк. Бюллетень НИЭИ. – 2008. – № 7. – С. 67-78.
9. Об утверждении комплексной программы развития сферы услуг в Республике Беларусь на 2006 – 2010 годы // Постановление совета министров Республики Беларусь от 22 июня 2006 г. № 786.
10. Отчет о мировом развитии 1996 г. – Всемирный банк, 1996

11. Итоги выполнения комплексной программы сферы услуг [электронный ресурс]. – Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: http://www.economy.gov.by/ru/programmy/programma_razvitia_sfery_uslug – Дата доступа: 05.04.2012.
12. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2006. – статистический сборник // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2006.
13. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2011. – статистический сборник // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2011.
14. Доля сферы услуг в ВВП по добавленной стоимости – статистические данные Всемирного банка [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.worldbank.org. – Дата доступа: 05.04.2012
15. Денежные доходы и расходы населения. – статистический сборник // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2011, 53 с.
16. Структура платных услуг населению в Республике Беларусь – статистические данные [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.belstat.gov.by – Дата доступа: 05.04.2012.
17. Реализация платных услуг населению по Республике Беларусь за 2010 г. – статистический сборник // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2011.
18. Анализ деятельности парка высоких технологий [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.park.by. – Дата доступа: 05.04.2012.
19. Доля экспорта ИКТ-услуг в общем объеме экспорта – статистические данные Всемирного банка [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.worldbank.org. – Дата доступа: 05.04.2012.

Статья поступила в редакцию 02.04.2012

SUMMARY

Processes of globalization and information technology development became the catalyst for revolutionary changes and changed the paradigm of thinking from an industrial to a post-industrial one. The concept of postindustrial society is widespread in today's world. A post-industrial society refers to a period of growth within an industrialized economy or nation in which the relative importance of manufacturing reduces to that of services, and information and knowledge become the main factors of competitiveness. The post-industrial society is based largely on the production and consumption of services. The article describes the role of service sector in the process of post-industrial society. The development of service sector in Belarus is analyzed. The problems of development of service sector in Belarus are considered.

РЕФЕРАТЫ

УДК 677.024

Акиндинова, Н. С. Параметры строения гобеленовых тканей новых структур / Н. С. Акиндинова, Г. В. Казарновская // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2012. — № 22. — С. 7

Произведено проектирование мебельных гобеленовых тканей с применением переплетений нового вида и классических гобеленовых переплетений, в результате которого выведены формулы для определения уработки нитей основы и утка. Предложенные формулы рекомендованы для расчёта уработок нитей в тканях разработанных переплетений, так как результаты теоретических расчётов значений уработки нитей в ткани согласуются с данными, полученными экспериментальным путём. Нити основы различных сводов гобеленовых переплетений, повёрнутых на 90° имеют более равномерные значения уработки, чем уработка нитей основы классических гобеленовых переплетений, благодаря чему снижается обрывность нитей основы, повышается производительность ткацкого оборудования.

УДК 687.053

Белова, Н. В. Исследование виброизоляции швейной машины / Н. В. Белова, Б. С. Сункуев, Е. Н. Кузьмичев, С. С. Холнеев // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2012. — № 22. — С. 12

Разработана приближенная математическая модель колебательной системы швейной машины с включением в нее виброизолирующих прокладок.

Математическая модель представлена в виде системы с двумя степенями свободы. Решения получены в виде колебаний контрольных точек швейной головки и промышленного стола. Для проверки адекватности модели проведены расчеты амплитуд колебаний контрольных точек и экспериментальные замеры логарифмических уровней виброскорости этих точек. В результате установлено, что погрешность расчетного метода не превышает 2 % и предложенная модель достаточно точно оценивает уровень колебаний системы.

УДК 677.022.6

Бодяло, Н. Н. Расчет натяжения крученой комбинированной нити на прядильно-крутильной машине / Н. Н. Бодяло, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2012. — № 22. — С. 19

В результате теоретических исследований получены формулы для расчета натяжения крученой комбинированной нити на выходе из полого веретена прядильно-крутильной машины. Определены рациональные конструктивные параметры стабилизатора крутки (радиус и длина цилиндрического стержня), установленного в нижней части полого веретена прядильно-крутильной машины, при продвижении по которому натяжение крученой нити не превысит ее разрывную нагрузку.

УДК 677.022.484.4

Васильев, Р. А. Исследование технологического процесса производства льняной пряжи с вложением регенерированного волокна / Р. А. Васильев, Д. Б. Рыклин // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2012. — № 22. — С. 25

Статья посвящена оценке эффективности вложения в смесь регенерированного волокна при производстве льняной пряжи пневмомеханический способом прядения. В условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» определен состав и количество выделяемых волокнистых отходов, пригодных для повторной переработки. Определено влияние процентного вложения регенерированного льняного волокна на изменение характеристики смесей волокон в процессе их переработки, а также на свойства пряжи. Установлено, что вложение в смесь до 50 % регенерированного волокна позволяет увеличить ее прядильную способность и повысить ряд качественных показателей льняной пряжи

УДК 677.014/017.4

Гаджиев, Джангир Ахмед оглы. К оценке изменения линейной плотности пряжи в процессе вязания / Джангир Ахмед оглы Гаджиев // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 33

Данная статья посвящена оценке изменения линейной плотности пряжи в процессе вязания. Отмечены условия изменения толщины пряжи кольцевого способа прядения, самокрученной пряжи, некоторых эластичных (резиновых, эластомерных) нитей и др.

Установлено, что вследствие частичного раскручивания крученых нитей и растяжения эластичных нитей в процессе вязания их линейные плотности уменьшаются, что важно учитывать при нормализации процесса вязания, проектировании параметров структуры трикотажа и его свойств.

Приведены соответствующие выражения для определения линейной плотности каждого конкретного варианта нитей.

УДК 677.077.625.16:677.017

Гусаров, А. М. Исследования устойчивости пакета материалов боевой одежды пожарного к многоциклового тепловому воздействию / А. М. Гусаров, А. А. Кузнецов, Н. М. Дмитракович // Вестник Витебского государственного технологического университета — 2012. — № 22. — С. 39

Предложен новый методологический подход с разработкой соответствующих математических моделей для оценки теплофизических свойства пакета материалов боевой одежды пожарных. Практическое применение разработанных моделей позволяет осуществить прогноз значений максимальной температуры на внутренней поверхности пакета материалов при многоциклового воздействии теплового потока в диапазоне от 1 кВт/м² до 5 кВт/м², а также определить эффективное количество циклов теплового воздействия, после которых наступает процесс тепловой стабилизации пакета.

УДК 685.34.035.47 : 685.34.073.32

Еспенко, Ю. А. Комплексное Исследование свойств современных стелечных картонов / Ю. А. Еспенко, Р. Н. Томашева, Т. М. Борисова, В. Е. Горбачик // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 47

Данная статья посвящена комплексной оценке свойств современных стелечных картонов зарубежного производства. Проведены исследования ряда стандартных показателей качества стелечных картонов, а также таких негостируемых показателей, как выносливость и устойчивость при многократном изгибе, характеризующих поведение материалов в процессе эксплуатации обуви.

По результатам проведенной комплексной оценки определены марки картонов, обладающие наилучшим комплексом физико-механических свойств и в наибольшей степени соответствующие требованиям, предъявляемым к материалу основных стелек.

УДК 677.024.1:677.11

Казарновская, Г. В. Проектирование костюмных тканей с использованием котонизированного льна / Г. В. Казарновская, И. Л. Кириллова // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 53

В работе решена задача по проектированию костюмной ткани. В основе и утке ткани использовалась двухкомпонентная пряжа, содержащая 50 % хлопка и 50 % котонизированного льна, полученная в условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат». Разработано переплетение нового вида, мотивом узора для переплетений является полоса, которая не теряет своей актуальности. В разработанной ткани улучшено качество и художественно-колористическое оформление, что позволило расширить ассортимент костюмных тканей.

УДК 685.34.03:685.34.072

Коновалов, К. Г. Оценка качества подошв из термоэластопластов / К. Г. Коновалов, М. И. Долган // Вестник Витебского государственного технологического университета — 2012. — № 22. — С. 58

В статье рассматриваются свойства материалов и деталей для низа обуви из термоэластопластов. Авторы представили описание существующих методик оценки физико-механических характеристик подошв из ТЭП. Произведено исследование эксплуатационных

свойств подошв для рабочей и специальной обуви, выпускаемых ООО «Пластан». Выполнен анализ результатов испытания.

УДК 677.017:621.3

Костин, П. А. Теоретическое исследование натяжения комбинированной электропроводящей пряжи на пневмомеханической прядильной машине / П. А. Костин, Ю. А. Завацкий, А. Г. Коган, Р. В. Киселев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2012. — № 22. — С. 65

Научная статья посвящена анализу и расчету натяжения комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности и её компонентов в процессе формирования на модернизированной пневмомеханической прядильной машине с полым ротором. Приведен анализ основных сил, действующих на формируемую пряжу в крутильном устройстве. Описаны результаты расчета по определению величины натяжения, действующего на комбинированную электропроводящую пряжу и её компоненты в процессе формирования. Установлено, что для стабильного формирования электропроводящей пряжи необходимо следить за состоянием пряжевыводящей воронки, в случае её износа производить своевременную замену, в противном случае возникает повышенная обрывность пряжи, обусловленная увеличением коэффициента трения между пряжей и поверхностью воронки.

УДК 677.017: [677.025.3 / 6: 61]

Надёжная, Н. Л. Метод расчета давления компрессионного трикотажного изделия / Н. Л. Надёжная, А. В. Чарковский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2012. — № 22. — С. 72

Статья посвящена разработке метода расчета давления компрессионного трикотажного изделия на участок тела, аппроксимируемый эллиптическим параболоидом. Разработанный метод расчета позволяет определить давление упруго деформированной оболочки на участок тела, аппроксимируемый усеченным эллиптическим параболоидом, в любой произвольной точке, заданной двумя координатами. Метод позволяет учитывать составляющую давления, обусловленную кривизной тела в продольном направлении, а также различный радиус кривизны оболочки в пределах выбранного поперечного сечения, что приводит к более точной оценке давления компрессионного изделия на тело.

УДК 66.047.37

Ольшанский, А. И. Исследование процесса конвективной сушки подошвенной кожи / А. И. Ольшанский // Вестник Витебского государственного технологического университета — 2012. — № 22. — С. 82

Проведено исследование процесса сушки подошвенных кож методом регулярного режима. Получены значения темпа нагревания влажного материала в процессе сушки на основе обработки экспериментальных данных по сушке подошвенных кож методом обобщенных переменных, получены необходимые уравнения для расчета кинетики сушки подошвенных кож.

УДК 66.047:3.085.1.

Ольшанский, А. И. Исследование процесса терморadiационной сушки тканей / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2012. — № 22. — С. 93

Проведено исследование процесса сушки тканей термоизлучением при различных режимах.

В результате обработки экспериментальных данных получены уравнения для расчета основных параметров кинетики процесса сушки тканей термоизлучением.

Представлено сравнение расчетных значений параметров, вычисленных по уравнениям с экспериментом.

Сопоставление расчетных и экспериментальных значений основных кинетических характеристик процесса сушки тканей термоизлучением показало достаточную точность обработки опытных данных и предлагаемых расчетных уравнений.

УДК 681.7:677.017

Садовский, В. В. Способ и прибор для оптической оценки относительного удлинения текстильных материалов / В. В. Садовский // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 106

Предложен способ и прибор для бесконтактного измерения относительных удлинений материалов по изменению коэффициента анизотропии светорассеяния света, отраженного исследуемым материалом.

Проведенная проверка работоспособности способа на широкой группе трикотажных материалов, отличающихся своими характеристиками, показала высокую сходимость кривых растяжения, полученных предложенным способом и прямым измерением на материале.

УДК 543.253

Брайкова, А. М. Определение тяжелых металлов в кремах для лица методом инверсионной вольтаперометрии / А. М. Брайкова, Н. П. Матвейко // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 111

Выбраны условия инверсионно-вольтаперометрического определения *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* в кремах для лица. В результате анализа двух модельных растворов по принципу «введено найдено» установлены основные погрешности методики инверсионно-вольтаперометрического определения тяжелых металлов при их совместном присутствии. При испытании образцов кремов для лица отечественного и импортного производства обнаружено превышение предельно допустимой концентрации свинца в трех из двенадцати образцов.

УДК 547.362

Дикусар, Е. А. Получение длинноцепных азометинов — производных бензальдегидов ванилинового ряда / Е. А. Дикусар, В. И. Поткин, С. Г. Стёпин // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 116

Разработан удобный и масштабируемый способ получения длинноцепных замещенных ароматических азометинов, содержащих гидроксильные и простые эфирные группы конденсацией замещенных бензальдегидов ванилинового ряда, их гомологов и аналогов с цетиламином или октадециламином. Восстановлением полученных азометинов триацетилоксидборгидридом натрия синтезированы длинноцепные ароматические амины. Синтезированные соединения являются потенциальными субстратами для формирования на их основе пленок Ленгмюра-Блоджетт. Строение синтезированных соединений доказано данными элементного анализа, ИК-, ЯМР ¹H и масс-спектров.

УДК 669.334.23

Ковчур, А. С. Применение металлической стружки для цементационного извлечения никеля из отходов гальванических производств / А. С. Ковчур, Р. А. Москалец // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 124

В этой статье описывается способ переработки гальванических отходов. Этот способ позволяет получить порошок никеля с наименьшими затратами. Источником металла-цементатора для проведения химической реакции выбрана железная стружка, образующаяся при механической обработке деталей. В статье приведены формулы протекающих химических реакций замещения. Показан расчет остаточной концентрации веществ в растворе. Описан сам процесс замещения. Приведена существующая классификация металлической стружки и даны рекомендации по ее применению в качестве металла-цементатора.

УДК 677.4

Кузьменкова, Н. В. Окрашивание химических волокон для защиты ценных бумаг / Н. В. Кузьменкова, Е. А. Сементовская, В. Е. Сыцко, Л. С. Пинчук // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 130

Приведена номенклатура и перечислены требования к химическим волокнам для защиты ценных бумаг. Рассмотрены основные способы крашения химических волокон и проанализированы их достоинства и недостатки. Приведены доводы, позволяющие считать оптимальным способом окрашивание защитных волокон по механизму крейзинга.

УДК 661.872+628.1.033

Платонов, А. П. Получение и свойства железосодержащих неорганических пигментов / А. П. Платонов, А. А. Трутнёв, С. Г. Ковчур // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 137

Разработана теория фиксации неорганических пигментов, полученных из промышленных отходов. Определены объёмы и химический состав неорганических отходов, образующихся на теплоэлектроцентралях г. Минска и Минской области. Установлено, что отходы могут быть использованы для производства строительных пигментов типа «охра» и «сурик».

УДК 330.322.54

Бословяк, С. В. Методика построения рейтинга инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования / С. В. Бословяк // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 143

Представлены проблемы, возникающие при построении рейтингов, агрегированных по методу аддитивной свертки. Охарактеризованы этапы построения рейтинга инвестиционной привлекательности субъектов хозяйствования. Обоснован отбор частных показателей рейтинга. Предложена и применена методика экспертной оценки весовых коэффициентов частных показателей рейтинга. Обоснованы экономически целесообразные значения уровня частных показателей рейтинга, используемых для нормирования. Рассчитаны значения агрегированного рейтинга по промышленным предприятиям, находящимся в подчинении Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, дана интерпретация полученных результатов с применением инструментария теории нечетких множеств.

УДК 330.342

Прудникова, Л. В. Оценка инновационных процессов и структуры технологической укладности промышленности / Л. В. Прудникова // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 151

На основе сравнительной оценки существующих подходов к анализу технологической укладности экономики страны и описанных различными авторами характеристиках технологических укладов предложен авторский подход к распределению видов экономической деятельности по соответствующим технологическим укладам. В статье дана оценка структуры технологической укладности по промышленности стран, формирующих Европейский экономический союз (Россия, Беларусь, Казахстан) за 2009 — 2010 гг. Также в статье дана сравнительная характеристика инновационных процессов по видам экономической деятельности, соответствующим исследуемым технологическим укладам по промышленности Республики Беларусь и Российской Федерации, а также промышленности Витебской области и Республики Беларусь за 2009 — 2010 гг.

УДК 330.322(4):338(8=6)

Пыл, И. С. Институциональные структуры инвестиционной поддержки европейских транснациональных корпораций в Латинской Америке / И. С. Пыл // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 162

В рамках данной статьи выделены основные инструменты и механизмы инвестиционного межрегионального взаимодействия Европейского союза и интеграционных объединений Латинской Америки в четырех сферах: политической, экономической, правовой и идеологической. Раскрыта зависимость между используемыми средствами межрегионального сотрудничества и деятельностью транснациональных корпораций.

УДК 658

Савицкая, Т. Б. Диагностика промышленного потенциала организации / Т. Б. Савицкая, Т. С. Ревяко // Вестник Витебского государственного технологического университета .— 2012. — № 22. — С. 173

Статья посвящена одной из актуальных проблем, возникающих перед организацией — оценке ее потенциала. В статье дается детальный анализ составляющих потенциала ОАО «Красный Октябрь» по данным статистической отчетности организации на основе практического применения методик Мерзликиной Г.С., Шаховской Л.С., Третьяковой Е., Ревуцкого Л.Д. Полученные данные свидетельствуют о значительных производственных возможностях Общества на протяжении рассматриваемого периода, росте финансового

потенциала организации, а также перспективах использования интеллектуального потенциала. Таким образом, оценка промышленного потенциала организации – необходимый этап стратегического анализа и управления, который обеспечивает системный взгляд на организацию и позволяет выявить ее сильные и слабые стороны.

УДК 338 (476)

Ковтуненко, А. Н. Структурная перестройка экономики как условие ее развития / А. Н. Ковтуненко // Вестник Витебского государственного технологического университета .– 2012. – № 22. – С. 184

Раскрыта роль конкуренции в современном социально-экономическом развитии. Выявлены факторы, обуславливающие необходимость развития конкурентной среды в Республике Беларусь, к которым отнесены: структурная перестройка экономики, повышение научно-инновационной активности предприятий (особенно экспортно-ориентированных), упрочение связи науки с производством, повышение производительности труда и оптимизация численности занятых. Особое внимание уделено институциональным факторам формирования конкурентной среды в Беларуси.

УДК 338.46 (476)

Жукова, К. И. Развитие сервисного сектора экономики как определяющего элемента постиндустриального общества / К. И. Жукова // Вестник Витебского государственного технологического университета .– 2012. – № 22. – С. 188

Процессы глобализации и развитие информационных технологий стали катализаторами к произошедшим революционным экономическим сдвигам и изменили парадигму мышления от индустриальной к постиндустриальной. В современном мире широкое распространение получила концепция постиндустриального общества, в котором относительная важность производства снижается в пользу сферы услуг, а знания и информация выступают основными факторами конкурентоспособности. Для становления постиндустриального общества необходимо сбалансированное развитие сферы услуг. В статье показана роль сферы услуг в процессе становления постиндустриального общества. Анализируется динамика сферы услуг в Республике Беларусь. Рассмотрены проблемы, препятствующие развитию сферы услуг в Республике Беларусь.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Акиндинова**
Наталья Станиславовна – старший преподаватель кафедры «Ткачество» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Белова**
Нина Валентиновна – инженер кафедры «Машины и аппараты легкой промышленности» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Бодяло**
Наталья Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Борисова**
Татьяна Михайловна – магистр технических наук, аспирант кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Бословяк**
Сергей Васильевич – заместитель директора института повышения квалификации и переподготовки кадров по учебной работе, старший преподаватель кафедры экономики и управления УО «Полоцкий государственный университет»
- Брайкова**
Алла Мечиславовна – кандидат химических наук, доцент кафедры физикохимии материалов УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Васильев**
Руслан Александрович – аспирант УО «Витебский государственный технологический университет»
- Гаджиев**
Джангир Ахмед оглы – доктор технических наук, доцент Азербайджанского технологического университета
- Горбачик**
Владимир Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Гусаров**
Алексей Михайлович – ассистент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Дикусар**
Евгений Анатольевич – кандидат химических наук, научный сотрудник Института физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси
- Дмитракович**
Николай Михайлович – кандидат технических наук, начальник отдела научно-технических разработок учреждения «Научно-исследовательский центр Витебского областного управления МЧС Республики Беларусь»
- Долган**
Мария Ивановна – студентка кафедры «Стандартизация» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Еспенко**
Юлия Алексеевна – магистр технических наук, аспирант кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Жукова**
Ксения Игоревна – аспирант кафедры экономической политики, УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Завацкий**
Юрий Александрович – старший преподаватель кафедры «Теоретическая и прикладная математика» УО «Витебский государственный технологический университет»

- Казарновская**
Галина Васильевна
- кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Дизайн» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Кириллова**
Ирина Леонидовна
- старший преподаватель кафедры «Дизайн» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Киселев**
Руслан Васильевич
- мастер ПО кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Ковтуненко**
Александр Николаевич
- доктор экономических наук, главный редактор журнала «Директор»
- Ковчур**
Сергей Григорьевич
- доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Охрана труда и промышленная экология» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Ковчур**
Андрей Сергеевич
- кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Коган**
Александр Григорьевич
- доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прядение натуральных и химических волокон» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Коновалов**
Константин Георгиевич
- аспирант кафедры «Товароведение непродовольственных товаров» УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Костин**
Павел Андреевич
- аспирант кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Кузнецов**
Андрей Александрович
- доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Кузьменкова**
Наталья Владимировна
- аспирант кафедры товароведения непродовольственных товаров УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»
- Кузьмичев**
Евгений Николаевич
- инженер ЧУП «Элект» ООО «БелТИЗ»
- Матвейко**
Николай Петрович
- доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой физикохимии материалов УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Москалец**
Руслан Анатольевич
- лаборант кафедры «Охрана труда и промышленная экология» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Надёжная**
Наталья Леонидовна
- аспирант «Автоматизация технологических процессов и производств» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Ольшанский**
Анатолий Иосифович
- кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Ольшанский**
Валерий Иосифович
- кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «Витебский государственный технологический университет»

- Пинчук**
Леонид Семенович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела герметологии ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси»
- Платонов**
Александр Петрович – кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой «Химия» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Поткин**
Владимир Иванович – доктор химических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, профессор, заведующий отделом Института физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси
- Прудникова**
Людмила Викторовна – старший преподаватель кафедры экономики УО «Витебский государственный технологический университет»
- Пыл**
Ирина Сергеевна – аспирант кафедры мировой экономики УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Ревяко**
Татьяна Сергеевна – студентка экономического факультета УО «Витебский государственный технологический университет»
- Рыклин**
Дмитрий Борисович – доктор технических наук, профессор кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Савицкая**
Татьяна Борисовна – кандидат технических наук, доцент заведующая кафедрой «Менеджмент» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Садовский**
Виктор Васильевич – доктор технических наук, профессор, первый проректор УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Сементовская**
Елена Аркадьевна – научный сотрудник отдела герметологии ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси»
- Стёпин**
Святослав Генрихович – кандидат химических наук, доцент кафедры химии УО «Витебский государственный технологический университет»
- Сункуев**
Борис Семенович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и аппараты легкой промышленности» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Сыцко**
Валентина Ефимовна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой товароведения непродовольственных товаров УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»
- Томашева**
Рита Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Трутнев**
Андрей Анатольевич – заведующий лабораторией кафедры «Охрана труда и промэкология», аспирант УО «Витебский государственный технологический университет»
- Холнеев**
Сергей Сергеевич – инженер СОО «Грация»
- Чарковский**
Александр Владимирович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология трикотажного производства» УО «Витебский государственный технологический университет»

Памятка авторам научно-технического журнала «Вестник Витебского государственного технологического университета»

1. Научно-технический журнал «Вестник Витебского государственного технологического университета» выходит два раза в год. К печати допускаются статьи по трем тематическим направлениям:
 - технология и оборудование легкой промышленности и машиностроения;
 - химическая технология и экология;
 - экономика.
2. Рукописи, направляемые в журнал, должны являться оригинальным материалом, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.
3. К рукописи статьи необходимо приложить следующие материалы:
 - заявку с названием статьи, тематическим направлением (из п.1), по которому она подается, списком авторов и их личными подписями;
 - реферат на языке оригинала (до 10 строк), в котором должно ясно излагаться содержание статьи и который может быть опубликован в журнале отдельно от статьи, – на русском или белорусском языке;
 - резюме (summary), название статьи, фамилии и инициалы авторов – на английском языке;
 - сопроводительное письмо от организации, где выполнялась работа, или выписку из протокола заседания кафедры (для авторов, являющихся сотрудниками ВГТУ);
 - экспертное заключение о возможности опубликования представленных материалов в открытой печати;
 - справку, содержащую сведения об авторах (место работы, должность, ученая степень, адрес, телефон, e-mail);
 - электронный вариант статьи реферата и summary (электронный вариант называется по фамилии автора).
4. Структура принимаемых к опубликованию статей следующая: индекс УДК; название статьи; фамилии и инициалы авторов; текст статьи; список использованных источников.
5. В тексте статьи должны быть последовательно отражены: состояние проблемы до начала ее изучения авторами; цель представленной работы и задачи, которые были решены для ее достижения; методика проведенных исследований; анализ полученных результатов, их научная новизна и практическая ценность; выводы. Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. В выводах должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения. При необходимости должны быть также указаны границы применимости полученных результатов.
6. Список использованных источников оформляется по ГОСТ 7.1 – 2003 отдельно в конце статьи; ссылки на публикации должны быть вставлены в текст в виде номера публикации в списке, заключенного в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы (диссертации, отчеты, депонированные рукописи) не допускаются.
7. Оформление статьи должно удовлетворять следующим требованиям:
 - статьи подаются на русском, белорусском или английском языке;

- объем публикации должен составлять от 14 000 до 22 000 печатных знаков (4 – 10 страниц), набранных шрифтом Arial 11, с полями по 20 мм на сторону и одинарным межстрочным интервалом;
 - в файлах не должно быть макросов, колонтитулов и других сложных элементов форматирования;
 - используется автоматическая расстановка переносов (расстановка переносов вручную – не допускается);
 - формулы набираются в прикладной программе Microsoft Equation 3.0, входящей в состав MS Office 2007, Times New Roman 12 полужирный курсив. Межстрочный интервал перед строкой формул составляет от 6 до 10 пт.;
 - таблицы располагаются после первого упоминания в тексте. При этом они не должны дублировать сведения, отображенные на графиках. Заголовки таблиц располагаются по центру страницы. Табличные данные – или по центру, или выравниваются по левому краю. Шрифт – Arial от 9 до 11 пт.;
 - иллюстрации располагаются после первого упоминания о них в тексте. Каждая иллюстрация должна иметь подрисовочную надпись (Arial, 10 пт). Графики и диаграммы представляются как рисунки, выполняются в графическом редакторе, совместимом с MS Word. Для названия осей координат и указания их размерности применяют шрифт Arial от 9 до 11 пт. Фотографии должны иметь контрастное черно-белое изображение. В электронном виде фотографии представляются в стандартах растровой графики JPG, Tiff, BMP, PCX разрешением не менее 300 dpi;
 - иллюстрации, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. Нумерация формул приводится арабскими цифрами в скобках по правому краю страницы. Порядковые номера ссылок на использованные источники должны быть написаны внутри квадратных скобок;
 - распечатка статьи должна полностью соответствовать приложенному файлу.
8. Авторы статей несут ответственность за достоверность приводимых в статье данных и результатов исследований.
 9. Редакция не взимает плату за опубликование научных статей.
 10. Редакция предоставляет возможность первоочередного опубликования статей, представленных лицами, осуществляющими послевузовское обучение (аспирантура, докторантура, соискательство) в год завершения обучения.
 11. Поступившие в редакцию статьи после предварительной экспертизы на соответствие предъявляемым требованиям направляются на рецензию специалистам. По решению рецензента статья может быть рекомендована к опубликованию, рекомендована к доработке с повторным рецензированием или ее публикация может быть признана рецензентом нецелесообразной. Окончательное решение о публикации принимается на заседании редакционной коллегии.
 12. Рукописи статей авторам не возвращаются.
 13. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения и сокращения в тексте статьи, реферате и summary, не искажающие основное содержание статьи.
 14. Статьи представляются в редакцию по адресу: 210035, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72, Скробовой Алине Сергеевне. Электронный вариант материалов допускается направлять по электронной почте на адрес vestnik-vstu@tut.by.

Редакция «Вестника ВГТУ»

Научное издание

ВЕСТНИК

ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Двадцать второй выпуск

Компьютерная верстка и дизайн обложки Иванова О.С.

Подписано в печать 16.05.2012. Печать ризографическая. Гарнитура Arial.
Усл. печ. листов 26,0 Уч.-изд. листов 19,2 Формат 60x90 1/8. Тираж 100 экз.
Заказ № 242

Выпущено издательским отделом ЦИТ ВГТУ
УО "Витебский государственный
технологический университет"
210035, Республика Беларусь,
г. Витебск, Московский пр-т, 72.
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

Журнал зарегистрирован в
Министерстве информации
Республики Беларусь
№ 2554 от 31 мая 2005 г.