

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
"ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ"

ВЕСТНИК
ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТЫЙ ВЫПУСК

ВИТЕБСК
2013

УДК 67/68
ББК 37.2
В 38

Вестник Витебского государственного технологического университета. Вып. 24 / УО «ВГТУ»; гл. ред. В. С. Башметов. – Витебск, 2013. – 211 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)
к.т.н., доц. Бондарева Т.П. (ВГТУ)
д.т.н., доц. Буркин А.Н. (ВГТУ)
к.т.н., доц. Гарская Н.П. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Горбачик В.Е. (ВГТУ)
к.т.н., доц. Загайгора К.Ф. (ВГТУ)
д.т.н., доц. Казарновская Г.В. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Клименков С.С. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Коган А.Г. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Кузнецов А.А. (ВГТУ)
д.ф.-м.н., проф. Корниенко А.А. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Локтионов А.В. (ВГТУ)
к.т.н. Муха П.И. (РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»)
д.т.н., проф. Николаев С.Д. (МГТУ им. А.Н. Косыгина)
к.т.н., проф. Ольшанский В.И. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Пятов В.В. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Садовский В.В. (БГЭУ)
д.т.н., доц. Сакевич В.Н. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Сторожев В.В. (МГУТД)
д.т.н., проф. Сункуев Б.С. (ВГТУ)
к.т.н., доц. Трутченко Л.И. (ВГТУ)
к.т.н., доц. Шеверинова Л.Н. (ВГТУ)

Химическая технология и экология

Редактор – д.т.н., проф. Ковчур С.Г. (ВГТУ)
д.т.н., проф. Жарский И.М. (ВГТУ)
академик НАН РБ Лиштван И.И.
д.т.н., член-кор. НАНБ Пантелеенко Ф.И. (БНТУ)
к.х.н., доц. Платонов А.П. (ВГТУ)
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.э.н., проф. Быков А.А. (БГЭУ)
д.э.н., проф. Коседовский В.
(Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Polska)
д.с.н., проф. Меньшиков В.В. (Даугавпилсский университет, Латвия)
д.э.н., проф. Нехорошева Л.Н. (БГЭУ)
д.э.н., проф. Панков Д.А. (БГЭУ)
к.э.н., доц. Прокофьева Н.Л. (ВГТУ)
д.э.н., доц. Яшева Г.А. (ВГТУ)

Журнал включен в перечень научных изданий Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований.

ISBN 978-985-481-308-0

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 978-985-481-308-0

© УО "Витебский государственный технологический университет", 2013

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| CONTENT | 5 |
| ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ | |
| РАСЧЁТ ВЕЛИЧИН ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ФОРМОВАНИИ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПАРАБОЛОИДОМ ВРАЩЕНИЯ | |
| <i>А.П. Дмитриев, А.В. Коваленко</i> | 7 |
| ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ НА ТРОСТИЛЬНО- КРУТИЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ | |
| <i>А.Р. Семёнов, Е.Г. Замостоцкий, А.Г. Коган, С.Б. Байжанова</i> | 16 |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА, СОЗДАВАЕМОГО НИТЕОТВОДНОЙ ВОРОНКОЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АРМИРОВАННОЙ НИТИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ | |
| <i>Р.В. Киселев</i> | 22 |
| ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИКИ МНОГОЦИКЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ | |
| <i>А.Н. Махонь</i> | 28 |
| ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ ИЗ ОТХОДОВ ХЛОПКОПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА | |
| <i>С.С. Медвецкий, А.А. Смуклавский</i> | 36 |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЦИОНАЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ДЕТСКОЙ ОБУВИ | |
| <i>Ю.В. Милюшкова, В.Е. Горбачик</i> | 42 |
| ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖА ДЛЯ КОМПРЕССИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ | |
| <i>Н.Л. Надёжная, А.А. Кузнецов, А.В. Чарковский</i> | 48 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СВЧ СУШКИ ТКАНЕЙ | |
| <i>А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский, С.В. Жерносек</i> | 55 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ ВЫСОКООБЪЕМНОЙ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОЙ ПРЯЖИ | |
| <i>С.А. Ольшевский, С.С. Медвецкий</i> | 66 |
| РАСЧЕТ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗВЕНА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА | |
| <i>Д.С. Полозов, Н.В. Путеев</i> | 70 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОКНА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ | |
| <i>А.А. Тихосова, С.В. Путинцева, Т.Н. Головенко</i> | 74 |
| ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ | |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ НАНОПОКРЫТИЙ TiO₂ ПО ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ ПАРОВ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ | |
| <i>И.С. Алексеев, Н.И. Миклис</i> | 82 |
| КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КРАСКАХ ДЛЯ ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА | |
| <i>А.М. Брайкова, Н.П. Матвейко, В.В. Садовский</i> | 87 |

| | |
|---|-----|
| ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОНО- И ДИАЛКОКСИБЕНЗАЛЬДЕГИДОВ <i>Е.А. Дикусар, В.И. Поткин, М.Ю. Мурашева, С.К. Петкевич, С.Г. Стёпин</i> | 94 |
| ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ <i>А.В. Дубина, асп., В.Н. Марицун</i> | 103 |
| РАЗРАБОТКА ЗАМАСЛИВАТЕЛЯ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ЕГО ИЗ ТКАНИ <i>Е.С. Максимович, В.Н. Сакевич</i> | 107 |
| ИЗВЛЕЧЕНИЕ КОБАЛЬТА ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>В.В. Пятов, А.С. Ковчур</i> | 112 |
| АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ <i>В.Е. Савенок, А.А. Шишакова, О.Н. Минаева</i> | 116 |
| БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОТДЕЛКИ СУКОННЫХ ТКАНЕЙ <i>Н.Н. Ясинская, Л.Е. Соколов</i> | 122 |
| ЭКОНОМИКА | |
| СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ЗВЕНЬЕВ ЦЕПОЧЕК СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ <i>А.А. Быков, Т.Г. Авдеева, А.Е. Зезюлькина</i> | 127 |
| ЗНАЧЕНИЕ И МЕХАНИЗМ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В ПОТРЕБИТЕЛЬСКУЮ КООПЕРАЦИЮ <i>А.В. Герасенко</i> | 139 |
| ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Т.В. Касаева, О.Г. Цынкович, Г.Е. Белов</i> | 148 |
| СБАЛАНСИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ: ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ <i>Т.В. Касаева, В.С. Рябиков</i> | 158 |
| МАРКЕТИНГОВОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВЫХ ИННОВАЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Е.И. Нагорный</i> | 168 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИННЫХ СВЯЗЕЙ В РАЗВИТИИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ИНВЕСТОРОВ И ФОНДОВОГО РЫНКА (НА ПРИМЕРЕ УКРАИНЫ) <i>В.Л. Пластун</i> | 178 |
| МОТИВЫ И СТИМУЛЫ МАЛОГО БИЗНЕСА В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА <i>Н.Л. Прокофьева, Е.Н. Домбровская</i> | 187 |
| РЕФЕРАТЫ | 199 |
| СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | 205 |

CONTENT

TECHNOLOGY AND MACHINERY OF LIGHT INDUSTRY AND MACHINE BUILDING

| | |
|---|-----|
| CALCULATION OF DEFORMATION PARAMETERS OF FOOTWEAR MATERIALS AT MOULDING BY PARABALOID REVOLUTION <i>Dmitriev A.P., Kovalenko A.V.</i> | 7 |
| TECHNOLOGICAL PROCESSES OF PRODUCING COMBINED FLAX-CONTAINING ELECTRICALLY CONDUCTIVE YARN ON THE DOUBLING-TWISTING EQUIPMENT <i>Siamionau A.R., Zamastotski Y.G., Kogan A.G., Baycganova S.B.</i> | 16 |
| THE CALCULATION OF THE TORQUE CREATED BY THE NAVEL IN THE PROCESS OF FORMING THE OPEN END CORE SPUN YARN <i>Kiselev R.V.</i> | 22 |
| VERIFICATION OF THE TECHNIQUE OF THE TEXTILE MATERIALS MULTYCYCLIC TESTS <i>Makhon A.N.</i> | 28 |
| TECHNOLOGY OF MANUFACTURING THE YARN FROM COTTON WASTES <i>Medvetsky S.S., Smuklavsky A.A.</i> | 36 |
| DETERMINING THE PARAMETERS OF RATIONAL INNER FORMS OF CHILDREN'S FOOTWEAR <i>Miliushkova Y.V., Gorbachik V.E.</i> | 42 |
| PREDICTION OF DEFORMATION PROPERTIES OF KNITWEAR FOR COMPRESSION GOODS <i>Nadyozhnaya N.L., Kuznetsov A.A., Charkovsky A.V.</i> | 48 |
| INVESTIGATION OF MICROWAVE DRYING OF FABRICS <i>Olshansky A.I., Olshansky V.I., Zhernosek S.V.</i> | 55 |
| DETERMINATION OF OPTIMAL PARAMETERS OF HEAT TREATMENT OF HIGH- BULK ACRYLIC YARN <i>Olshevsky S.A., Medvetsky S.S.</i> | 66 |
| CALCULATION OF INDUSTRIAL ROBOT LINKS BY THE METHOD OF FINITE ELEMENT <i>Polozov D.S., Putseyeu M.U.</i> | 70 |
| PERSPECTIVES OF USING OILSEED FLAX FIBERS FOR PRODUCING TEXTILE MATERIALS <i>Tihosova A.A., Putintceva S.B., Golovenko T.N.</i> | 74 |
| CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY | |
| INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF NANO-TiO ₂ PHOTOCATALYST COATING FOR AIR PURIFICATION FROM ORGANIC SOLVENT VAPOR <i>Alekseev I.S., Miklis N.I.</i> | 82 |
| THE CONTROL OF HEAVY METALS CONTENT IN PAINTS FOR CHILDREN'S CRAFTS <i>Braikova A.M., Matveiko N.P., Sadovskij V.V.</i> | 87 |
| TECHNOLOGY OF PRODUCING MONO- AND DIALKOXYBENZALDEHYDES <i>Dikusar E.A., Potkin V.I., Murashova M.Y., Petkevich A.P., Stepin S.G.</i> | 94 |
| DEACTIVATION OF FORMALDEHYDE CONTAINING WASTEWATER IN THE WOOD INDUSTRIES <i>Dubina A.V., Marcul V.N.</i> | 103 |
| LUBRICANT DEVELOPMENT FOR TEXTILE FIBERS AND INVESTIGATION OF THE PROCESS OF ITS REMOVAL FROM THE FABRIC <i>Maksimovich E.S., Sakevich V.N.</i> | 107 |

| | |
|--|-----|
| COBALT EXTRACTION FROM GALVANIC PRODUCTION WASTES <i>Pyatov V., Kovchur A.</i> | 112 |
| AUTOMATION OF MEANS OF WATER OBJECTS PROTECTION FROM OIL POLLUTION <i>Savenok V.E., Shishakova A.A., Minaeva O.N.</i> | 116 |
| BIOTECHNOLOGICAL METHOD OF FINISHING OF CLOTH WOOL FABRICS <i>Yasinskaya N.N., Sokalau L.E.</i> | 122 |
| ECONOMICS | |
| STRATEGIC ANALYSIS OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES AS CHAIN OF VALUE CREATION <i>Bykov A., Avdeeva T., Zezulkina A.</i> | 127 |
| IMPORTANCE AND MECHANISM OF ATTRACTING DIRECT FOREIGN INVESTMENTS IN CONSUMER COOPERATION <i>Herasenka A.V.</i> | 138 |
| THE BALANCED SYSTEMS OF INDICATORS: APPLICATION FEATURES IN THE CONDITIONS OF NATIONAL ECONOMY <i>Kasaeva T.V., Ryabikov V.S.</i> | 147 |
| THE BALANCED SYSTEMS OF INDICATORS – APPLICATION FEATURES IN THE CONDITIONS OF NATIONAL ECONOMY <i>Kasaeva T.V., Ryabikov V.S.</i> | 157 |
| MARKETING TESTING OF INDUSTRIAL PRODUCT INNOVATIONS <i>Nagornyy Y.I.</i> | 167 |
| INVESTIGATION OF CAUSE RELATIONSHIP OF INSTITUTIONAL INVESTORS AND STOCK MARKET <i>Plastun V.L.</i> | 177 |
| MOTIVES AND INCENTIVES FOR SMALL BUSINESSES IN INNOVATION DEVELOPMENT OF THE REGIONAL ECONOMY <i>Prakofyeva N.L., Dambrouskaya A.N.</i> | 186 |

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 685.34.03.017.3

РАСЧЁТ ВЕЛИЧИН ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ФОРМОВАНИИ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПАРАБОЛОЙДОМ ВРАЩЕНИЯ

А.П. Дмитриев, А.В. Коваленко

При формировании заготовок верха обуви раздвижной колодкой, которая имеет сложную пространственную поверхность, деформируемый материал испытывает одновременное растягивающее воздействие в различных направлениях. Исследования способности материала для верха обуви деформироваться, принимать и сохранять приданную ему форму проводятся с помощью различных приборов и устройств, в которых моделируется двухосное растяжение образцов. В большинстве случаев такие устройства реализуют процесс деформирования плоских материалов с помощью жёстких пуансонов, имеющих форму различных тел вращения: сфера, цилиндр или тор. Общим для них является формирование образцов, жёстко закреплённых по их периметру, в виде круга, причём радиус рабочей части испытываемого образца или совпадает или меньше общего радиуса формирующего пуансона. Технические нормовые правовые акты, а также авторы многих методик, посвященных проблемам формирования и формоустойчивости, рекомендуют исследования деформационных свойств обувных материалов производить двухосным растяжением с помощью шарика небольшого диаметра или пуансоном в виде жёсткой сферы (рис. 1 а, б), то есть когда деформирование осуществляется сферической поверхностью [1 – 4]. Однако только некоторые элементы обувной колодки и только в первом приближении можно считать сферическими. Также следует учесть, что сфера, как тело вращения, имеет лишь один линейный параметр – радиус, величина которого определяется в зависимости от радиуса рабочей части испытываемого образца. Процесс формирования обувных материалов несферической поверхностью описан А. Ю. Зыбиным в работе [5]. В приборе В 3030 конструкции А. Ю. Зыбина для обеспечения однородного деформационного состояния в пробе используется пуансон в виде стакана с радиальными пазами и вмонтированными в них подвижными роликами, которые образуют замкнутое кольцо, имитирующее поверхность тора (рис. 1 в). Деформирование образцов материалов поверхностью вращения в виде тора, на наш взгляд, имеет преимущество перед продавливанием сферой, заключающееся в том, что такая поверхность характеризуется двумя линейными параметрами: радиусом окружности, образующей тор вращения, и расстоянием от её центра до оси вращения. Величины указанных параметров, а также их соотношение между собой и радиусом рабочей части образца позволяют при проектировании новых приборов и устройств, в основу которых положен принцип продавливания, более близко моделировать процесс формирования заготовок верха обуви.

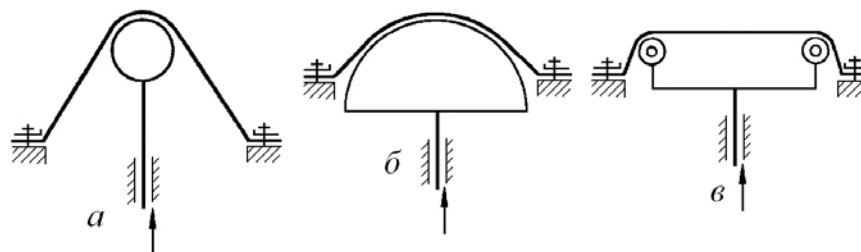


Рисунок 1 – Схемы нагружения образцов материала при двухосном растяжении

Указанными выше преимуществами перед сферой обладает не только тороидальная поверхность, но и другие поверхности тел вращения, например эллипсоид вращения. Расчёт получаемых величин деформаций при продавливании образцов на определённую высоту поверхностью эллипсоида вращения сопряжён с определёнными математическими сложностями [6]. Поэтому целью данной работы является получение расчетных формул для определения величин деформации, которые испытывает плоский образец в виде круга при его деформировании более простой несферической поверхностью. Такой поверхностью выбрана поверхность в виде параболоида вращения.

Так как материалы для заготовок верха обуви имеют толщину значительно меньшую, чем линейные размеры формирующей обувной колодки, то при расчёте величин деформаций толщину образца учитывать не будем, то есть будем считать деформируемый образец абсолютно тонким. Указанное допущение может быть по необходимости устранено при использовании полученных результатов в проектировании продавливающих устройств, в которых рабочий радиус продавливаемой пробы материала невелик и толщина образца может существенно влиять на величины получаемых относительных деформаций.

Рассмотрим растяжение материала в виде плоского образца радиуса R параболоидом, который образован вращением параболы $y = -\frac{R}{k}x^2$ вокруг её оси симметрии. В формулу, задающую параболу вращения, введен дополнительный параметр, содержащий общий коэффициент кривизны k , который в дальнейшем может быть определён из соотношения между линейными размерами имитируемого элемента обувной колодки. Произведём расчёт значений относительного приращения площади образца и относительного удлинения по меридиану (относительной меридиальной деформации) в зависимости от высоты подъёма пуансона h (рис. 2).

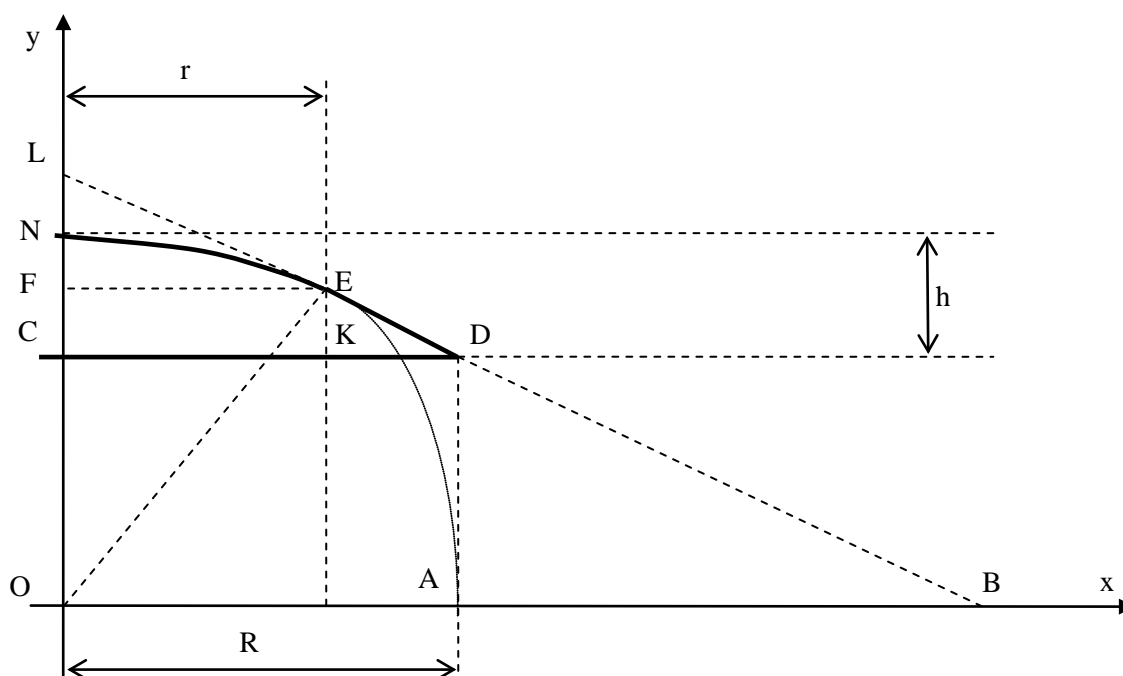


Рисунок 2 – Схема растяжения материала в виде кругового образца поверхностью параболоида вращения

Величина относительного приращения площади определяется формулой:

$$\varepsilon_s = \frac{S - S_0}{S_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $S_0 = \pi R^2$ – первоначальная площадь деформируемого кругового образца радиуса $R = |\overline{CD}|$, а S – площадь поверхности образца после его продавливания в результате подъёма пуансона на высоту $h = |\overline{CN}|$.

После продавливания площадь образца равна $S = S_1 + S_2$, где S_1 – площадь боковой поверхности усечённого конуса с радиусами оснований $R = |\overline{CD}|$, $r = |\overline{FE}|$ и образующей $l = |\overline{ED}|$, а S_2 – площадь материала непосредственно облегающего поверхность параболоида по дуге NE .

Осевое сечение параболоида вращения в системе координат Oxy представляет собой параболу, уравнение которой с учётом того, что $|\overline{ON}| = \frac{R^3}{k} = const$, имеет вид:

$$y = -\frac{R}{k}x^2 + \frac{R^3}{k}. \quad (2)$$

На рисунке 2 часть этой параболы с вершиной в точке N , расположенной в первой четверти системы координат Oxy , изображена дугой NEA .

Для вычисления площадей S_1 и S_2 определим координаты точки касания $E(x_0; y_0)$.

Для нахождения ординаты этой точки найдём уравнение касательной LB к параболе, заданной уравнением (2) при подъёме пуансона на высоту $0 < h \leq \frac{R^3}{k}$ [7].

Так как значение производной в точке касания $y'(x_0) = -\frac{2R}{k}x_0$, то уравнение касательной в точке касания $E(x_0; y_0)$ имеет вид:

$$y = -\frac{2Rx_0}{k} \cdot (x - x_0) - \frac{Rx_0^2}{k} + \frac{R^3}{k}, \quad (3)$$

или

$$y = -\frac{2Rx_0}{k} \cdot x + \frac{Rx_0^2}{k} + \frac{R^3}{k}. \quad (4)$$

Координаты точки B , как точки пересечения касательной BL с осью абсцисс Ox , найдём из уравнения (4). При $y = 0$ имеем $-\frac{2Rx_0}{k} \cdot x_B + \frac{Rx_0^2}{k} + \frac{R^3}{k} = 0$ или

$$x_B = \frac{R^2 + x_0^2}{2x_0}, \text{ а значит } B\left(\frac{R^2 + x_0^2}{2x_0}; 0\right).$$

Учитывая подобие треугольников EKD и DAB , то есть

$$\frac{|\overrightarrow{KE}|}{|\overrightarrow{KD}|} = \frac{|\overrightarrow{DA}|}{|\overrightarrow{AB}|}, \quad (5)$$

координаты точки B и то, что $|\overrightarrow{KD}| = R - x_0$, $|\overrightarrow{DA}| = \frac{R^3}{k} - h$ и

$$|\overrightarrow{AB}| = |\overrightarrow{OB}| - |\overrightarrow{OA}| = \frac{R^2 + x_0^2}{2x_0} - R = \frac{R^2 - 2Rx_0 + x_0^2}{2x_0} = \frac{(R - x_0)^2}{2x_0}, \quad \text{соотношение} \quad (5)$$

принимает вид:

$$|\overrightarrow{KE}| = \frac{2 \cdot x_0 \cdot \left(\frac{R^3}{k} - h \right)}{R - x_0}. \quad (6)$$

Тогда ордината точки касания $E(x_0; y_0)$ равна

$$y_0 = \left(\frac{R^3}{k} - h \right) \cdot \frac{R + x_0}{R - x_0}. \quad (7)$$

Найдём абсциссу точки касания $E(x_0; y_0)$, для чего в уравнение касательной линии (4) подставим координаты точки $D\left(R; \frac{R^3}{k} - h\right)$, которая принадлежит как параболе, так и касательной, а следовательно, удовлетворяет обоим уравнениям. Таким образом, нахождение абсциссы координаты точки касания $E(x_0; y_0)$ сводится к решению уравнения

$$\frac{R}{k} \cdot x_0^2 - \frac{2 \cdot R^2}{k} \cdot x_0 + h = 0.$$

Решение вышеприведенного уравнения имеет вид: $x_0 = \frac{R^2 \pm \sqrt{R^4 - kRh}}{R}$.

Так как абсцисса точки касания не может превышать радиуса R , то

$$x_0 = \frac{R^2 - \sqrt{R^4 - kRh}}{R} = \frac{\sqrt{R^3} - \sqrt{k} \cdot \sqrt{\frac{R^3}{k} - h}}{\sqrt{R}}.$$

Введём следующие обозначения:

$$a = \sqrt{\frac{R^3}{k} - h}, \quad (8)$$

$$b = \sqrt{R^3} - a \cdot \sqrt{k}. \quad (9)$$

Таким образом, точка касания $E\left(\frac{b}{\sqrt{R}}; a \cdot \frac{\sqrt{R^3} + b}{\sqrt{k}}\right)$, а радиус круга

$$r = x_0 = |\overrightarrow{FE}| = \frac{b}{\sqrt{R}}.$$

Для определения площади боковой поверхности усечённого конуса, сечение которого в плоскости Oxy представляет собой трапецию, найдём длину образующей ED из треугольника EKD . Так как $l = |\overrightarrow{ED}| = \sqrt{|\overrightarrow{KE}|^2 + |\overrightarrow{KD}|^2}$, то значения длин векторов \overrightarrow{KE} и \overrightarrow{KD} :

$$|\overrightarrow{KE}| = \frac{2 \cdot x_0 \cdot \left(\frac{R^3}{k} - h\right)}{R - x_0} = \frac{2 \cdot x_0 \cdot a^2}{R - x_0} = \frac{2 \cdot a^2 \cdot \frac{\sqrt{R^3 - a \cdot \sqrt{k}}}{\sqrt{R}}}{R - \frac{\sqrt{R^3 - a \cdot \sqrt{k}}}{\sqrt{R}}} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{\sqrt{k}},$$

$$|\overrightarrow{KD}| = |\overrightarrow{CD}| - |\overrightarrow{CK}| = R - x_0 = R - \frac{\sqrt{R^3 - a \cdot \sqrt{k}}}{\sqrt{R}} = \frac{\sqrt{R^3} - \sqrt{R^3 - a \cdot \sqrt{k}}}{\sqrt{R}} = a \cdot \sqrt{\frac{k}{R}}.$$

Подставляя полученные значения в формулу $l = \sqrt{|\overrightarrow{KE}|^2 + |\overrightarrow{KD}|^2}$, находим длину образующей l усечённого конуса.

$$l = \sqrt{\frac{4 \cdot a^2 \cdot b^2}{k} + \frac{a^2 \cdot k}{R}} = \frac{a \cdot \sqrt{4 \cdot b^2 \cdot R + k^2}}{\sqrt{k \cdot R}}.$$

Таким образом, площадь S_1 боковой поверхности усечённого конуса с радиусами оснований $R = |\overrightarrow{CD}|$, $r = |\overrightarrow{FE}|$ и образующей $l = |\overrightarrow{ED}|$ равна:

$$S_1 = \pi(R+r) \cdot l = \pi \left(R + \frac{b}{\sqrt{R}} \right) \cdot \frac{a \cdot \sqrt{4b^2 R + k^2}}{\sqrt{k \cdot R}} = \frac{\pi \cdot a \cdot (b + \sqrt{R^3}) \cdot \sqrt{4b^2 R + k^2}}{R \cdot \sqrt{k}}. \quad (10)$$

Для определения площади S_2 , материала непосредственно облегающего поверхность параболоида по дуге NE , воспользуемся формулой нахождения площади поверхности тела вращения, полученного вращением дуги NE параболы $y = -\frac{R}{k}x^2 + \frac{R^3}{k}$ вокруг оси ординат Oy [5]:

$$S_2 = 2\pi \int_{y_N}^{y_E} x(y) \cdot \sqrt{1 + (x'(y))^2} dy. \quad (11)$$

Из уравнения параболы (2) получим зависимость переменной x от переменной y , которая выражается формулой $x = \frac{\sqrt{R^3 - k \cdot y}}{\sqrt{R}}$. Для определения значения площади поверхности вращения найдём производную функции $x(y)$ по переменной y :

$$x'(y) = \left(\frac{\sqrt{R^3 - k \cdot y}}{\sqrt{R}} \right)'_y = -\frac{k}{2 \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{R^3 - k \cdot y}}.$$

Подставляя значения функции $x(y)$ и её производной $x'(y)$ в формулу (11), получаем площадь поверхности вращения:

$$\begin{aligned}
S_2 &= 2\pi \int_{\frac{R^3}{k}}^{a\frac{\sqrt{R^3+b}}{\sqrt{k}}} \frac{\sqrt{R^3 - k \cdot y}}{\sqrt{R}} \cdot \sqrt{1 + \frac{k^2}{4 \cdot R \cdot (R^3 - k \cdot y)}} dy = \\
&= \frac{\pi}{R} \int_{\frac{R^3}{k}}^{a\frac{\sqrt{R^3+b}}{\sqrt{k}}} \sqrt{4R^4 + k^2 - 4 \cdot k \cdot R \cdot y} dy = \left(-\frac{2}{3 \cdot 4 \cdot k \cdot R} \cdot \frac{\pi}{R} \cdot \sqrt{(4R^4 + k^2 - 4k \cdot R \cdot y)^3} \right) \Big|_{\frac{R^3}{k}}^{a\frac{\sqrt{R^3+b}}{\sqrt{k}}} = \\
&= -\frac{\pi}{6 \cdot k \cdot R^2} \cdot \left(\sqrt{(4R^4 + k^2 - 4 \cdot \sqrt{k} \cdot R \cdot a \cdot (\sqrt{R^3 + b}))^3} - \sqrt{(4R^4 + k^2 - 4R^4)^3} \right) = \\
&= \frac{\pi}{6 \cdot k \cdot R^2} \cdot \left(k^3 - \sqrt{(4R^4 + k^2 - 4 \cdot \sqrt{k} \cdot R \cdot a \cdot (\sqrt{R^3 + b}))^3} \right).
\end{aligned}$$

Введём обозначение

$$c = \sqrt{(4 \cdot R^4 + k^2 - 4 \cdot \sqrt{k} \cdot R \cdot a \cdot (\sqrt{R^3 + b}))^3} \quad (12)$$

Тогда площадь поверхности тела вращения, полученного вращением дуги NE параболы $y = -\frac{R}{k}x^2 + \frac{R^3}{k}$, имеет следующий вид:

$$S_2 = \frac{\pi \cdot (k^3 - c^3)}{6 \cdot k \cdot R^2} \quad (13)$$

Используя полученные формулы (10) и (13), получаем, что площадь кругового образца после его продавливания пуансоном в форме параболоида вращения на высоту h , будет вычисляться по формуле:

$$S = S_1 + S_2 = \frac{\pi \cdot a \cdot (b + \sqrt{R^3}) \cdot \sqrt{4 \cdot b^2 \cdot R + k^2}}{R \cdot \sqrt{k}} + \frac{\pi \cdot (k^3 - c^3)}{6 \cdot k \cdot R^2}$$

или

$$S = \frac{\pi \left(6 \cdot a \cdot R \cdot \sqrt{k} \cdot (b + \sqrt{R^3}) \cdot \sqrt{4 \cdot b^2 \cdot R + k^2} + k^3 - c^3 \right)}{6 \cdot k \cdot R^2} \quad (14)$$

Тогда, используя формулы (1) и (14), находим относительное полное приращение площади образца после продавливания его на высоту h пуансоном в форме параболоида вращения:

$$\varepsilon_s = \frac{6 \cdot a \cdot R \cdot \sqrt{k} \cdot (b + \sqrt{R^3}) \cdot \sqrt{4 \cdot b^2 \cdot R + k^2} + k^3 - c^3 - 6 \cdot k \cdot R^4}{6 \cdot k \cdot R^4} \cdot 100\% \quad (15)$$

Полученная расчётная формула (15) содержит только три переменные: высота продавливания h , радиус образца R и коэффициент кривизны k параболы $y = -\frac{R}{k}x^2$, при вращении которой вокруг оси симметрии образован параболоид вращения.

Параметры a , b и c зависят только от указанных исходных параметров h , R , k и определяются соответственно по формулам (8), (9) и (12).

Далее найдём величину относительной меридиальной деформации.

Величина относительной меридиальной деформации:

$$\varepsilon_m = \frac{L - L_0}{L_0} \cdot 100\%, \quad (16)$$

где $L_0 = 2R$ – первоначальный диаметр деформируемого кругового образца радиуса $R = \left| \overline{CD} \right|$, а L – длина образца после продавливания на высоту h по меридиану.

Найдём L . Длина образца по меридиану равна сумме длин образующей усечённого конуса и дуги параболы, непосредственно лежащей на поверхности параболоида вращения, то есть:

$$L = 2 \cdot \left(l_{NE} + \left| \overline{ED} \right| \right). \quad (17)$$

Длина образующей усечённого конуса: $\left| \overline{ED} \right| = l = \frac{a \cdot \sqrt{4 \cdot b^2 \cdot R + k^2}}{\sqrt{k \cdot R}}$. Таким образом, для определения длины образца по меридиану необходимо найти только длину дуги параболы $y = -\frac{R}{k}x^2$ от точки $N \left(0; \frac{R^3}{k} \right)$ до точки $E \left(\frac{b}{\sqrt{R}}; a \cdot \frac{\sqrt{R^3 + b}}{\sqrt{k}} \right)$.

Так как длина дуги кривой $y = f(x)$ на промежутке $[\alpha; \beta]$ находится по формуле $l_1 = \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx$, то длина дуги NE параболы $y = -\frac{R}{k}x^2$ равна:

$$l_{NE} = \int_{x(N)}^{x(E)} \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx = \int_0^{\frac{b}{\sqrt{R}}} \sqrt{1 + \frac{4 \cdot R^2}{k^2} \cdot x^2} dx.$$

Применяя замену $x = \frac{k}{2 \cdot R} \cdot t \operatorname{tg} t$, вычисление дуги кривой сводится к вычислению определённого интеграла:

$$\begin{aligned} l_{NE} &= \frac{k}{2 \cdot R} \int_0^{\operatorname{arctg} \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 t} \frac{dt}{\cos^2 t} = \frac{k}{2 \cdot R} \int_0^{\operatorname{arctg} \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \frac{dt}{\cos^3 t} = \\ &= \frac{k}{2 \cdot R} \int_0^{\operatorname{arctg} \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \frac{(\cos^2 t + \sin^2 t)}{\cos^3 t} dt = \frac{k}{2 \cdot R} \int_0^{\operatorname{arctg} \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \frac{dt}{\cos t} + \frac{k}{2 \cdot R} \int_0^{\operatorname{arctg} \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \frac{\sin^2 t dt}{\cos^3 t}. \end{aligned}$$

Для вычисления второго полученного определённого интеграла применим интегрирование по частям.

Тогда длина кривой NE вычисляется с помощью двух определённых интегралов:

$$l_{NE} = \frac{k}{2 \cdot R} \int_0^{\operatorname{arctg} \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \frac{dt}{\cos t} + \frac{k}{4 \cdot R} \cdot \frac{\sin t}{\cos^2 t} \Big|_0^{\operatorname{arctg} \frac{2b\sqrt{R}}{k}} - \frac{k}{4 \cdot R} \int_0^{\operatorname{arctg} \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \frac{dt}{\cos t}$$

ИЛИ

$$l_{NE} = \frac{k}{4 \cdot R} \left(\int_0^{\arctg \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \frac{dt}{\cos t} + \frac{tgt}{\cos t} \Big|_0^{\arctg \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \right) = \frac{k}{4 \cdot R} \left(\ln \left| \tg \left(\frac{t}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right| + tgt \cdot \sqrt{1 + tg^2 t} \right) \Big|_0^{\arctg \frac{2b\sqrt{R}}{k}}.$$

После преобразования $\ln \left| \tg \left(\frac{t}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right| = \ln \left| \frac{1 + \tg t}{1 - \tg t} \right|$ формула для вычисления длины дуги параболы упрощается и имеет следующий вид:

$$l_{NE} = \frac{k}{4 \cdot R} \left(\ln \left| \frac{1 + \tg t}{1 - \tg t} \right| + \frac{2tgt}{1 - \tg^2 t} \right) \Big|_0^{\arctg \frac{2b\sqrt{R}}{k}}$$

или

$$\begin{aligned} l_{NE} &= \frac{k}{4 \cdot R} \left(\ln \left| \frac{1 + \tg \arctg \frac{2b\sqrt{R}}{k}}{1 - \tg \arctg \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \right| + \frac{2 \arctg \frac{2b\sqrt{R}}{k}}{1 - \tg^2 \arctg \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \right) = \\ &= \frac{k}{4 \cdot R} \left(\ln \left| \frac{1 + \frac{2b\sqrt{R}}{k}}{1 - \frac{2b\sqrt{R}}{k}} \right| + \frac{2b\sqrt{R}}{k} \cdot \sqrt{1 + \frac{4b^2 R}{k^2}} \right). \end{aligned}$$

С учётом координат точек $N \left(0; \frac{R^3}{k} \right)$ и $E \left(\frac{b}{\sqrt{R}}; a \cdot \frac{\sqrt{R^3 + b}}{\sqrt{k}} \right)$ окончательно формула имеет следующий вид:

$$l_{NE} = \frac{1}{4 \cdot k \cdot R} \left(k^2 \cdot \ln \left| \frac{2b\sqrt{R} + \sqrt{k^2 + 4b^2 R}}{k} \right| + 2b\sqrt{R} \cdot \sqrt{k^2 + 4b^2 R} \right). \quad (18)$$

На основании формул (17) и (18) длина дуги, получаемой в сечении деформированного образца плоскостью Oxy , будет равна:

$$L = 2 \left(\frac{1}{4kR} \left(k^2 \cdot \ln \left| \frac{2 \cdot b \cdot \sqrt{R} + \sqrt{k^2 + 4 \cdot b^2 \cdot R}}{k} \right| + 2b\sqrt{R} \cdot \sqrt{k^2 + 4 \cdot b^2 \cdot R} \right) + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 + 4 \cdot b^2 \cdot R}}{\sqrt{k \cdot R}} \right).$$

Введём обозначение

$$m = \sqrt{k^2 + 4 \cdot b^2 \cdot R}. \quad (19)$$

В результате получаем формулу длины дуги L , которая зависит только от исходных параметров:

$$L = 2 \cdot \left(\frac{1}{4 \cdot k \cdot R} \left(k^2 \cdot \ln \left| \frac{2 \cdot b \cdot \sqrt{R} + m}{k} \right| + 2 \cdot b \cdot \sqrt{R} \cdot m \right) + \frac{a \cdot m}{\sqrt{k \cdot R}} \right). \quad (20)$$

Используя формулы (16) и (20) находим величину относительной меридиальной деформации при продавливании на высоту h параболоидом вращения:

$$\varepsilon_m = \frac{L = 2 \cdot \left(\frac{1}{4 \cdot k \cdot R} \left(k^2 \cdot \ln \left| \frac{2 \cdot b \cdot \sqrt{R} + m}{k} \right| + 2 \cdot b \cdot \sqrt{R} \cdot m \right) + \frac{a \cdot m}{\sqrt{k \cdot R}} \right) - 2R}{2R} \cdot 100\%,$$

или после преобразования:

$$\varepsilon_m = \frac{k^2 \cdot \ln \left| \frac{2 \cdot b \cdot \sqrt{R} + m}{k} \right| + 2 \cdot b \cdot \sqrt{R} \cdot m + 2 \cdot a \cdot m \cdot \sqrt{k \cdot R} - 4 \cdot k \cdot R^2}{4 \cdot k \cdot R^2} \cdot 100\%. \quad (21)$$

Как и формула (15) формула (21) позволяет производить расчёт величины относительного удлинения деформированного образца по меридиану в зависимости только от значения высоты продавливания h и с учётом значений параметров a , b и m , определяемых соответственно формулами (8), (9) и (19).

Полученные формулы (15) и (21) позволяют находить значения получаемых величин относительного приращения площади и относительной меридиальной деформации в зависимости от высоты подъёма пуансона параболоидной формы при продавливании образца в виде круга. Эти формулы могут быть использованы при конструировании различных приспособлений к разрывным машинам или самостоятельных приборов и устройств, в которых двухосное растяжение осуществляется жёстким пуансоном в форме параболоида вращения, который в отличие от наиболее часто применяемой стандартной сферической формы имеет большее количество параметров. Построенная математическая модель процесса формования листовых материалов поверхностью параболоида вращения является одной из попыток приблизить лабораторные исследования деформационных свойств обувных материалов к реальному процессу формования заготовок верха обуви на обувной колодке.

Список используемых источников

1. ГОСТ 938.16 – 70 Кожа. Метод определения прочности кожи и лицевого слоя при продавливании шариком. – Москва : Издательство стандартов, 1970. – 4 с.
2. ГОСТ 29078 – 91 Кожа. Метод испытания сферическим растяжением. – Введ. 1992–01–07. – Москва : Госстандарт : Изд-во стандартов, 1992. – 13 с.
3. Куприянов, М. П. Деформационные свойства кожи для верха обуви / М. П. Куприянов. – Москва : Легкая индустрия, 1969. – 246 с.
4. Зурабян, К. М. Материаловедение в производстве изделий лёгкой промышленности : учеб. для вузов / К. М. Зурабян [и др.]. – Москва : ИИЦ МГУДТ, 2003. – 384 с.
5. Зыбин, А. Ю. Двухосное растяжение материалов для верха обуви / А. Ю. Зыбин. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 120 с.
6. Дмитриев, А. П. Деформация листовых материалов на поверхности эллипсоида вращения / А. П. Дмитриев, Ю. А. Завацкий, О. А. Буркина // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – № 5 (59), 2010. – С. 16-20.
7. Пискунов, С. Н. Дифференциальное и интегральное исчисление / С. Н. Пискунов. – Москва : Наука, 1978. – 465 с.

Статья поступила в редакцию 22.03.2012.

SUMMARY

Mathematical formulas for calculating the value of flat and meridial deformation were developed in the article. The deformation is received on the absolutely flat round material, which is tightly clipped round the perimeter, while pressing it with the surface of paraboloid of revolution. The received results can be used for the research of the processes of new footwear materials formation based on the principle of deformation constancy.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ НА ТРОСТИЛЬНО-КРУТИЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ

А.Р. Семёнов, Е.Г. Замостоцкий, А.Г. Коган, С.Б. Байжанова

С целью создания защитных текстильных материалов на кафедре ПНХВ УО «ВГТУ» разработан способ получения комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильной машине ТК2-160М [1]. Одной из разновидностей нитей, которые возможно получать по разработанной технологии, является комбинированная льносодержащая электропроводящая нить.

Комбинированные льносодержащие электропроводящие нити, можно использовать в трикотажных изделиях и тканях специального назначения для защиты от СВЧ- и УВЧ-излучения, для создания тканей специального назначения с антистатическими свойствами, для изготовления специальной одежды работников буровых, нефте- и газодобывающих и перерабатывающих компаний, а также других производств [2].

Для получения комбинированной льносодержащей электропроводящей нити была использована машина ТК2-160М. Технологическая цепочка для получения комбинированных льносодержащих электропроводящих нитей представлена на рисунке 1.

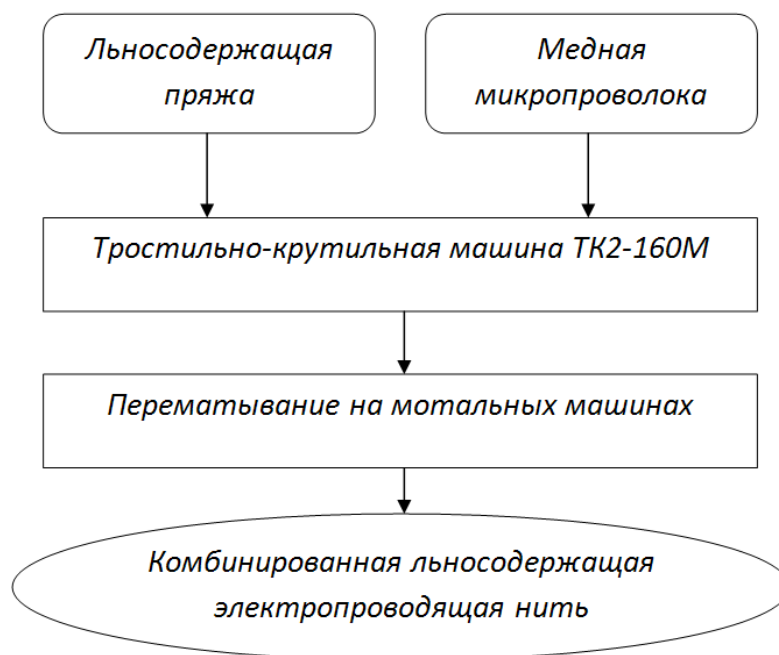


Рисунок 1 – Схема технологической цепочки для получения комбинированных льносодержащих электропроводящих нитей

Комплексная нить заданной линейной плотности и медная микропроволока (рис. 2) поступают на тростильно-крутильную машину ТК-2-160М, где подвергаются процессам трощения и кручения. Затем катушки с нитью поступают на мотальную машину, где комбинированная льносодержащая электропроводящая нить перематывается в паковки большей массы. Технологическая схема получения комбинированной льносодержащей электропроводящей нити на машине ТК2-160М представлена на рисунке 2.

Технология получения комбинированных льносодержащих электропроводящих нитей заключается в следующем.

Медная микропроволока (прикручиваемый компонент) с питающей паковки 3 и льносодержащая пряжа (нить) с питающей паковки 1 проходят через тарельчатые нитенатяжители 2 и 4, соответственно, огибая заправочный пруток 5. Далее компоненты проходят через глазки 6 крючка контроля одиночной нити. В соединительном крючке 8 собираются все страшиваемые компоненты, при этом трощеная нить несколько раз огибает питающие цилиндры 10. Затем нить огибает ролик контроля обрыва трощеной нити 7, подвижный баллоноограничительный крючок 11, проходит под бегунком 13 и наматывается на выходную паковку 12, посаженную на веретено 14.

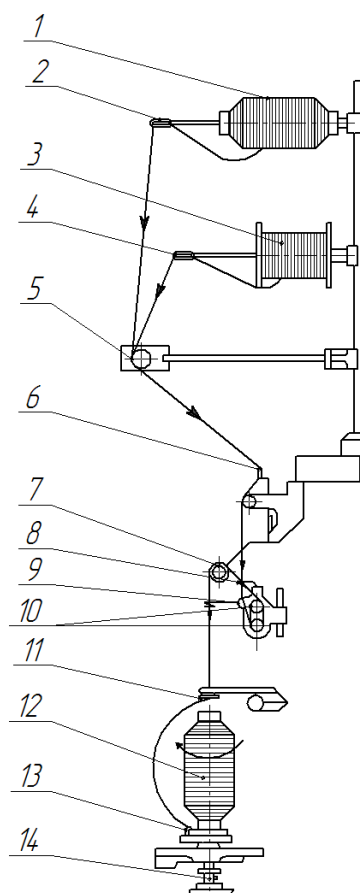


Рисунок 2 – Технологическая схема получения комбинированных льносодержащих электропроводящих нитей на машине ТК2-160М

На участке от баллоноограничительного крючка до бегунка осуществляется кручение комбинированной нити в левом направлении. Наматывание нити на выходную паковку происходит за счет отставания бегунка от веретена. Возвратно-поступательное движение кольца с бегунком вдоль оси веретена обеспечивает укладку комбинированных льносодержащих электропроводящих нитей по высоте выходной паковки.

Преимущества данного способа заключаются в следующем: наличие на машине механизмов самоостанова в случае обрыва одного из компонентов, высокая производительность, возможность получения большой массы нити на выходной паковке.

В результате проведенных экспериментов получены зависимости для расчета физико-механических свойств комбинированной льносодержащей электропроводящей нити.

Линейная плотность комбинированной электропроводящей нити определяется по формуле:

$$T_{\text{комб.нити}} = T_{\text{сер.}} \cdot K_{\text{наг.сер.}} + T_{\text{микро.пров.}} \cdot K_{\text{наг.микро.пров.}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{сер.}}$ – линейная плотность сердечника (текс); $T_{\text{микро.пров.}}$ – линейная плотность микропроволоки (текс); $K_{\text{наг.сер.}}$ – коэффициент нагона сердечника; $K_{\text{наг.микро.пров.}}$ – коэффициент нагона микропроволоки.

На основании проведенных экспериментов и формулы профессора А.Г. Когана получена новая теоретическая зависимость по определению относительной разрывной нагрузки комбинированной льносодержащей электропроводящей нити.

Относительная разрывная нагрузка комбинированной льносодержащей электропроводящей нити вычисляется по формуле

$$P_{\text{комб.нити}} = P_{\text{сер.}} \cdot x_1 \cdot k_1 + P_{\text{микро.пров.}} \cdot x_2 \cdot k_2, \quad (2)$$

где $P_{\text{комб.нити}}$ – разрывная нагрузка комбинированной нити, сН/текс; $P_{\text{сер.}}$ – разрывная нагрузка сердечника (льносодержащей нити), сН/текс; x_1 – долевое вложение сердечника (льносодержащей нити); k_1 – понижающий коэффициент сердечника (льносодержащей нити); $P_{\text{микро.пров.}}$ – разрывная нагрузка микропроволки; x_2 – долевое вложение прикручивающего компонента (микропроволоки); k_2 – понижающий коэффициент прикручивающего компонента (микропроволоки).

На основании проведенных экспериментальных измерений диаметра комбинированной льносодержащей электропроводящей нити получена теоретическая зависимость по определению диаметра комбинированной льносодержащей электропроводящей нити:

$$D_{\text{комб.нити}} = 0,0357 \left(\sqrt{\frac{T_{\text{сер.}}}{\gamma_{\text{сер.}}}} K_{\text{наг.сер.}} + \sqrt{\frac{T_{\text{микро.пров.}}}{\gamma_{\text{микро.пров.}}}} \cdot K_{\text{наг.микро.пров.}} \right), \quad (3)$$

где $D_{\text{комб.нити}}$ – диаметр комбинированной льносодержащей электропроводящей нити, мм; $T_{\text{сер.}}$ – линейная плотность сердечника, текс; $T_{\text{микро.пров.}}$ – линейная плотность микропроволоки, текс; $\gamma_{\text{сер.}}$ – средняя плотность сердечника, г/см³; $\gamma_{\text{микро.пров.}}$ – средняя плотность микропроволоки, г/см³;

Физико-механические показатели комбинированной льносодержащей электропроводящей нити линейной плотности 47 текс представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические показатели комбинированной льносодержащей электропроводящей нити линейной плотности 47 текс

| Линейная плотность, текс | | Разница, % | Относительная разрывная нагрузка, сН/текс | | Разница, % | Диаметр, мм | | Разница, % |
|--------------------------|----------|------------|---|----------|------------|-------------|----------|------------|
| Рассчитано | Измерено | | Рассчитано | Измерено | | Рассчитано | Измерено | |
| 48,84 | 49,5 | 1,3 | 21,53 | 20,85 | 3,15 | 0,228 | 0,25 | 0,97 |

Отклонения представленных теоретических зависимостей для определения линейной плотности и разрывной нагрузки комбинированной льносодержащей электропроводящей нити и фактических показателей не превышает 5 %.

На рисунке 3 представлено изображение комбинированной льносодержащей электропроводящей нити линейной плотности 47 текс.



Рисунок 3 – Комбинированная льносодержащая электропроводящая нить линейной плотности 47 текс под микроскопом:

1 – медная микропроволока 18 текс; 2 – льносодержащая пряжа (нить) 29 текс

Комбинированная льносодержащая электропроводящая нить линейной плотности 47 текс состоит из пряжи 29 текс (полиэфирного волокна 62 %, хлопкового – 25 % и льняного – 13 %) и медной микропроволоки 18 текс.

Так как процесс получения комбинированной льносодержащей электропроводящей нити мало изучен, то для определения степени влияния технологических параметров работы тростильно-крутильной машины ТК2–160М на качественные характеристики нити был проведен эксперимент, факторы которого и интервалы их варьирования представлены в таблице 2. Интервалы варьирования факторов были выбраны в соответствии с техническими характеристиками оборудования и результатами предварительных экспериментов.

Таблица 2 – Таблица интервалов варьирования факторов

| Параметры | Уровни варьирования | | | Интервал варьирования |
|----------------------|---------------------|-----|-----|-----------------------|
| | -1 | 0 | 1 | |
| Крутка, кр/м, x_1 | 270 | 380 | 490 | 110 |
| Натяжение, сН, x_2 | 270 | 320 | 370 | 50 |

В качестве критериев оптимизации были выбраны: разрывная нагрузка P , сН; разрывное удлинение L , %; линейная плотность T , текс; удельное электрическое поверхностное сопротивление R , Ом. При вложении в комбинированные льносодержащие нити медной микропроволоки удельное электрическое поверхностное сопротивление нити снижается на 8 порядков по сравнению с нитями, не содержащими медной микропроволоки.

Полученные в ходе эксперимента образцы были исследованы в лаборатории кафедры ПНХВ УО «ВГТУ» по показателям, исследуемым в качестве критериев оптимизации. В результате обработки результатов эксперимента математические модели были представлены в виде регрессионной модели 2-го порядка:

$$F = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_{12} \cdot x_1 x_2 + a_{11} \cdot x_1^2 + a_{22} \cdot x_2^2, \quad (4)$$

где a_0, a_1, \dots, a_{22} – коэффициенты регрессии.

Значимость коэффициентов регрессии определялась с использованием критерия Стьюдента:

$$t_r = \frac{[A_i]}{S(A)}, \quad (5)$$

где $S(A)$ – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии.

Расчетное значение сравнивалось с табличным (t_m). Если $t_r > t_m$, то коэффициент регрессии считался значимым. Иначе коэффициент регрессии приравнивался к нулю и соответствующий ему фактор исключался из уравнения.

В результате удаления незначимых коэффициентов регрессии получены следующие математические модели зависимости критериев оптимизации от входных факторов:

– уравнение разрывной нагрузки для комбинированной льнодержательной электропроводящей нити линейной плотности 47 текс:

$$P = 958,55 + 22,83 \cdot x_1 + 21 \cdot x_2 - 14,65 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (6)$$

– уравнение разрывного удлинения комбинированной льнодержательной электропроводящей нити линейной плотности 47 текс:

$$L = 19,2 + 0,6 \cdot x_1 + 0,85 \cdot x_2 + 0,75 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (7)$$

– уравнение линейной плотности комбинированной льнодержательной электропроводящей нити линейной плотности 47 текс:

$$T = 48,94 - 1,21 \cdot x_1 - 1,78 \cdot x_2 - 0,3 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (8)$$

– уравнение поверхностного сопротивления комбинированной льнодержательной электропроводящей нити линейной плотности 47 текс:

$$R = 190 - 44,16 \cdot x_1 - 149,17 \cdot x_2 + 34,16 \cdot x_2 \cdot x_2. \quad (9)$$

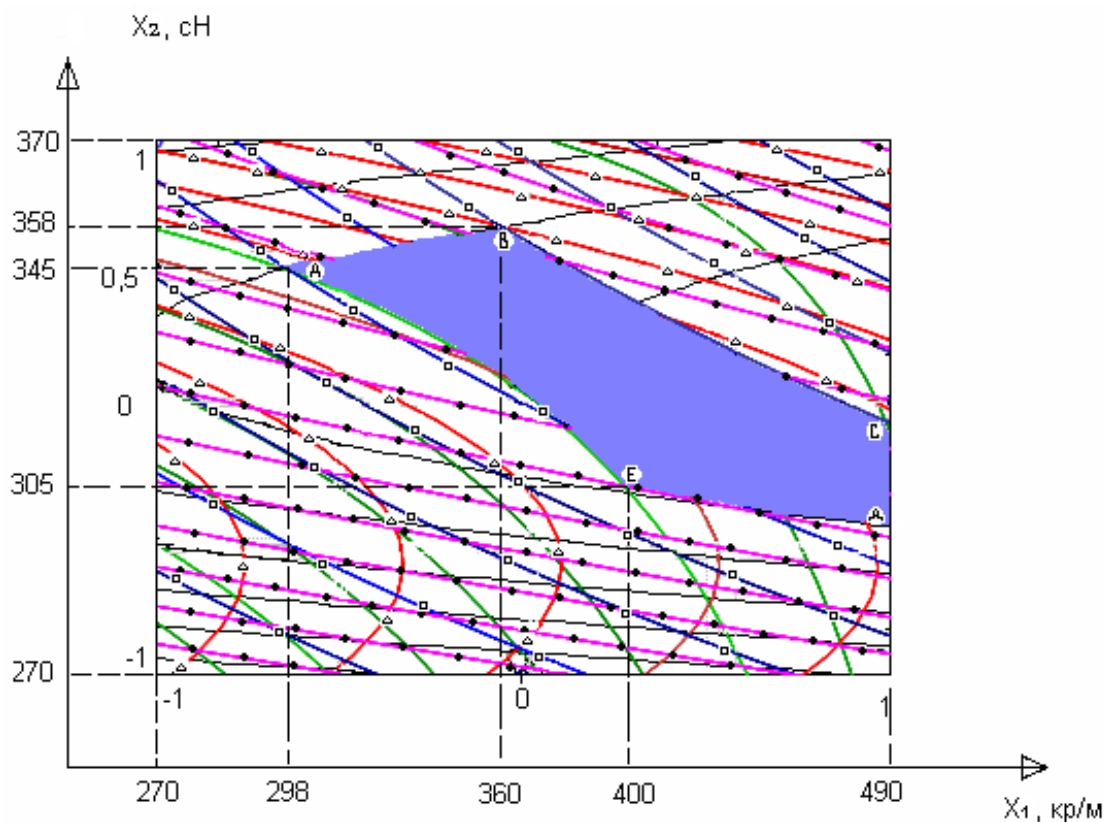


Рисунок 4 – Совмещенные линии равных уровней для принятых показателей качества комбинированной льнодержательной электропроводящей нити линейной плотности 47 текс

Для определения области оптимальных значений были наложены ограничения на выходные параметры:

- – разрывная нагрузка P : не менее 950 сН;
- △—△—△— – разрывное удлинение L : не более 19 %;
- – линейная плотность T : от 48 до 50 текс;
- – сопротивление R : не более 300 Ом.

По регрессионным моделям построены графические интерпретации влияния крутки и натяжения на свойства нити. Используя метод наложения линий равного уровня поверхностей отклика полученных зависимостей, определена область компромиссных решений – ABCDE (рисунок 4), характеризующая наиболее оптимальные соотношения крутки и натяжения для выработки комбинированных нитей заданного качества

При анализе области рациональных значений можно отметить, что для получения комбинированной льносодержащей электропроводящей нити 47 текс заданного качества из области ограничений необходимо использовать X_1 (крутка) от 300 кр/м до 490 кр/м и X_2 (натяжение) от 300 сН до 360 сН.

Физико-механические свойства комбинированной электропроводящей льносодержащей нити линейной плотности 47 текс представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические свойства комбинированной льносодержащей электропроводящей нити линейной плотности 47 текс

| Наименование показателя | Значение показателя |
|--|---------------------|
| Линейная плотность T , текс | 47 |
| Абсолютная разрывная нагрузка P , сН | 980 |
| Коэффициент вариации по разрывной нагрузке Cv , % | 2,64 |
| Разрывное удлинение L , % | 10,7 |
| Коэффициент вариации по разрывному удлинению, % | 5,8 |
| Коэффициент вариации по крутке, % | 3,026 |
| Удельное поверхностное электрическое сопротивление нити, Ом/см | $1,8 \cdot 10^2$ |

Проанализировав полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. В результате проведения исследований установлены оптимальные параметры работы тростильно-крутильного оборудования для производства нового ассортимента комбинированных льносодержащих электропроводящих нитей линейной плотностью 47 текс.

2. Получены теоретические зависимости, позволяющие с точностью до 5 % рассчитывать разрывную нагрузку, диаметр и линейную плотность полученной нити.

3. Установлено, что при вложении в комбинированные льносодержащие нити медной микропроволоки удельное электрическое поверхностное сопротивление нити снижается на 8 порядков по сравнению с обычными нитями, не содержащими медной микропроволоки.

Список использованных источников

1. Замостоцкий, Е. Г. Исследование технологического процесса получения комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильных машинах / Е. Г. Замостоцкий, Н. В. Скобова, В. Н. Ковалев // Международная научно-техническая конференция «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» (ПРОГРЕСС-2007), 29 – 31 мая 2007 г. : сборник материалов : в 2 ч. / ИГТА. – Иваново, 2007. – Ч. 2. – С. 29 – 30.
2. Замостоцкий, Е. Г. Технологический процесс получения на крутильном оборудовании комбинированных электропроводящих нитей и анализ их свойств / Е. Г. Замостоцкий, П. А. Костин, А. Г. Коган // Тезисы докладов 40

Статья поступила в редакцию 19.03.2013.

SUMMARY

Research paper describes a new process of obtaining a combined flax-containing conductive thread on the doubling-twisting machine TK2–160M. The paper presents the optimal parameters of the doubling-twisting equipment for the production of a new range of combined flax-containing conductive yarn having linear density 47 tex. The theoretical dependance allows to calculate up to 5 % the breaking load, linear density and diameter of the composite yarn. It was found that by adding to the combined flax-containing yarn copper microwire the electrical surface resistance of the threads is reduced by 8 orders in comparison with conventional yarns that do not contain copper microwire.

УДК 687.03:677.072.6 – 037.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА, СОЗДАВАЕМОГО НИТЕОТВОДНОЙ ВОРОНКОЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АРМИРОВАННОЙ НИТИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ

Р.В. Киселев

В настоящее время в вооруженных силах стран СНГ, в том числе и Республики Беларусь, большое распространение получила военная форма нового образца, в которой для повышения прочности используются армированные нити.

Армированная нить состоит из сердечника – высокопрочной химической комплексной нити – и волокнистой мычки различного состава, покрывающей ее. Преимущественно для этих целей используются армированные нити кольцевого способа прядения. Главными недостатками данных нитей являются высокая себестоимость и малое содержание комплексной нити в составе армированной, которое не превышает 30 %.

Сотрудниками кафедры ПНХВ разработана новая технология высокопрочных армированных нитей пневмомеханического способа прядения. Данная технология позволяет получать армированные нити с содержанием комплексной полиэфирной нити до 50 %. В результате стало возможным снизить линейную плотность армированной нити при сохранении той же прочности. Кроме того, в отличие от армированной нити кольцевого способа прядения, хлопковый компонент прочно закреплен на сердечнике, что позволяет не применять скручивание в два сложения, сокращая технологический процесс. Еще одним преимуществом является высокая производительность пневмомеханического способа прядения [1].

В процессе формирования разработанной армированной нити прочность волокнистой составляющей, обкручивающей сердечник, сообщается при помощи ложного кручения. Крутильным органом ложного кручения выступает нитеотводная воронка со специальной фрикционной поверхностью. Для обеспечения стабильного технологического процесса с минимальной обрывностью необходимо чтобы крутящий момент, создаваемый нитеотводной воронкой, был максимален.

Для определения крутящего момента сначала необходимо определить зависимость натяжения волокнистой составляющей от угла охвата воронки.

Рассмотрим стационарное движение волокнистой составляющей. Введем неподвижную систему координат. Ось Oz направим по оси камеры в сторону движения волокнистой составляющей. Плоскость xOy совпадает с плоскостью, где лежит баллонирующий участок. Обозначим B_1 – точка входа волокнистой составляющей на поверхность, B_2 – точка схода с нее. Участок нитеотводной воронки, которой касается волокнистая составляющая, представляет собой поверхность тора, уравнение которого можно записать в виде:

$$\vec{r} = (R_2 - R_1 \cdot \cos \psi)(\vec{i} \cos \varphi_1 + \vec{j} \sin \varphi_1) + R_1(1 - \sin \psi)\vec{k}, \quad (1)$$

где R_1 – радиус скругления воронки; R_2 – расстояние от оси камеры до центра скругления; \vec{r} – радиус-вектор точек поверхности; $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – единичные векторы; φ_1 и ψ – криволинейные координаты на поверхности.

Геометрический смысл координат φ_1 и ψ понятен из рисунка 1.

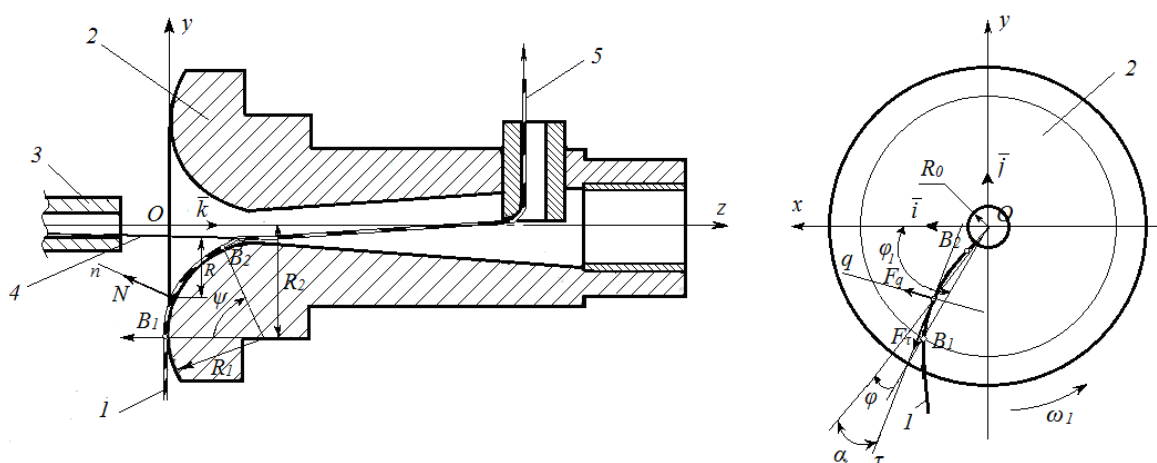


Рисунок 1 – Положение волокнистой составляющей армированной нити на нитеотводной воронке:

- 1 – волокнистая составляющая; 2 – нитеотводящая воронка; 3 – питающая трубка;
4 – комплексная нить; 5 – армированная нить

Кроме угла φ_1 , отсчитываемого от неподвижной оси Ox , введем угол φ , отсчитываемый от оси, вращающейся вместе с поверхностью и проходящей через точку B_2 .

Между углом φ_1 , отсчитываемым от неподвижной оси, и углом φ имеется простая связь:

$$\varphi = \varphi_1 + \omega_1 t,$$

где t – время, причем функция $\varphi(\psi)$ не зависит от времени.

Выберем в качестве базисных векторов орты, связанные с нитью. В качестве одного из них возьмем орт касательной к оси нити $\vec{\tau}$, в качестве другого – орт \vec{q} , ортогональный к $\vec{\tau}$ и лежащий в плоскости, касательной к поверхности.

Тогда уравнения стационарного движения нити по поверхности тела вращения [2] для тороидальной поверхности примут вид:

$$-(T - mu^2) \frac{1}{R_1} \left(\frac{z'}{R} \cos^2 \alpha - \frac{R''z' - R'z''}{R_1^2} \sin^2 \alpha \right) + m\omega_1 z' (R\omega_1 + 2u \cos \alpha) / R_1 \pm N = 0; \quad (2)$$

$$\frac{dT}{ds} + m \left[\omega_1^2 \left(RR' / R_1^2 \right) \sin \alpha + u du / ds \right] + F_\tau = 0, \quad (3)$$

$$(T - mu^2) \left(\frac{R'}{RR_1} \cos \alpha - \frac{d\alpha}{ds} \right) - m \frac{R' \omega_1}{R_1} (2u + R\omega \cos \alpha) - F_q = 0, \quad (4)$$

$$\frac{dM}{ds} \pm \delta F_q - N \delta_1 \text{sign} \omega = 0, \quad (5)$$

$$\frac{d\varphi}{ds} = \frac{\sin \alpha}{R}; \quad \frac{d\psi}{ds} = \frac{\cos \alpha}{R_1}, \quad (6)$$

где T – натяжение волокнистой составляющей, Н; m – линейная плотность волокнистой составляющей, текс; u – скорость нити в продольном направлении, м/с; α – угол между касательной к оси волокнистой составляющей и касательной к окружности $\varphi = \text{const}$, рад; ω_1 – угловая скорость вращения нити относительно поверхности, рад/с; s – Эйлера дуговая координата (длина формы волокнистой составляющей); M – крутящий момент внешних сил, отнесенный к единице длины волокнистой составляющей (Н·м); F_τ, F_q – проекция силы трения на направления $\bar{\tau}$ и \bar{q} , Н; δ – радиус волокнистой составляющей, м; δ_1 – коэффициент трения качения, м.

Тогда

$$R = R_2 - R_1 \sin \psi; \quad z = R_1 (1 - \cos \psi), \quad (7)$$

Принимаем, что сила трения определяется законом Амонтона, то есть:

$$\bar{F} = -\mu N \bar{v}_0 / v_0, \quad (8)$$

где \bar{v}_0 – вектор скорости точек волокнистой составляющей относительно поверхности (v_0 – модуль этого вектора); μ – коэффициент трения.

Проекция силы трения на $\bar{\tau}$ и \bar{q} :

$$F_\tau = -\mu N v_{0\tau} / v_0; \quad F_q = -\mu N v_{0q} / v_0, \quad (9)$$

$$v_{0\tau} = u - V_\tau = u + R\omega_1 \cdot \sin \alpha; \quad v_{0q} = \omega\delta - V_q = \omega\delta + \omega_1 \cdot R \cdot \cos \alpha, \quad (10)$$

где V_τ, V_q – проекции вектора скорости на направления $\bar{\tau}$ и \bar{q} ;

$$v_0 = \sqrt{u^2 + (\omega_1 R)^2 + (\omega\delta)^2 + 2\omega_1 R(u \sin \alpha + \omega\delta \cos \alpha)}. \quad (11)$$

Согласно [3], сила инерции оказывает малое влияние на волокнистую составляющую, поэтому ею можно пренебречь, то есть $m \cong 0$. Величиной $\omega\delta$ также можно пренебречь, поскольку величина угловой скорости ω принимает значение, близкое к величине угловой скорости камеры ω_1 , а следовательно ошибка от пренебрежения по сравнению с $\omega R \cos \alpha$ не превышает 2 %.

Тогда с учетом сказанного, а также выражений (6), (9), (10), (11), взяв в качестве независимой переменной вместо дуговой координаты s координату ψ , получим следующую систему дифференциальных уравнений, в общем виде описывающих стационарное движение волокнистой составляющей по поверхности нитеотводящей воронки:

$$\frac{dT}{d\psi} = \frac{\mu TR_1 \left(\frac{R_2}{R_1} \cos^2 \alpha - \cos \psi \right)}{Rv_0 \cos \alpha} \cdot (u + \omega R \sin \alpha); \quad (12)$$

$$\frac{d\alpha}{d\psi} = -\frac{R_1}{R} \operatorname{tg} \alpha \sin \psi - \frac{\mu TR_1 \left(\frac{R_2}{R_1} \cos^2 \alpha - \cos \psi \right)}{TRv_0} (\omega_1 R); \quad (13)$$

$$\frac{dM}{d\psi} = -\frac{\delta\mu TR_1 \left(\frac{R_2}{R_1} \cos^2 \alpha - \cos \psi \right)}{Rv_0 \cos \alpha} \omega_1 R \cos \alpha + \frac{\delta_1 TR_1 \left(\frac{R_2}{R_1} \cos^2 \alpha - \cos \psi \right)}{R \cos \alpha}; \quad (14)$$

$$\frac{d\varphi}{d\psi} = \frac{R_1}{R} \operatorname{tg} \alpha. \quad (15)$$

Для решения данной системы уравнений должны использоваться граничные условия в точках $\psi = 0$ и $\psi = \psi_1$, где ψ_1 – значение угла ψ в точке схода волокнистой составляющей с поверхности воронки. В точке $\psi = \psi_1$ можно считать, что касательная к оси волокнистой составляющей параллельна касательной к окружности $\varphi = \text{const}$. Следовательно, получаем граничное условие:

$$\alpha \Big|_{\psi=\psi_1} = 0; \quad (16)$$

Натяжение волокнистой составляющей T_0 на участке баллонирования позволяет получить второе граничное условие:

$$T \Big|_{\psi=0} = T_0. \quad (17)$$

Третье и четвертое граничные условия:

$$\varphi \Big|_{\psi=0} = 0; \quad M \Big|_{\psi=0} = 0. \quad (18)$$

Аналитическое решение системы дифференциальных уравнений (13 – 16) не выражается через элементарные функции, поэтому задачу в общем случае необходимо решать с помощью ЭВМ. С помощью программы Mathcad получены решения системы дифференциальных уравнений (13 – 16) для волокнистой составляющей линейной плотности 37 текс при следующих данных: частота вращения камеры 40000 мин⁻¹, скорость выпуска армированной нити 50 м/мин, радиус скругления R_1 варьировался в пределах от 4 до 10 мм, радиус R_2 подсчитывался по формуле $R_2 = R_1 + R_0$, где R_0 изменялось от 1 до 1,5 мм. Значение коэффициент трения изменялось от 0,2 до 0,5.

Угол охвата ψ принимался от 0 до 1,2 рад.

На рисунке 2 представлена зависимость натяжения волокнистой составляющей и сообщаемого ей крутящего момента от геометрических размеров нитеотводной воронки. Расчет проводился при коэффициенте трения $\mu = 0,3$.

Из рисунка 2 следует, что как увеличение радиуса скругления, так и уменьшение отверстия воронки ведут к снижению натяжения волокнистой составляющей, а также к снижению крутящего момента. Следовательно, для создания максимального крутящего момента необходимо использовать воронки меньшего радиуса с большим отверстием. Измеренные значения натяжения близки к расчетным.

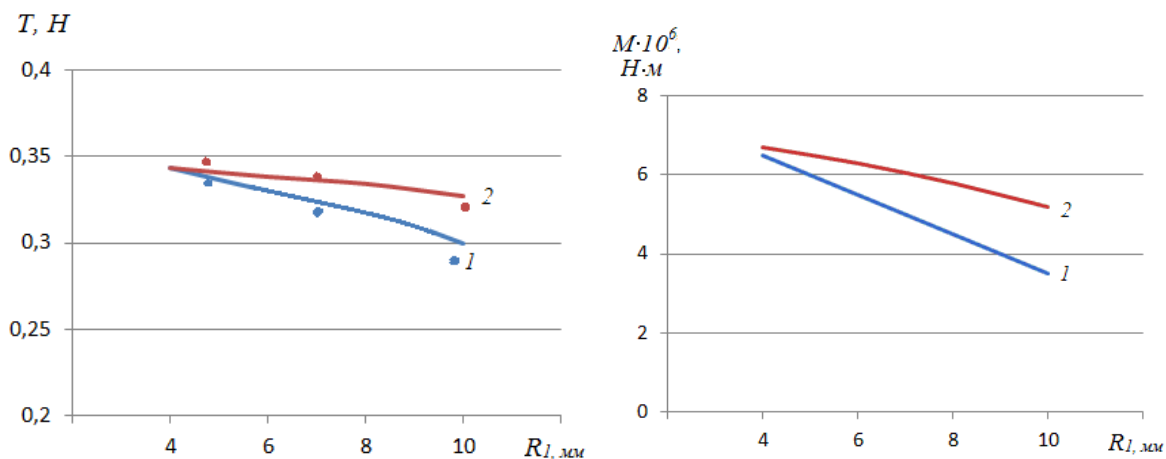


Рисунок 2 – Расчетные зависимости натяжения волокнистой составляющей и сообщаемого ей крутящего момента от геометрических размеров нитеотводящей воронки (точками показаны измеренные значения): 1 – $R_0 = 1$ мм, 2 – $R_0 = 1,5$ мм

На рисунке 3 представлены расчетные зависимости натяжения волокнистой составляющей и величины сообщаемого ей крутящего момента от коэффициента трения поверхности нитеотводящей воронки. Данные зависимости представлены для воронки с $R_1 = 6$ мм и $R_0 = 1,5$ мм.

Крутящий момент возрастает с увеличением μ , однако очевидно, что при больших коэффициентах трения (больших 0,4) возрастание практически прекращается. По мере увеличения коэффициента трения увеличивается составляющая силы трения, направленная поперек волокнистой составляющей, но одновременно происходит уменьшение самой силы трения из-за убывания натяжения. При малых значениях коэффициента трения μ преобладающим является первый фактор, а с ростом коэффициента трения увеличивается влияние второго фактора. Отсюда можно сделать вывод, что для увеличения крутящего момента использование воронок с коэффициентом трения больше 0,4 нецелесообразно.

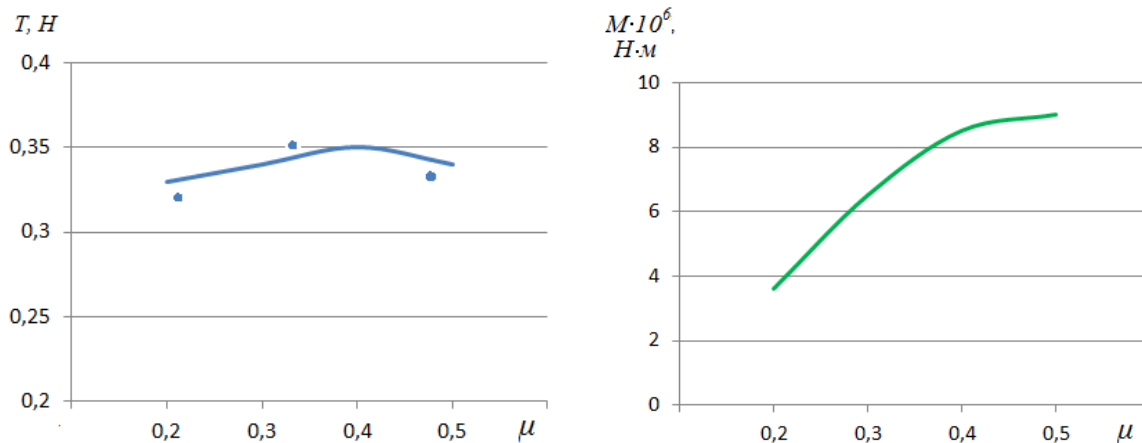


Рисунок 3 – Расчетные зависимости натяжения волокнистой составляющей и величины сообщаемого ей крутящего момента от коэффициента трения поверхности нитеотводящей воронки (точками показаны измеренные значения)

Необходимо отметить, что увеличение коэффициента трения с 0,2 до 0,4 вызвало увеличение крутящего момента более чем в два раза. Для проверки данной зависимости проводился эксперимент. Использовались керамические воронки с различной шероховатостью поверхности, и, следовательно, с различными коэффициентами трения: $\mu = 0,22$, $\mu = 0,33$, $\mu = 0,48$. Величина коэффициента трения определялась на стенде по следующей методике. Через воронку пробрасывалась нить

линейной плотности 37 текс, к обоим концам которой подвешивались грузы различной массы. Масса грузов подбиралась таким образом, чтобы нить перешла из состояния покоя в движение. Далее по формуле Эйлера определялся коэффициент трения:

$$\mu = \frac{\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}{\Phi_0}, \quad (19)$$

где T_2 – натяжение ведущей ветви нити, Н; T_1 – натяжение ведомой ветви нити, Н; Φ_0 – угол охвата нитью воронки.

Расчетные данные совпадают с практически измеренными.

На рисунке 4 представлена форма волокнистой составляющей, рассчитанная по формулам (13 – 16) при коэффициентах трения $\mu = 0,2$ и $\mu = 0,5$. По результатам расчетов получено, что при $\mu = 0,2$ угол α_1 в точке B_1 входа на поверхность воронки составляет 0,39 рад, а при $\mu = 0,5$ угол α_2 в этой же точке составляет 0,7 рад. При увеличении коэффициента трения форма волокнистой составляющей становится более изогнутой.

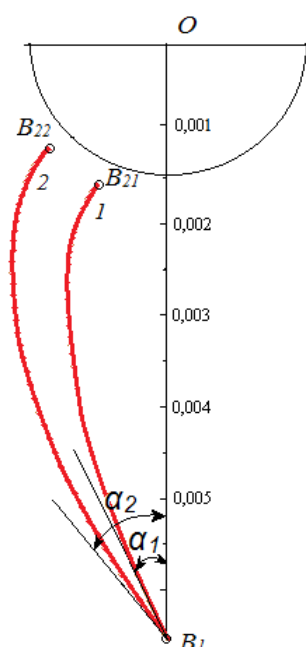


Рисунок 4 – Расчетная форма волокнистой составляющей на поверхности нитеотводящей воронки при различных коэффициентах трения: 1 – $\mu = 0,2$, 2 – $\mu = 0,5$

Таким образом, для того, чтобы создать максимальную ложную крутку на волокнистой составляющей, необходимо использовать нитеотводящие воронки малого радиуса с большим отверстием и коэффициентом трения $\mu = 0,4$. Это позволит значительно снизить обрывность в процессе выработки армированной нити. Воронки, используемые для получения обычной хлопчатобумажной пряжи, имеют низкий коэффициент трения ($\mu = 0,15 - 0,2$), поэтому использоваться для этой цели не могут.

Список использованных источников

1. Киселев, Р. В. Технология получения комбинированных хлопкохимических нитей и их использование в ткачестве / Р. В. Киселев, С. С. Гришанова, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – 2011. – Вып. 21. – С. 57 – 63.

2. Каган, В. М. Взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин / В. М. Каган – Москва : Легкая промышленность, 1984. – С. 27 – 29.
3. Мигушов, И. И. Механика текстильной нити и ткани : моногр. / И. И Мигушов, А. Н. Соловьёв, С. М. Кирюхин. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 130 с.

Статья поступила в редакцию 12.10.2012.

SUMMARY

The mathematical model is developed, which allows the determining of the torque, created by the false twist funnel which is applied to the fiber component in the core yarn. As the result of the theoretical researches the recommendations for the increasing of the false twist of the fiber component are developed. This allows reducing the yarn breakage while producing the core yarns.

УДК 677.05 : 677.017

ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИКИ МНОГОЦИКЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.Н. Махонь

Разработанный метод циклического комбинированного нагружения (сочетающий деформации многократного растяжения и изгиба) листовых эластичных материалов [1] дает возможность проводить сравнительную оценку текстильных материалов, анализировать работу волокнисто–сетчатой структуры ткани, определять величину циклической формоустойчивости и циклической долговечности, что необходимо при современных методах проектирования изделий, при выборе режимов формования деталей и конфекционировании материалов, при прогнозировании эксплуатационных свойств.

В работах по текстильному материаловедению часто применяется термин «выносливость» в отношении долговечности текстильных материалов при циклических нагружениях. Однако, согласно ГОСТ 23207–78 [2], пределом выносливости служит максимальное по абсолютному значению напряжение цикла (деформация), при которой еще не происходит усталостное разрушение; долговечностью выступает число циклов деформаций, выдержанных объектом до усталостного разрушения. Поэтому одним из исследуемых показателей сопротивления усталости выбран показатель «*циклическая долговечность*», характеризующий число циклов многократных деформаций, сочетающих изгиб и растяжение, которые образец материала выдерживает до первых признаков разрушения.

Наибольший вклад в развитие теории выносливости текстильных материалов внесли Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, М.С. Бородовский, М.П. Носов и другие ученые. На фоне обширного материала о выносливости текстильных материалов, изучению взаимосвязи циклических характеристик и строения полотен посвящены немногочисленные работы, основанные на параллельных исследованиях при многократных растяжениях и изгибах. Так, в работах М.И. Павловой, В.М. Купчиковой, Г.П. Капицы, анализ которых приведен в источнике [3], установлены зависимости выносливости от плотности заполнения и вида переплетений тканей при многократных растяжениях; в работе Н.В. Васильчиковой и А.К. Киселева [4] – при многократном изгибе. Основные выводы, сделанные в этих работах: лучшие показатели устойчивости к циклической деформации тканей

достигаются при заполнении по основе и утку 40 – 45 %; ткани производных переплетений имеют более низкую выносливость по сравнению с тканями главных переплетений, особенно с полотняным; предельная нагрузка при многократном изгибе значительно ниже, чем при многократном растяжении; при постоянстве заданной амплитуды циклической нагрузки существует различие в механизме разрушения тканей разной плотности.

В настоящей работе с помощью разработанной методики исследована циклическая долговечность (N_j) тканей при варьировании заданной деформации предварительного растяжения от 0 до 0,15 % от разрывной нагрузки (F_p) и угле изгиба 30^0 и 60^0 .

В исследованиях принимали участие льняные ткани поверхностной плотности $m_s = 130 \div 395$ г/м². Результаты исследований приведены в таблицах 1 и 2. Циклические испытания продолжались до первых признаков разрушения элементарных проб. Обозначение проб включает их порядковый номер и ориентацию продольного среза пробы относительно одной из систем нитей ткани. Объекты исследования, приведенные в таблицах 1 и 2, подобраны по принципу подобию сырьевого состава (лен 100 %) для установления связи между структурой тканей и циклическими характеристиками в области малых деформаций.

Испытание материалов сопровождалось сложным напряженным состоянием проб, вызванным комбинированным воздействием растяжения и изгиба. Результаты исследований подтверждают вывод о большем вкладе циклического деформирования знакопеременным симметричным изгибом в накопление усталости и увеличение интенсивности снижения долговечности. Так, увеличение заданной амплитуды циклической деформации в диапазоне от 5 до 15 % от величины разрывной нагрузки приводит к снижению N_j в среднем на 31,4 %. Увеличение интенсивности испытаний с изменением угла изгиба с 30^0 до 60^0 приводит к снижению N_j в среднем на 45,7 %. Можно отметить более интенсивный износ образцов, выкроенных в поперечном направлении, что выражается снижением N_j по отношению к аналогичным пробам продольного направления.

Таблица 1 – Результаты исследования циклической долговечности льняных тканей при угле изгиба 30^0

| Наименование ткани | $m_s, \text{г/м}^2$ | Обозначение элементарных проб | Циклическая долговечность, N_j циклов ($\cdot 10^3$), при величине предварительной нагрузки | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|---|--------------|-------------|------|--------------|-------|
| | | | $k_n = 0$ | $k_n = 0,05$ | $k_n = 0,1$ | %* | $k_n = 0,15$ | % |
| Ткань сорочечная | 130 | 1 _o | 47,20 | 46,17 | 41,99 | 9,9 | 36,04 | 21,5 |
| | | 1 _y | 38,10 | 38,09 | 35,70 | 6,3 | 29,06 | 23,7 |
| Ткань костюмная | 240 | 2 _o | 40,01 | 39,19 | 36,81 | 6,1 | 31,05 | 20,8 |
| | | 2 _y | 38,90 | 37,87 | 34,90 | 7,7 | 28,70 | 24,2 |
| Ткань костюмная | 244 | 3 _o | 26,60 | 24,60 | 22,11 | 10,2 | 18,23 | 25,9 |
| | | 3 _y | 25,0 | 23,50 | 20,68 | 12,0 | 17,04 | 27,5 |
| Ткань сорочечная | 250 | 4 _o | 54,90 | 54,20 | 49,05 | 5,1 | 38,60 | 28,8 |
| | | 4 _y | 53,40 | 50,98 | 46,71 | 8,4 | 35,61 | 30,2 |
| Ткань костюмная | 290 | 5 _o | 50,0 | 49,06 | 45,17 | 7,9 | 32,80 | 33,14 |
| | | 5 _y | 36,7 | 35,03 | 32,601 | 6,9 | 21,45 | 38,8 |
| Ткань костюмная | 395 | 6 _o | 15,5 | 14,71 | 12,40 | 15,7 | 8,34 | 43,3 |
| | | 6 _y | 11,2 | 9,13 | 6,86 | 24,9 | 3,91 | 57,2 |
| Среднее значение, % | | | | | | 10,1 | | 31,3 |

* Приведено уменьшение значений N_j по отношению к циклической долговечности при $k_n = 0,05$. k_n – коэффициент, учитывающий величину предварительного растяжения пробы (0,05 ÷ 0,15).

По принципу подобия сырьевого состава подобрана и вторая группа тканей, сырьевой состав которой включает натуральные и химические волокна в близкой пропорции (хлопок 65 % и ПЭ 35 %), поверхностной плотности $m_s = 189 \div 414$ г/м². Результаты эксперимента содержат таблицы 3 и 4.

Результаты исследования циклической долговечности смесовых тканей показывают, что деформация многократного изгиба также играет существенную роль в накоплении усталости, однако химический состав сырья влияет на значения исследуемого показателя. Увеличение величины растягивающей нагрузки в диапазоне от 5 до 15 % от F_p приводит к снижению N_j в среднем на 13,7 %. Увеличение интенсивности испытаний с изменением угла изгиба с 30° до 60° приводит к снижению N_j в среднем на 21,5 %, что значительно ниже, чем в группе льняных тканей.

Таблица 2 – Результаты исследования циклической долговечности льняных тканей при угле изгиба 60°

| Наименование ткани | m_s , г/м ² | Обозначение элементарных проб | Циклическая долговечность, N_j циклов (10^3), при величине предварительной нагрузки | | | | | |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------|---|--------------|-------------|------|--------------|------|
| | | | $k_n = 0$ | $k_n = 0,05$ | $k_n = 0,1$ | % | $k_n = 0,15$ | % |
| Ткань сорочечная | 130 | 1 _o | 44,2 | 37,99 | 30,11 | 20,7 | 18,18 | 27,9 |
| | | 1 _y | 36,1 | 31,06 | 22,39 | 27,9 | 13,60 | 56,2 |
| Ткань костюмная | 240 | 2 _o | 38,0 | 34,87 | 28,04 | 26,0 | 18,04 | 48,3 |
| | | 2 _y | 35,9 | 32,0 | 24,04 | 24,9 | 15,27 | 47,8 |
| Ткань костюмная | 244 | 3 _o | 24,9 | 22,54 | 17,60 | 21,9 | 13,09 | 41,9 |
| | | 3 _y | 19,22 | 18,32 | 15,67 | 14,5 | 10,70 | 44,6 |
| Ткань сорочечная | 250 | 4 _o | 51,9 | 48,06 | 41,76 | 13,1 | 30,44 | 36,7 |
| | | 4 _y | 49,65 | 44,98 | 34,34 | 23,7 | 22,55 | 49,9 |
| Ткань костюмная | 290 | 5 _o | 42,9 | 39,42 | 32,34 | 18,0 | 24,35 | 38,2 |
| | | 5 _y | 34,70 | 31,09 | 24,08 | 22,5 | 17,09 | 45,0 |
| Ткань костюмная | 395 | 6 _o | 14,81 | 12,9 | 9,95 | 22,9 | 6,9 | 46,5 |
| | | 6 _y | 8,01 | 6,39 | 4,08 | 36,2 | 1,68 | 73,7 |
| Среднее значение, % | | | | | | 22,9 | | 46,1 |

Статистическая обработка результатов усталостных испытаний, осуществленная на основании гипотезы нормального закона распределения, позволила установить, что сырьевой состав оказывает влияние на циклическую долговечность исследуемых тканей, увеличивая количество циклов деформаций до первых признаков разрушения проб из натурального сырья. Так, в группе льняных тканей циклическая долговечность в среднем на 40 % ниже, чем в группе смесовых тканей, в составе которых в среднем 35 % химических волокон.

Наблюдается отсутствие взаимосвязи между m_s и N_j . Так, в группе льняных тканей самое низкое значение циклической долговечности у пробы 6, имеющей наибольшую из исследуемых тканей поверхностную плотность (395 г/м²); в группе смесовых тканей – низкое значение N_j у пробы 7, имеющей относительно других меньшую поверхностную плотность (189 г/м²).

Таблица 3 – Результаты исследования циклической долговечности смесовых тканей при угле изгиба 30^0

| Наименование ткани | $m_s, \text{г/м}^2$ | Обозначение элементарных проб | Циклическая долговечность, N_j циклов (10^3), при величине предварительной нагрузки | | | | | |
|---------------------------|---------------------|-------------------------------|---|--------------|-------------|-----|--------------|------|
| | | | $k_n = 0$ | $k_n = 0,05$ | $k_n = 0,1$ | % | $k_n = 0,15$ | % |
| Ткань плащевая «Грета» | 189 | 7o | 80,05 | 79,14 | 74,93 | 5,4 | 70,04 | 11,5 |
| | | 7y | 74,0 | 72,7 | 67,89 | 6,6 | 60,11 | 17,3 |
| Ткань плащевая «Горизонт» | 210 | 8o | 81,06 | 80,03 | 76,01 | 5,0 | 71,09 | 11,2 |
| | | 8y | 79,5 | 78,76 | 73,61 | 6,5 | 67,88 | 13,8 |
| Ткань плащевая | 254 | 9o | 83,76 | 82,17 | 78,86 | 4,1 | 74,83 | 8,9 |
| | | 9y | 81,96 | 80,72 | 76,88 | 6,4 | 70,91 | 12,2 |
| Ткань плащевая | 259 | 10o | 78,90 | 77,99 | 73,24 | 6,1 | 67,07 | 14,0 |
| | | 10y | 77,04 | 74,87 | 70,51 | 5,8 | 61,48 | 17,9 |
| Ткань плащевая | 414 | 11o | 85,4 | 84,34 | 80,51 | 4,5 | 75,58 | 10,4 |
| | | 11y | 82,9 | 81,12 | 77,07 | 4,9 | 70,06 | 13,6 |
| Среднее значение, % | | | | | | 5,5 | | 13,1 |

Таблица 4 – Результаты исследования циклической долговечности смесовых тканей при угле изгиба 60^0

| Наименование ткани | $m_s, \text{г/м}^2$ | Обозначение элементарных проб | Циклическая долговечность, N_j циклов (10^3), при величине предварительной нагрузки | | | | | |
|---------------------------|---------------------|-------------------------------|---|--------------|-------------|------|--------------|------|
| | | | $k_n = 0$ | $k_n = 0,05$ | $k_n = 0,1$ | % | $k_n = 0,15$ | % |
| Ткань плащевая «Грета» | 189 | 7o | 75,12 | 68,05 | 56,88 | 16,4 | 45,38 | 33,3 |
| | | 7y | 68,43 | 61,99 | 49,77 | 19,7 | 38,07 | 38,6 |
| Ткань плащевая «Горизонт» | 210 | 8o | 77,9 | 71,18 | 62,02 | 12,9 | 51,04 | 28,3 |
| | | 8y | 75,6 | 70,03 | 59,11 | 15,6 | 47,45 | 32,2 |
| Ткань плащевая | 254 | 9o | 82,06 | 76,5 | 68,2 | 11,1 | 59,02 | 22,9 |
| | | 9y | 79,96 | 73,4 | 64,86 | 11,6 | 56,24 | 23,4 |
| Ткань плащевая | 259 | 10o | 70,9 | 66,12 | 56,13 | 15,1 | 42,64 | 35,5 |
| | | 10y | 69,87 | 63,91 | 53,55 | 16,2 | 40,18 | 37,1 |
| Ткань плащевая | 414 | 11o | 81,65 | 77,84 | 70,05 | 10,0 | 61,18 | 21,4 |
| | | 11y | 80,99 | 75,21 | 67,56 | 10,2 | 59,18 | 21,3 |
| Среднее значение, % | | | | | | 13,9 | | 29,4 |

Статистическая обработка результатов усталостных испытаний, осуществленная на основании гипотезы нормального закона распределения, позволила установить, что сырьевой состав оказывает влияние на циклическую долговечность исследуемых

тканей, увеличивая количество циклов деформаций до первых признаков разрушения проб из натурального сырья. Так, в группе льняных тканей циклическая долговечность в среднем на 40 % ниже, чем в группе смесовых тканей, в составе которых в среднем 35 % химических волокон.

Наблюдается отсутствие взаимосвязи между m_s и N_j . Так, в группе льняных тканей самое низкое значение циклической долговечности у пробы 6, имеющей наибольшую из исследуемых тканей поверхностную плотность (395 г/м^2); в группе смесовых тканей – низкое значение N_j у пробы 7, имеющей относительно других меньшую поверхностную плотность (189 г/м^2).

Можно отметить увеличение интенсивности снижения долговечности с увеличением предварительного растяжения k_n у всех тканей. Увеличение угла изгиба более ощутимо влияет на протекание процесса накопления усталости, значительно интенсифицируя падение циклической долговечности материалов. Результаты исследования циклической долговечности тканей позволяют сделать вывод о большем вкладе знакопеременного симметричного изгиба в накопление усталости по отношению к растяжению. Так, увеличение заданной амплитуды циклической деформации в диапазоне от 5 до 15 % от разрывной нагрузки приводит к снижению циклической долговечности в группе льняных тканей на 22,2 %, в группе смесовых тканей на 7,8 %; в среднем на 15,0 %. Увеличение интенсивности испытаний с изменением угла изгиба с 30° до 60° приводит к снижению данного показателя в группе льняных тканей на 27,7 %, в группе смесовых тканей на 15,5 %; в среднем на 21,6 %. Установлено, что более интенсивный износ наблюдается у проб, выкроенных в поперечном направлении, что выражается снижением значений циклической долговечности этих проб по отношению к пробам продольного направления той же ткани. Так, у тканей 1, 5, 6, 7, 10 наблюдается значительное различие в накоплении усталости в направлении основы и утка, что сказывается на величине N_j .

Все вышеперечисленное позволило предположить отсутствие значимых различий в физической структуре процесса накопления усталости тканями различного сырьевого состава и строения, для подтверждения чего был проведен дополнительный анализ результатов исследования.

Лабораторные испытания показали, что при циклическом нагружении признаки внешнего износа в меньшей степени наблюдаются у тканей, обладающих равномерностью значений плотности ткани и линейной плотности нитей в продольном и поперечном направлениях. Для установления связи между структурой тканей и показателем циклической долговечности введен коэффициент анизотропии тканей $K_{анз}$, рассчитываемый по формуле:

$$K_{анз} = \frac{P_o T_o}{P_y T_y}, \quad (1)$$

где P_o – плотность ткани по основе, количество нитей на 100 мм; P_y – плотность ткани по утку, количество нитей на 100 мм; T_o – линейная плотность нитей основы, текс; T_y – линейная плотность нитей утка, текс.

Коэффициент анизотропии представляет собой отношение характеристик продольного и поперечного направления ткани, поэтому показатель долговечности точечной пробы N_j на основании известных рекомендаций [5] рассчитан с помощью среднего геометрического величин N_i элементарных проб двух направлений. Результаты расчета представлены графически в виде диаграммы рассеивания на рисунке 1 и аналитически в таблице 5.

Таблица 5 – Взаимосвязь циклической долговечности и коэффициента анизотропии тканей

| Обозначение элементарных проб | $\bar{N}_i (*10^3)$ | $\bar{N}_j (*10^3)$ | $K_{анз}$ |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|-----------|
| 5 _о | 49,06 | 41,46 | 1,143 |
| 5 _у | 35,03 | | |
| 6 _о | 21,62 | 14,05 | 1,556 |
| 6 _у | 9,13 | | |
| 4 _о | 54,2 | 52,57 | 1,148 |
| 4 _у | 50,98 | | |
| 1 _о | 46,17 | 41,94 | 1,153 |
| 1 _у | 38,09 | | |
| 2 _о | 39,19 | 38,52 | 1,167 |
| 2 _у | 37,87 | | |
| 3 _о | 24,6 | 24,04 | 1,370 |
| 3 _у | 23,5 | | |
| 9 _о | 84,17 | 82,94 | 1,087 |
| 9 _у | 81,72 | | |
| 11 _о | 84,34 | 82,71 | 1,045 |
| 11 _у | 81,12 | | |
| 7 _о | 81,14 | 76,8 | 1,066 |
| 7 _у | 72,7 | | |
| 10 _о | 79,99 | 77,39 | 1,014 |
| 10 _у | 74,87 | | |
| 8 _о | 80,03 | 79,76 | 1,075 |
| 8 _у | 79,5 | | |

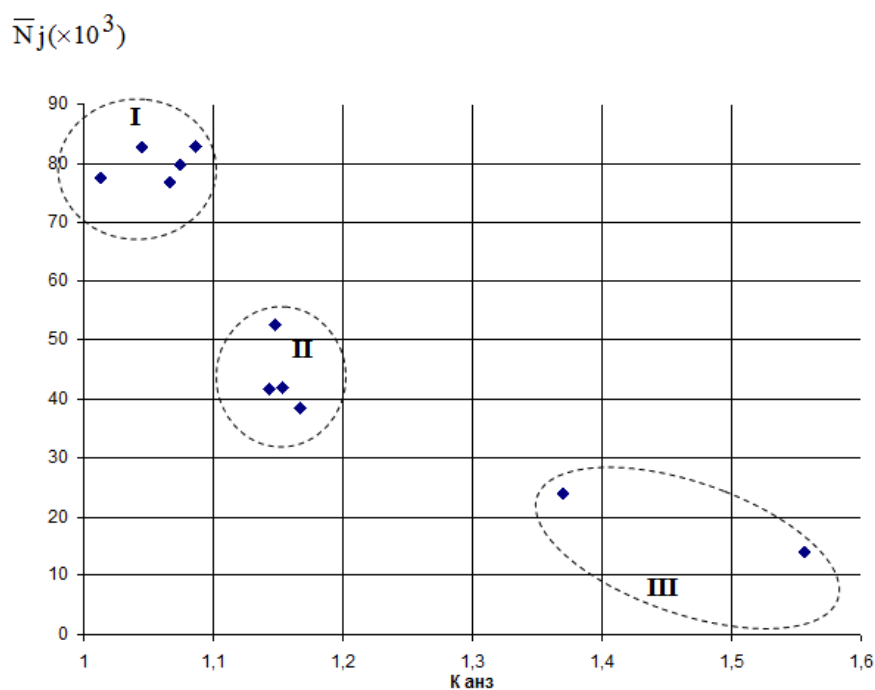


Рисунок 1 – Диаграмма рассеивания значений циклической долговечности и коэффициента анизотропии тканей:

I – хлопок + ПЭ, ткани 7, 9, 10, 11; II – лен, ткани 1, 2, 4, 5;
III – лен, ткани 3, 6

Анализ диаграммы позволяет судить о взаимосвязи $K_{анз}$ тканей и циклической долговечности. В группу **I** на диаграмме входят ткани с $K_{анз} = 1,045 \div 1,130$, то есть со значениями, наиболее близкими к 1. В группу **II** – ткани с $K_{анз} = 1,143 \div 1,167$; и в группу **III** со значениями $K_{анз}$, значительно удаленными от 1. Наличие в тканях химических волокон и нитей, безусловно, повышает значение N_j , однако диаграмма иллюстрирует различие в поведении материалов и в рамках одного сырьевого состава. Так, в группу **II** и **III** входят только чистольняные ткани, однако, у ткани 4 при $K_{анз} = 1,148$ $N_7 = 52,57 \cdot 10^3$ циклов, а у ткани 6 при $K_{анз} = 1,556$ $N_6 = 14,05 \cdot 10^3$ циклов.

Суждение о существовании корреляции между этими переменными подтверждено проведением корреляционного анализа. Выявлена отрицательная корреляция (с ростом x у уменьшается); коэффициент корреляции $r = - 0,83$ свидетельствует о значительной степени взаимосвязи переменных.

Критерием оценки $K_{анз}$ выбраны стандартные оценки шкалы желательности [6] $0,8 \div 1,0$, соответствующие градации качества «отлично». Учитывая тот факт, что значение $K_{анз}$ может быть как меньше, так и больше единицы, критерием оценки данного коэффициента служит диапазон $0,8 \div 1,2$, характеризующий оптимальное значение данного параметра.

Представляет интерес изучение характера изменения циклической долговечности от величины предварительной нагрузки. Однако непосредственное сравнение \bar{N}_i затрудняется различиями в абсолютных значениях данного показателя. Для устранения влияния этих различий на возможность сравнения тканей в работе использован прием перехода к относительным значениям. Сущность его состоит в следующем. Абсолютные значения \bar{N}_i , полученные при $k_n = 0,15$ и $k_n = 0,1$, делятся на значение \bar{N}_i при \min значении k_n . В результате получаем преобразованный график, в котором значения \bar{N}_i при $k_n = 0,05$ будет всегда равно 1. Этот график можно назвать приведенным, так как все ординаты приводятся к первой. Такой график уже не отражает влияние абсолютных значений \bar{N}_i , он отражает лишь относительное изменение этого показателя. Это дает возможность сравнивать \bar{N}_i различных тканей, учитывая характер изменения этого показателя в зависимости от условий испытаний. Описанный прием позволяет семейство кривых преобразовать в пучок. С другой стороны, использование приведенных кривых дает основание рассматривать все возможные текстильные материалы, полученные одним технологическим способом, как конкретизации одного объекта. Например, все ткани можно рассматривать как конкретизации материала, полученного в процессе ткачества. С таких позиций пучок полученных кривых можно рассматривать как паттерн, то есть узор состояния объекта [7]. Таким образом, совокупность кривых представляет собой набор состояний исследуемых тканей как системы, в которой каждая кривая характеризует элемент этой системы, а пучок (паттерн) характеризует систему в целом.

Пучок приведенных кривых на рисунке 2 наглядно отображает различия в поведении исследуемых тканей в одинаковых режимах испытаний.

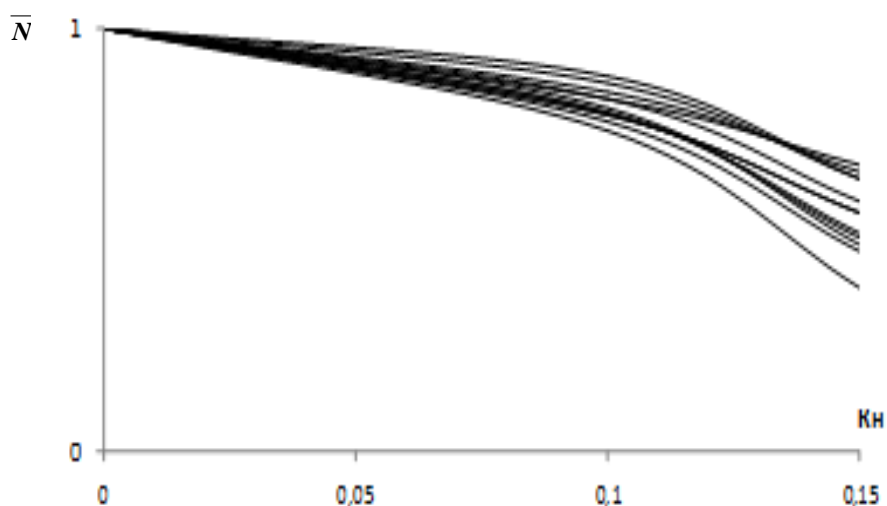


Рисунок 2 – Паттерн поведения льяных тканей (угол 300)

Очевидно, что если бы все ткани вели бы себя одинаковым образом, то есть не различались бы по показателю \bar{N}_i , то пучок приведенных кривых был бы представлен единственной кривой. Чем больше площадь, занимаемая пучком, тем больше степень различий между динамикой свойств тканей после циклических испытаний.

Проведенные исследования позволили выполнить верификацию методики циклических испытаний тканей, в ходе которой сделаны следующие выводы.

Более высокой деформационной устойчивостью обладают материалы, текстильная структура и механические свойства которых являются сходными в продольном и поперечном направлениях; локализация разрушений происходит, в основном, в поперечном направлении текстильного полотна. Равномерность текстильной структуры предложено оценивать при помощи коэффициента анизотропии $K_{анз}$.

Выявлено отсутствие значимых различий в процессах накопления усталости в исследуемых тканях. Установлено, что наличие в тканях до 35 % сырья химического происхождения повышает циклическую долговечность в среднем на 40 %.

При помощи паттерн-анализа показана динамика свойств тканей после циклических нагружений. Паттерн (пучок из приведенных кривых) указывает на значительные различия в поведении тканей и участие в этом процессе текстильной структуры. Быстрое разрушение структуры наблюдается у тканей, значение $K_{анз}$ которых не удовлетворяет условию $0,8 < K_{анз} < 1,2$.

Список использованных источников

1. Прибор для испытания эластичных материалов и швов : пат. 870 Респ. Беларусь, МПК А43D1/00 / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, С. Г. Ковчур, А. Н. Махонь, О. А. Терентьева ; заявитель Витебск. гос. технол. ун-т. — № u20020265 ; заявл. 17.09.02 ; опубл. 30.02.03 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. патэнт. кам. Рэсп. Беларусь. — 2003. — № 2. — С. 236.
2. ГОСТ 23207. Соппротивление усталости. Основные термины, определения и обозначения. – Введ. 01.01.79. – Москва : Гос. Комитет СССР по стандартам. – 1979. – 48 с.
3. Склянников, В. П. Строение и качество тканей : монография / В. П. Склянников. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 176 с.
4. Васильчикова, Н. В. Проектирование, строение и свойства меланжевых тканей из лавсановискозной пряжи / Н. В. Васильчикова, А. К. Киселев. – Москва : Легпромбытиздат, 1970. – 232 с.

5. Виноградов, Ю. С. Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности / Ю. С. Виноградов. – Москва : Легкая индустрия, 1970. – С. 76.
6. Исследование непродовольственных товаров : учеб. пособие для студентов вузов / И. М. Лифиц [и др.]. – Москва : Экономика, 1988. – 343 с.
7. Гренандер, У. Лекции по теории образов: Анализ образов : пер. с англ. / У. Гренандер. – Москва : Мир, 1981. – 448 с.

Статья поступила в редакцию 20.02.2013.

SUMMARY

Study of the cyclic durability of linen and blended fabrics by the cyclic combined loading method by varying of deformation of prestretching from 0 to 0,15 % of the breaking load and the bending angle of 300 and 600 was conducted. The studies allowed to perform the verification by technique of cyclic testing of fabric. It was revealed that under cyclic loading the signs of the external wear are seen less in fabrics with uniform values of fabric density and yarns linear density in the longitudinal and transverse directions. It is suggested to estimate the uniformity of the textile structure using the anisotropy coefficient and its estimation criterion (0,8 to 1,2). Using the pattern-analysis the dynamics of the fabric properties after the cyclic loading is shown.

УДК 677.21.08.002.8

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ ИЗ ОТХОДОВ ХЛОПКОПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

С.С. Медвецкий, А.А. Смуковский

На текстильных предприятиях Республики Беларусь одним из перспективных направлений ресурсосбережения и увеличения выпуска пряжи является рациональная переработка прядомых отходов хлопкопрядильного производства.

Научно-исследовательскими институтами и лабораториями прядильных фабрик разработано большое количество технологий, позволяющих получать пряжу с различным процентным содержанием отходов разных видов. В большинстве своем эти технологии позволяют получать пряжу линейной плотности от 100 до 200 текс с использованием хлопкового волокна низких сортов и до 50 % хлопчатобумажных отходов различных видов [1].

Технологиям получения пряжи линейной плотности 50 – 70 текс из отходов уделялось недостаточно внимания, что в первую очередь было связано с ограниченными возможностями технологического оборудования, установленного на прядильных фабриках Республики Беларусь. В настоящее время на хлопкопрядильной фабрике ОАО «Гронитекс» в результате комплексного перевооружения и внедрения в производство нового технологического оборудования фирм Rieter и Zinser произошло резкое повышение производительности оборудования, расширение его технических характеристик. В 2012 году ежемесячный объем производства одиночной пряжи превысил 400 тонн. При этом остро встал вопрос о переработке отходов производства, количество которых увеличивалось пропорционально росту выпуска пряжи.

Традиционно большая часть хлопчатобумажных отходов в очищенном виде продается другим предприятиям для использования в качестве мебельной ваты. Разработка технологии получения пряжи с максимальным процентным вложением

отходов позволит организовать их эффективную переработку и получить дополнительную прибыль от реализации пряжи.

Исходя из данных предпосылок, целью проводимых исследований является разработка технологии получения пряжи линейной плотности 50 – 70 текс из 100 % отходов хлопкопрядильного производства. Данный вид пряжи наиболее востребован в производстве технических тканей и трикотажа, например, рабочих перчаток.

Для решения этой задачи необходимы комплексные исследования по изучению свойств отходов, разработке сортировок, оптимизации и выбору рациональных параметров работы оборудования по всем технологическим переходам.

Исследования проводились в производственных условиях ОАО «Гронитекс» по заданию концерна «Беллегпром». При анализе производственных данных ОАО «Гронитекс» установлено, что наиболее многотоннажными видами отходов, которые подходят для производства пряжи, являются:

- отходы чесальных машин С60 фирмы Rieter (ежемесячное выделяемое количество 13 т);
- гребенной очес гребнечесальных машин Е66 фирмы Rieter (17 тонн).

На рисунке 1 представлены диаграммы распределения по классам длин волокон из отходов указанных видов.

Необходимо отметить, что при внедрении в производство современного технологического оборудования ухудшилось качество самих отходов – снизилась длина волокна в них, увеличилась засоренность. Это связано с более совершенной технологией рассортировки волокон, тщательной очисткой волокна на чесальных и гребнечесальных машинах. Например, на гребнечесальных машинах Е66 фирмы Rieter за счет очень точной рассортировки волокон в процессе гребнечесания в очес попадают только короткие волокна и сорные примеси. Этот факт подтверждается результатами испытания гребенного очеса, проведенного с использованием прибора AFIS PRO2 фирмы Uster Technologies AG [2].

Штапельная длина волокон в отходах с чесальных машин составляет 31,6 мм, содержание коротких волокон – 20,2 %, засоренность волокна – 6,0 %. Наибольшую группу составляют волокна с длиной около 30 мм.

Из диаграмм (рис. 1) видно, что в результате смешивания невозможно получить унимодальное распределение волокон по длине, что в процессе переработки затруднит выбор параметров переработки смеси и приведет к существенному повышению неровноты пряжи по всем свойствам. В результате проведенного анализа свойств волокон отходов можно отметить, что их смешивание между собой является нецелесообразным, так как не позволит получить смеси и пряжу, удовлетворяющую требованиям технических условий. Следовательно, возможно рекомендовать разработку технологий, предусматривающих переработку каждого из видов отходов в отдельности или в смеси с исходным хлопковым волокном.

Анализ диаграмм показал, что исследуемые виды отходов существенно отличаются по характеристикам длины волокна. Модальная длина волокон в составе отходов с чесальных машин С60 больше на 12 мм, максимальная длина на – 8 мм, чем у волокон в составе гребенного очеса. Штапельная длина волокон гребенного очеса различных партий находится в диапазоне 18 – 20 мм, содержание коротких волокон (менее 15 мм) – 73,7 %, засоренность волокна – 4,1 %. Гребенной очес состоит практически наполовину из волокон длиной до 13 мм. Это значительно осложняет переработку отходов данного вида в пряжу, так как при таком содержании коротких волокон обрывность в прядении будет значительной, а разрывная нагрузка пряжи невысокой.

С учетом поставленной задачи разработки ассортимента пряжи из отходов и снижения ее себестоимости добавление дорогостоящего сырья является

нецелесообразным. В связи с этим разработана технология получения пряжи из 100 % отходов. В качестве сырья использованы отходы чесальных машин С60 фирмы Rieter.

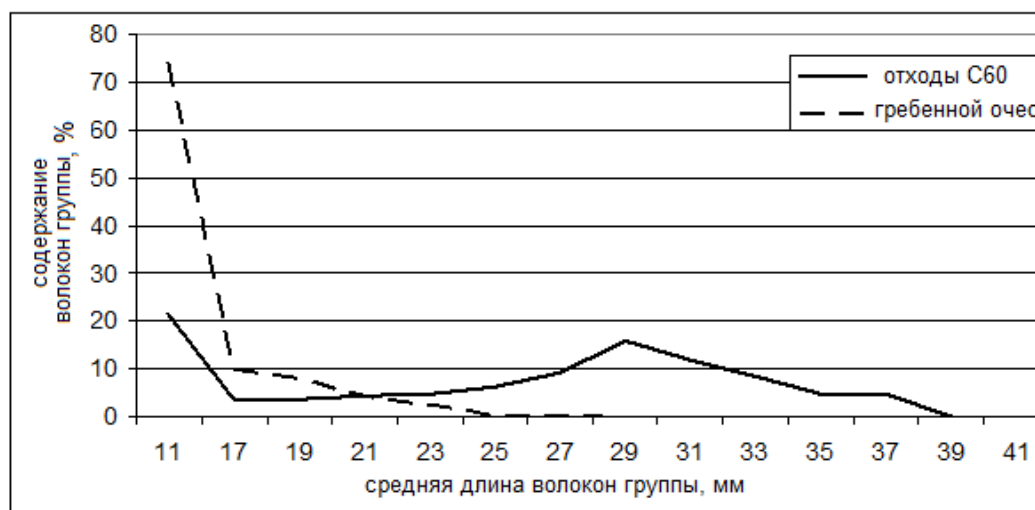


Рисунок 1 – Распределение волокна в очесе с гребнечесальных машин Е66 и с чесальных машин С60 по классам длины

В производственных условиях ОАО «Гронитекс» для получения пряжи из отходов производства выбрана кардная система прядения с поточной линией «кипа–лента», выпускающая ленту для питания пневмомеханических прядильных машин. Система с поточной линией позволяет вырабатывать пряжу, используя всего 4 технологических перехода. Технологическая цепочка оборудования представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Технологическая цепочка для получения пряжи из отходов производства

Отходы чесальных машин С60 предварительно очищают на угароочищающем агрегате УОА-2, затем они проходят подготовку на разрыхлительно-очистительном агрегате фирмы Rieter. Показатели длины волокон в отходах незначительно изменяются при переработке, а штапельная длина 30,4 мм свидетельствует о возможности их использования в производстве пряжи большой линейной плотности.

В связи с высокой засоренностью волокон в отходах проведена оптимизация параметров работы очистителя UNIflex В 60. В результате установлены параметры интенсивности очистки и относительной массы отходов, позволяющие получать очищенное волокно со следующими характеристиками:

- засоренность волокна – 8,4 %;
- средняя длина волокон – 19,5 мм;
- штапельная длина волокон – 25,4 мм.

После разрыхления и очистки на агрегате волокнистая масса попадает на чесальную машину С60. Высокопроизводительная чесальная машина С60 имеет усиленный узел приемного барабана для улучшения степени разъединения клочков хлопка и его очистки. Приемные барабаны зоны предварительного чесания имеют

несколько узлов аэродинамической очистки, которые включают в себя сороотбойные ножи и прочесывающие сегменты для дополнительного расщепления пучков волокон. Каждый узел очистки оборудован прямым отсосом сорных примесей. Это особенно важно при переработке отходов, засоренность которых составляет более 8 %.

Далее чесальная лента поступает на два перехода ленточных машин SB-D-15 и RSB-D-40. Два ленточных перехода необходимо для распрямления и параллелизации волокон и выравнивания лент по толщине и структуре. Ленточная машина RSB-D40 оснащена автоматическим регулятором вытяжки.

Неровнота по массе ленты со второго ленточного перехода составила 0,63 %, что является хорошим показателем при получении ленты из 100 % отходов. Из такой ленты возможно получение пряжи удовлетворительного качества.

Для получения пряжи из отходов выбран пневмомеханический способ прядения, так как он чаще используется при изготовлении пряжи средней и большой линейной плотности, а также позволяет сократить число технологических переходов, увеличить скорость прядения, массу нити на выходной паковке. Кроме того, осуществляется дополнительная очистка волокна при дискретизации, что очень важно при переработке сильно засоренного сырья или отходов производства. Также, при циклическом сложении происходит эффективное выравнивание волокнистой ленточки по составу и структуре, что позволит получить пряжу из отходов производства более равномерную, чем кольцевым способом.

Пряжа пневмомеханического способа прядения обладает рядом преимуществ, такими как повышенная равномерность по линейной плотности и составу, меньшее количество пороков и большая объемность.

Для получения пряжи высокого качества из отходов проведены экспериментальные исследования на ОАО «Гронитекс».

Особенности процесса формирования пряжи пневмомеханическим способом определяют выбор входных факторов эксперимента. Одним из основных параметров работы прядильных машин является заправочная крутка пряжи. От нее, с одной стороны, зависят структура и свойства пряжи, а с другой – производительность прядильных машин и прядильщиц.

Неровнота пряжи в большей степени определяется выравнивающим эффектом от процесса циклического сложения, а также параметрами процесса дискретизации. В связи с этим исследование влияния крутки на свойства пряжи пневмомеханического способа прядения необходимо осуществлять совместно с изучением влияния параметров процесса дискретизации питающей ленты.

При выборе частоты вращения дискретизирующего валика следует учитывать, что при увеличении его частоты вращения увеличивается число разрывающихся волокон, снижается прочность пряжи, но увеличивается эффективность очистки волокон. Необоснованно высокое значение частоты вращения может привести к повреждению и укорочению волокон, что недопустимо для короткого волокна в составе волокнистых отходов.

На основании анализа процесса формирования пряжи из отходов пневмомеханическим способом в качестве входных факторов эксперимента выбраны крутка и частота вращения дискретизирующего валика. Уровни и интервалы варьирования факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

| Фактор | Уровень варьирования | | | Интервал варьирования |
|--|----------------------|------|------|-----------------------|
| | -1 | 0 | +1 | |
| Частота вращения дискретизирующего валика, X_1 , мин-1 | 6000 | 7000 | 8000 | ± 1000 |
| Крутка, X_2 , кр/м | 600 | 650 | 700 | ± 50 |

Полнофакторный эксперимент проводился по матрице Коно. В качестве выходных факторов эксперимента использовались:

- относительная разрывная нагрузка пряжи, P_o , сН/текс;
- коэффициент вариации по линейной плотности на коротких отрезках, C_{vm} , %;
- количество непсов + 200 %, N_{200} ;
- количество сорных примесей растительного происхождения на 1 км длины пряжи, *Trash*.

Данные критерии в наибольшей степени отражают качество формирования пряжи из отходов производства и влияют на процесс ее дальнейшей переработки в ткацком и трикотажном производствах и на внешний вид изделий.

Исследования проводились в производственной лаборатории ОАО «Гронитекс» и УО «ВГТУ» на приборе для оценки неровноты пряжи Uster Tester-5.

При обработке экспериментальных данных получены следующие регрессионные модели в кодированных значениях:

- для относительной разрывной нагрузки:

$$P_o = 10,45 - 0,65 X_1^2 + 0,27 X_1 X_2 + 0,57 X_2, \quad (1)$$

- для коэффициента вариации по линейной плотности:

$$C_{vm} = 13,27 - 0,45 X_1 - 1,18 X_1^2 - 1,775 X_1 X_2, \quad (2)$$

- для количества непсов (+200 %):

$$N_{200} = 279,8 - 79,2 X_1 + 14,5 X_2 - 23 X_1^2 - 14,8 X_1 X_2, \quad (3)$$

- для количества сорных примесей растительного происхождения:

$$Trash = 33 - 4,3 X_1 + 4,2 X_2 - 9,3 X_1^2 - 2,8 X_1 X_2. \quad (3)$$

Математическая оптимизация параметров работы пневмомеханической прядильной машины проведена с использованием системы компьютерной математики Maple. В результате получены следующие параметры:

- частота вращения дискретизирующего валика – 8000 мин⁻¹;
- крутка – 700 кр/м.

Выбор ограничений на критерии оптимизации основывался на требованиях, предъявляемых к пневмомеханической пряже кардного прядения, выработанной из стандартного хлопкового волокна. Оптимизация проводилась при следующих ограничениях на входные факторы:

- коэффициент вариации по линейной плотности пряжи на коротких отрезках – не более 14 %;
- относительная разрывная нагрузка пряжи – не менее 10 сН/текс;
- количество непса +200 % на 1 км длины пряжи – не более 200;
- содержание сорных примесей растительного происхождения на длине пряжи 5 км – не более 23.

Оптимальная область входных параметров соответствует их максимальным значениям. Однако дальнейшее повышение частоты вращения дискретизирующего валика и крутки нежелательно по экономическим и технологическим причинам. Частоту вращения дискретизирующего валика нежелательно повышать более чем 8000 мин⁻¹, так как при этом растет число разорвавшихся волокон, что приводит к снижению разрывной нагрузки. Дальнейшее же повышение крутки снижает производительность пневмомеханической прядильной машины и не оказывает сколько-нибудь существенного влияния на свойства пряжи.

На ОАО «Гронитекс» была наработана опытная партия пряжи линейной плотности 50 текс из 100 % отходов шляпочных чесальных машин С60 фирмы Rieter в количестве 7 т на пневмомеханической прядильной машине ВD-200.

Сравним свойства полученной опытной пряжи с техническими условиями на пряжу пневмомеханического прядения и с пневмомеханической пряжей производства ОАО «Гронитекс», полученной из хлопкового волокна средневолокнистых сортов (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-механические свойства пряжи

| Вид пряжи | Линейная плотность пряжи, текс | Относительная разрывная нагрузка, сН/текс | Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, % | Показатель качества |
|--|--------------------------------|---|---|---------------------|
| Пряжа из отходов производства ОАО «Гронитекс» | 50 | 11 | 8,6 | 1,28 |
| Пряжа х/б суровая кардная одиночная ткацкого назначения (ТУ РБ 00311645.116 – 2000) I сорт | 50 | не менее 9,8 | не более 11,5 | не менее 0,87 |
| Пряжа х/б суровая кардная одиночная трикотажного назначения (ТУ РБ 00311645.116 – 2000) I сорт | 50 | не менее 10 | не более 11,5 | не менее 0,87 |
| Пряжа из хлопкового волокна производства ОАО «Гронитекс» | 50 | 12,1 | 7,8 | 1,55 |

Анализируя полученные данные, установлено, что разработанная пряжа из хлопчатобумажных отходов обладает высокими физико-механическими свойствами, которые удовлетворяют требованиям к ткацкой и трикотажной пряже I сорта, вырабатываемой по ТУ РБ 00311645.116–200 «Пряжа хлопчатобумажная и смешанная» из средневолокнистого хлопка и может быть использована в производстве тканей и трикотажных полотен для рабочих рукавиц и перчаток, мебельных, тентовых, тарных тканей, в производстве крученых веревочных изделий.

Разработанная технология внедрена и используется на ОАО «Гронитекс».

ВЫВОДЫ

Разработана технология получения пряжи линейной плотности 50 текс из 100 % отходов чесальных машин С60 на пневмомеханических прядильных машинах. Опытная пряжа обладает высокими физико-механическими свойствами, удовлетворяет требованиям к ткацкой и трикотажной пряже I сорта, вырабатываемой по ТУ РБ 00311645.116–200 «Пряжа хлопчатобумажная и смешанная» из средневолокнистого хлопка и может быть использована в ткацком и трикотажном производстве для производства изделий бытового и технического назначения.

Список использованных источников

1. Павлов, Ю. В. Получение пряжи большой линейной плотности / Ю. В. Павлов [и др.]. – Иваново : ИГТА, 2004. – 144 с.
2. Катович, О. М. Теоретико-экспериментальные исследования процесса гребнечесания на машине Е 66 фирмы Rieter / О. М. Катович, Д. Б. Рыклин // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности :

Статья поступила в редакцию 30.01.2013.

SUMMARY

Technology for yarn production from cotton wastes is developed. The fibers features in the wastes are investigated and the chain of technological equipment for production the yarn of linear density 50 tex is developed. The experimental researches of the optimal values for high quality yarn production are developed.

УДК 685.34.021.3:685.341.85

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЦИОНАЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ДЕТСКОЙ ОБУВИ

Ю.В. Милюшкова, В.Е. Горбачик

Одним из показателей качества обуви является ее удобство, в значительной степени определяемое внутренней формой обуви, которая должна обеспечивать нормальное функционирование стопы. Особенно это касается детской обуви.

Разработка внутренней формы обуви – весьма сложная задача. Исходными данными для построения рациональной обувной колодки, которая в основном определяет внутреннюю форму обуви, являются антропометрические данные о форме и размерах средне-средней стопы по каждой половозрастной группе населения. Кроме этого, при определении параметров рациональной внутренней формы обуви должны быть учтены изменения размеров стопы в процессе ходьбы, динамика ее роста, рациональное распределение статической и динамической нагрузок при силовом взаимодействии стопы с обувью, фактор усадки верха обуви после снятия ее с колодки и в процессе последующего хранения, возрастные особенности стоп.

В действующий ГОСТ 3927 – 88 «Колодки обувные. Общие технические условия» [1] заложены результаты обмеров стоп, проведенных в 70-е годы прошлого столетия, но, как известно, основные параметры стоп с течением времени изменяются. Кроме того, в последнее время на предприятиях Республики Беларусь для производства детской обуви используют в основном образцы импортных колодок, параметры которых заведомо ориентированы на своих соотечественников. Поэтому модельеры вынуждены опытным путем корректировать колодки, подгоняя их параметры к размерам стоп белорусских потребителей, что не всегда положительно сказывается на рациональности готовой обуви.

Целью данной работы явилось определение рациональных параметров обувной колодки для дошкольной половозрастной группы на основании анализа существующих методов преобразования антропометрических характеристик стопы в параметры внутренней формы обуви.

В связи с этим на кафедре конструирования и технологии изделий из кожи учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» были проведены антропометрические исследования стоп 1810 детей Республики Беларусь дошкольного и младшего школьного возраста от 3 до 8 лет. Из всей исследуемой совокупности была выделена дошкольная половозрастная группа, в которую были включены дети в возрасте от 4 лет до 7 лет. Для выделенной группы, которая составила 1330 человек, были определены параметры средне-средней стопы [2].

Анализ литературы по вопросу исследования изменения основных размеров стопы (по длине и обхвату в пучках) в процессе ходьбы [3, 4] показал, что таким исследованиям уделялось большое внимание. Однако, учитывая, что данные по изменению размеров стопы при ходьбе были получены более 40 лет назад, а за последние десятилетия размеры стоп значительно изменились, нами были проведены исследования изменения стопы по длине и обхвату в пучках при ходьбе детей дошкольного возраста.

Регистрация изменения длинотных размеров стопы при ходьбе проводилось по методике, описанной в работе [5]. С целью упрощения обработки полученных данных было принято решение использовать персональный компьютер со специально разработанным программным обеспечением. Программа позволяет визуально отразить динамику изменения длины стопы в процессе ходьбы. Полученные данные отображаются в виде зависимостей изменения длины стопы во времени. Накопленный массив данных может выводиться на экран монитора и хранится в базе данных ПВМ, как по отдельной фазе шага, так и по нескольким циклам шагов. Для характеристики изменения длины стопы при ходьбе использовалось максимальное значение массива данных испытания. Программа обработки данных написана на языке программирования «DELPHI».

Исследование изменений обхвата стопы при ходьбе проводилось на специально разработанном приспособлении для измерения обхвата стопы [6].

В исследовании участвовало 11 детей в возрасте 4 – 7 лет (дошкольная группа) с длиной стопы $185 \pm 2,5$ мм и обхватом по наружному пучку 180 ± 3 мм (параметры средне-средней стопы). У каждого ребенка вначале регистрировались изменения размеров по длине, затем по обхвату стопы. Для каждого испытуемого измерение повторялось три раза, и вычислялись средние значения исследуемых параметров. Затем по всей группе детей проводилась статистическая обработка исследуемых параметров изменения стопы по длине и обхвату во время ходьбы и определялись следующие основные статистические характеристики: среднеарифметическая величина (M), ошибка среднеарифметической величины ($m(M)$), минимум (min), максимум (max), среднеквадратичное отклонение (σ), ошибка среднеквадратичного отклонения ($m(\sigma)$), коэффициент вариации (V).

В таблице 1 даны статистические характеристики исследуемых параметров изменения стопы по длине и обхвату во время ходьбы детей дошкольной группы (4 – 7 лет).

Таблица 1 – Статистические характеристики исследуемых параметров изменения стопы по длине и обхвату во время ходьбы детей дошкольной группы

| Размерные признаки | Обозначение | Статистические характеристики | | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|------------|------------|---------------|---------|
| | | M , мм | $m(M)$, мм | min , мм | max , мм | σ , мм | V , % |
| Длина стопы | $D_{ст.}$ | 5,0 | 0,1 | 4,4 | 5,5 | 0,3 | 6,5 |
| Обхват по наружному пучку | $O_{н.п.}$ | 4,5 | 0,1 | 4,0 | 5,0 | 0,3 | 7,5 |

Как видно из таблицы 1, ошибка среднеарифметической величины по исследуемым параметрам не превышает 0,5 % величины признака, что свидетельствует о достоверности полученных данных.

Таким образом, проведенные исследования показали, что увеличение длины и обхвата стопы в пучках при ходьбе по сравнению с аналогичными размерами при стоянии для детей дошкольной половозрастной группы составляет в среднем 5,0 мм и 4,5 мм соответственно.

Для расчета длины следа внутренней формы обуви (колодки) в работе [3] предложена формула

$$L_{сл} = D_{см} + P_1 + P_2 + P_3 - S, \quad (1)$$

где $L_{сл}$ – длина следа колодки, мм; $D_{см}$ – длина стопы, мм; P_1 – функциональный припуск, связанный с увеличением длины стопы во время ходьбы, мм; P_2 – припуск на рост стопы, равный среднему приросту длины стопы в данной группе за полугодие, мм; P_3 – декоративный припуск, зависящий от формы носочной части колодки и необходимый для ее построения, мм; S – сдвиг начала следа колодки в пятке, мм.

Функциональный припуск P_1 , учитывая проведенные нами исследования изменения длины стопы при ходьбе, был принят при расчетах равным 5,0 мм.

Припуск P_2 определялся исходя из среднего прироста длины стопы у детей дошкольной половозрастной группы за полугодие, который по данным антропометрических исследований стоп детей Республики Беларусь, проведенных нами [7], составляет 4,5 мм.

Припуск, учитывающий форму носочной части обуви для детей дошкольной группы, как правило, принимают равным нулю, так как для фасонов колодок с широким носком, которые необходимо применять для производства детской обуви, достаточно припуска, определяемого анатомо-физиологическими требованиями [8].

Тогда величина суммарного припуска ΣP к длине стопы составит:

$$\Sigma P = P_1 + P_2 + P_3 + 5,0 + 4,5 + 0 = 9,5 \text{ (мм)}.$$

Сдвиг начала следа колодки в пятке (S) определяется по формуле [8]

$$S = 0,02 * D_{см} + 0,05 * B_{н.н.}, \quad (2)$$

где $D_{см}$ – длина стопы, мм; $B_{н.н.}$ – высота приподнятости пяточной части колодки.

Согласно ГОСТ 3927–88 [1] колодке исходного среднего размера дошкольной половозрастной группы (185-го) соответствует длина стопы 185 мм. Величину приподнятости пяточной части колодки согласно рекомендациям [9] принимаем равной 10 мм. Тогда по формуле (2) величина «сдвиг начала следа колодки в пятке» составляет 4 мм.

Подставив полученные значения в формулу (1), величина следа колодки дошкольной группы равна:

$$L_{сл} = 185,0 + 9,5 - 4,0 = 190,5 \text{ (мм)}.$$

Однако в последнее время на предприятиях Республики Беларусь для производства детской обуви используют в основном образцы импортных колодок штихмассовой системы нумерации. В связи с этим на территории Республики Беларусь были введены дополнения к ГОСТ 3927–88 [10] для колодок и обуви штихмассовой системы нумерации. Штихмассовый номер характеризует длину следа колодки, выраженную в штихах (один штих равен 6,67 мм). Длина следа колодки в данном случае определяется как длина стопы с минимальным необходимым припуском, принятым равным 10 мм. Согласно ГОСТ 3927–88 [10] колодке исходного среднего размера дошкольной половозрастной группы (29-го) соответствует длина стопы 183,3 мм. Тогда длина следа колодки соответственно составляет 193,3 мм.

Как показал анализ зарубежной литературы [11], величина оптимального припуска к длине стопы для дошкольной группы в соответствии с таблицей WMS (WMS – это объединенный символ, принятый многими производителями Германии для определения специфических требований к стандартизированной по длине и ширине детской обуви), равна 12 – 15 мм.

Учитывая это, для разрабатываемой дошкольной обувной колодки, длина следа была принята равной 195 мм.

Для расчета соотношения между обхватом плюснефалангового сочленения стопы и соответствующего ему обхвата колодки в пределах данной половозрастной группы в работе [3] предложена формула

$$O_k = O_c * K, \quad (3)$$

где O_k – обхват в пучках колодки, мм; O_c – обхват стопы в плюснефаланговом сочленении, мм; K – коэффициент, выражающий соотношение обхватов стопы и колодки.

Коэффициент K определяется по формуле

$$K = 1 + \frac{\Delta O_1 + \Delta O_2 - q}{O_c}, \quad (4)$$

где ΔO_1 – величина изменения обхвата стопы при ходьбе, мм; ΔO_2 – полугодовой прирост обхвата стопы, мм; q – величина допустимого давления обуви на стопу, мм; O_c – средняя арифметическое обхвата стопы для данной группы, мм.

При определении параметров обувной колодки по данному методу учитывается величина изменения обхвата стопы при ходьбе, полугодовой прирост обхвата стопы и величина допустимого давления обуви на стопу.

Согласно проведенному нами исследованию изменения обхвата стопы при ходьбе для детей дошкольной половозрастной группы ΔO_1 принят нами при расчетах равным 4,5 мм.

По данным антропометрических исследований стоп детей Республики Беларусь, проведенных нами [7], средний прирост обхвата стопы по наружному пучку в дошкольной половозрастной группе за полугодие (ΔO_2) составляет 4,0 мм.

Величина допустимого давления обуви на стопу для дошкольной половозрастной группы согласно данным работы [3] была принята равной 0.

Среднее арифметическое обхвата стопы по наружному пучку для исследуемой половозрастной группы согласно данным работы [2] составляет 180 мм.

Подставив эти значения в формулу (4), получаем, что коэффициент, выражающий соотношение обхватов стопы и колодки, $K = 1,047$. Тогда обхват колодки по наружному пучку согласно формуле (3) составляет 188,5 мм.

Однако описанный выше метод определения обхватных параметров обувной колодки не учитывает фактор усадки верха обуви после снятия ее с колодки и в процессе последующего хранения.

Это учтено в работе [12], где предложен расчетный метод преобразования форморазмеров стопы в параметры обувной колодки, основанный на их силовом взаимодействии. Согласно данному методу для одноименных сечений стопы, взаимодействующей с обувью, и колодки, на которой эта обувь изготовлена, справедливо равенство

$$O_k = \frac{O_c * (1 - 0,01 * \varphi)}{K_y * (1 + 0,01 * \varepsilon)}, \quad (5)$$

где O_c – периметр сечения стопы, мм; O_k – одноименный периметр сечения колодки, мм; φ – предел допустимого сжатия стопы обувью, %; K_y – коэффициент, характеризующий уменьшение периметра поперечного сечения обуви в результате усадки ее верха; ε – относительная деформация материалов верха обуви от внешнего силового воздействия, %.

Данный метод при определении параметров обувной колодки учитывает фактор усадки верха обуви, предел допустимого сжатия стопы обувью и относительную деформацию материалов верха обуви от внешнего силового воздействия.

Предел допустимого сжатия стопы обувью для дошкольной половозрастной группы, как отмечалось выше, был принят равным 0.

Коэффициент, характеризующий уменьшение периметра поперечного сечения обуви в результате усадки ее верха, согласно нашим исследованиям [13] при проектировании колодки для обуви обтяжно-затяжного способа формования был принят равным 0,983.

Величину ε , % согласно литературным данным [14] для расчетов можно принимать в пределах, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Величина относительной деформации для различных материалов верха обуви

| Материал верха | Величина относительной деформации ε , % |
|--------------------------------|---|
| Материал с большой тягучестью | 1,25 – 1,45 |
| Материал со средней тягучестью | 1,00 – 1,25 |
| Материал с малой тягучестью | 0,75 – 1,00 |

Для расчетов величина относительной деформации материалов верха обуви нами принята равной 1 % (средняя тягучесть). Тогда согласно формуле (5) обхват колодки по наружному пучку ($O_{к.н.п.}$) составит:

$$O_{к.н.п.} = \frac{180 * (1 - 0,01 * 0)}{0,983 * (1 + 0,01 * 1)} = 181,5 (мм).$$

Проанализировав описанные выше методы определения параметров внутренней формы обуви, для колодок дошкольной половозрастной группы нами предложено при преобразовании форморазмеров стопы в параметры одноименных сечений обувной колодки равенство (5) трансформировать следующим образом:

$$O_k = \frac{O_c * (1 - 0,01 * \varphi)}{K_y * (1 + 0,01 * \varepsilon)} + \Delta O_1 + \Delta O_2. \quad (6)$$

Таким образом, при расчете параметров обувной колодки учитывается не только фактор усадки верха обуви, предел допустимого сжатия стопы обувью и относительная деформация материалов верха обуви от внешнего силового воздействия, но и величина изменения обхвата стопы при ходьбе и полугодовой прирост обхвата стопы в конкретном сечении.

Тогда согласно формуле (6) обхват колодки по наружному пучку ($O_{к.н.п.}$) составит:

$$O_{к.н.п.} = \frac{180 * (1 - 0,01 * 0)}{0,983 * (1 + 0,01 * 1)} + 4,5 + 4,0 = 190 (мм).$$

Согласно ГОСТ 3927–88 [1] основными контрольными параметрами колодок являются периметры наклонных сечений 0,68/0,72 $D_{см}$ и 0,55 $D_{см}$, ширина следа в сечениях 0,18 $D_{см}$ и 0,68 $D_{см}$.

Значение обхвата колодки в сечении 0,68/0,72 $D_{см}$ ($O_{к.0,68/0,72}$) можно получить путем умножения значения обхвата колодки по наружному пучку ($O_{к.н.п.}$) на коэффициент 1,02 согласно проведенных нами исследований [15]. Тогда

$$O_{к.0,68 / 072} = O_{к.н.п.} * 1,02. \quad (7)$$

Согласно формуле (7) обхват колодки в сечении 0,68/0,72 $D_{см}$ составляет 194 мм.

Что касается широтных параметров колодки, то по данным работы [4] проведенный анализ принципов конструирования колодок показал, что ширина колодки по пучкам составляет 33 – 36 % обхвата ее в пучках. При проектировании детских колодок ширина по пучкам принимается равной 36 % от ее обхвата. Ширина

пяточной части колодки равна 67 % ее ширины по пучкам. Тогда, согласно вышесказанному, в нашем случае ширина колодки по пучкам составит 70 мм, что соответствует 66 мм в сечении $0,68 D_{cm}$ (Шк. 0,68), а ширина колодки в сечении $0,18 D_{cm}$ (Шк. 0,18) составит соответственно 47 мм.

Основные параметры разрабатываемой обувной колодки для детей дошкольной половозрастной группы сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Основные параметры разрабатываемой обувной колодки

| Основные параметры | Значение параметров, мм |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Длина следа | 195,0 |
| Обхват в сечении $0,68/0,72 D_{cm}$ | 194,0 |
| Ширина следа в сечении $0,18 D_{cm}$ | 47,0 |
| Ширина следа в сечении $0,68 D_{cm}$ | 66,0 |

Таким образом, в результате проведенной работы на основании полученной антропометрической информации о форме и размерах средне-средней стопы были определены параметры рациональной внутренней формы детской обуви для дошкольной половозрастной группы. Согласно ГОСТ 3927 – 88 [1] установленные нами параметры в наибольшей степени соответствуют параметрам колодки дошкольной половозрастной группы 185 размера 4 полноты.

Список использованных источников

1. ГОСТ 3927–88. Колодки обувные. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 3927–75 ; введ. 1988–09–28. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 60 с.
2. Милюшкова, Ю. В. Антропометрические исследования стоп детей дошкольного возраста / Ю. В. Милюшкова // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2010. – Вып. 19. – С. 62-67.
3. Фарниева, О. В. Совершенствование размерной стандартизации и ассортимента обуви / О. В. Фарниева, К. Н. Нургельдиев. – Ашхабад : Ылым, 1982. – 192 с.
4. Основы рационального конструирования колодок и обуви : пер с польск. / Э. Холева [и др.]. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 248 с.
5. Милюшкова, Ю. В. Устройство для регистрации изменения длины стопы в динамике / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик, А. Л. Ковалев // С наукой в будущее : материалы международной научно-практической конференции высших и средних специальных учебных заведений, Барановичи, 18 мая 2012 г. / УО «Барановичский государственный колледж легкой промышленности им. В. Е. Чернышева». – Барановичи, 2012. – С. 101-103.
6. Пат. 7977 Республика Беларусь, МПК А 43D 1/02. Приспособление для измерения обхвата стопы / Ю. В. Милюшкова, А. Л. Ковалев, В. Е. Горбачик ; заявитель и патентообладатель учреждение образования «Витебский государственный технологический университет». - № и 20110595 ; заявл. 2011.07.18 ; опубл. 2012.02.28, Бюллетень № 1. – С. 202-203.
7. Возрастные изменения параметров стоп и голени у детей / В. Е. Горбачик [и др.] // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2010. – С. 97-100.
8. Конструирование изделий из кожи : учебник для студентов вузов, обуч. по спец. «Конструирование изделий из кожи», «Технология изделий из кожи» / Ю. П. Зыбин [и др.]. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.

9. О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков : ТР ТС 007/2011 – 2011. – утв. решением Комиссии Таможенного союза № 797 от 2011 – 09 – 23. – 60 с.
10. ГОСТ 3927–88. Колодки обувные. Общие технические условия : Изменения № 2 РБ. – Введ. 2003–03–01. – Минск, 2002. – 24 с.
11. Решение вопросов впорности детской обуви в ФРГ // Фрагмент банка данных «ИНФО-ЦИПРО». Информация о достижениях науки, техники и производства в обувной и кожгалантерейной промышленности в СССР и за рубежом. – Москва, 1991. – Выпуск 4 – С. 37-47.
12. Фукин, В. А. Проектирование обувных колодок / В. А. Фукин, В. В. Костылева, В. П. Лыба. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 88 с.
13. Милюшкова, Ю. В. Исследование усадки детской обуви / Ю. В. Милюшкова, Р. Н. Томашева, В. Е. Горбачик // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2011. – Вып. 21. – С. 63-67.
14. Разработка и обоснование технологии изготовления специальной обуви в условиях массового производства / И. А. Максимова [и др.]. – Москва : МГУДТ, 2009. – 156 с.
15. Милюшкова, Ю. В. Об использовании данных обмеров стоп при проектировании колодок и обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2009. – С. 92-94.

Статья поступила в редакцию 14.02.2013.

SUMMARY

The article is devoted to a question determining the parameters of rational inner form of children's footwear for preschool age and gender groups. It presents the results of the study of changes in the main dimensions of the foot (length and girth in bunches) in the process of walking. The existing methods for the conversion of anthropometric characteristics of the foot in the settings for the internal shape of the footwear are analysed. On the bases of these studies and anthropometric characteristics of preschoolers foot the ratio of transition form sizes of foot to geometric parameters of the shoe pad for children preschool age and gender groups are determined.

УДК [677.075:61]:677.075.017

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖА ДЛЯ КОМПРЕССИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.Л. Надёжная, А.А. Кузнецов, А.В. Чарковский

Компрессионные трикотажные изделия предназначены для обеспечения дозированного давления на участок тела человека. Изделия данной группы являются эффективными функциональными средствами как лечения, так и профилактики ряда заболеваний: варикозного расширения вен, последствий ожогов, послеоперационных и посттравматических отеков.

Давление на тело – основной показатель назначения компрессионных трикотажных изделий, который зависит от нагрузок, возникающих при растяжении трикотажа. Проектирование компрессионных изделий обычно основывается на анализе

экспериментальных зависимостей распределенной нагрузки (или напряжения) трикотажа от относительной деформации, получаемых, как правило, при постоянной скорости нарастания деформации (диаграмм растяжения) [1, 2]. Однако во время эксплуатации компрессионного изделия давление на тело не постоянно, а уменьшается в течение носки до некоторого равновесного значения. Несомненный практический интерес вызывает прогнозирование равновесного значения давления компрессионного изделия, а также его взаимосвязь с начальным значением. Вследствие этого проведение комплекса экспериментально-аналитических исследований, направленных на прогнозирование деформационных свойств трикотажа, является актуальной научно-практической задачей.

В качестве объектов при проведении исследований использовались образцы кулирного эластомерного трикотажа для компрессионных изделий лечебно-профилактического назначения. Технологические параметры исследуемых трикотажных полотен представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические параметры исследуемых трикотажных полотен

| № варианта | Базовое переплетение | Вид и линейная плотность сырья | Число петельных столбиков на 10 см | Число петельных рядов на 10 см |
|------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | кулирная гладь | х/б 16,5 текс спандекс 8 текс | 170 | 280 |
| 2 | ластик 1+1 | х/б 16,5 текс спандекс 8 текс | 210 | 264 |

Для определения взаимосвязи напряжения, деформации и времени нагружения текстильных материалов наиболее часто используют механические модели, которые нашли широкое применение при исследовании деформационных свойств полимерных материалов. Прогнозирование деформационных свойств исследуемых трикотажных полотен предлагается осуществлять на основе обобщенной механической модели Максвелла (рис. 1), характеризуемой двумя средними временами релаксации, которая состоит из трех параллельно соединенных модельных элементов: двух вязкоупругих элементов Максвелла ($E_{11} - \eta_1$ и $E_{12} - \eta_2$) и одного упругого элемента E_2 [3, 4].

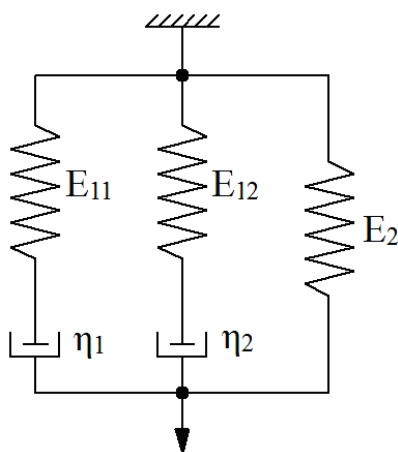


Рисунок 1 – Обобщенная механическая модель Максвелла, характеризуемая двумя средними временами релаксации

Модель позволяет учитывать составляющие напряжения, обусловленные быстропротекающими и замедленными процессами релаксации, время протекания которых меньше времени одного цикла ношения изделия.

Дифференциальное уравнение механической модели имеет следующий вид:

$$\eta_1 \eta_2 \left(\frac{1}{E_{11}} + \frac{1}{E_{12}} + \frac{E_2}{E_{11} E_{12}} \right) \frac{d^2 \varepsilon(t)}{dt^2} + \left(\eta_1 + \eta_2 + E_2 \left(\frac{\eta_1}{E_{11}} + \frac{\eta_2}{E_{12}} \right) \right) \frac{d\varepsilon(t)}{dt} + E_2 \varepsilon(t) =$$

$$= \frac{\eta_1 \eta_2}{E_{11} E_{12}} \frac{d^2 \sigma(t)}{dt^2} + \left(\frac{\eta_1}{E_{11}} + \frac{\eta_2}{E_{12}} \right) \frac{d\sigma(t)}{dt} + \sigma(t) \quad (1)$$

Решение дифференциального уравнения (1) при условии растяжения образца с постоянной скоростью нарастания удлинения $c = \varepsilon / t$ до заданного конечного значения $\varepsilon = \varepsilon_k$ и последующей релаксации напряжений имеет следующий вид:

$$\sigma(t) = \sigma_{01} e^{-\frac{t}{T_1}} + \sigma_{02} e^{-\frac{t}{T_2}} + E_2 \varepsilon_k = c \eta_1 \left(1 - e^{-\frac{\varepsilon_k}{c T_1}} \right) e^{-\frac{t}{T_1}} + c \eta_2 \left(1 - e^{-\frac{\varepsilon_k}{c T_2}} \right) e^{-\frac{t}{T_2}} + E_2 \varepsilon_k, \quad (2)$$

где $T_1 = \eta_1 / E_{11}$ и $T_2 = \eta_2 / E_{12}$ – постоянные времена, характеризующие темп быстропротекающих и замедленных процессов релаксации напряжений соответственно; $\sigma_{01} = c \eta_1 \left(1 - e^{-\frac{\varepsilon_k}{c T_1}} \right)$, $\sigma_{02} = c \eta_2 \left(1 - e^{-\frac{\varepsilon_k}{c T_2}} \right)$ – составляющие напряжения, релаксирующие вследствие быстропротекающих и замедленных процессов соответственно.

Для численной оценки параметров механической модели для исследуемых образцов трикотажных полотен были проведены экспериментальные исследования в режимах растяжения с постоянной скоростью нарастания удлинения и релаксации напряжения. Испытания проводились на автоматизированной разрывной машине «Frank» [5] при следующих условиях: ширина образцов – 50 мм; направление растяжения – вдоль петельных рядов; зажимная длина образцов – 100 мм; скорость деформирования – 100 мм/мин.

По результатам предварительных испытаний для трикотажных полотен получены экспериментальные кривые релаксации напряжения при постоянном удлинении $\varepsilon_k = 2$ и времени наблюдения процесса $t_n = 3600$ с, произведена оценка параметров уравнения (2), численные значения которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты математического моделирования процесса релаксации напряжений по выражению (2)

| Наименование исследуемых образцов трикотажа | Средние значения параметров выражения (2) | | | | | Коэффициент детерминации модели R^2 | η_1 , МПа·с | η_2 , МПа·с |
|---|---|-----------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------------------------|------------------|------------------|
| | T_1 , с | T_2 , с | σ_{01} , МПа | σ_{02} , МПа | E_2 , МПа | | | |
| Вариант 1 | 22 | 1017 | 0,738 | 0,342 | 0,96 | 0,951 | 44,464 | 184,099 |
| Вариант 2 | 20 | 1144 | 0,098 | 0,066 | 0,211 | 0,952 | 4,084 | 40,699 |

В результате математического моделирования установлено, что практическое использование механической модели с двумя средними временами релаксации позволяет достоверно описать процесс релаксации напряжений исследуемых трикотажных полотен при постоянном заданном значении удлинения. Однако следует отметить, что механическая модель должна быть адекватна результатам эксперимента не только в режиме релаксации напряжения $\sigma(t)$, но и при других режимах деформирования. При постоянной скорости нарастания удлинения $c = \varepsilon / t$ решение уравнения (1) будет иметь следующий вид:

$$\sigma(\varepsilon) = c\eta_1 \left(1 - e^{-\frac{E_{11}\varepsilon}{c\eta_1}} \right) + c\eta_2 \left(1 - e^{-\frac{E_{12}\varepsilon}{c\eta_2}} \right) + E_2\varepsilon = c\eta_1 \left(1 - e^{-\frac{\varepsilon}{cT_1}} \right) + c\eta_2 \left(1 - e^{-\frac{\varepsilon}{cT_2}} \right) + E_2\varepsilon. \quad (3)$$

По результатам математического моделирования процесса деформирования трикотажных полотен при постоянной скорости нарастания удлинения с использованием параметров, численные значения которых представлены в таблице 2, установлено, что диаграммы растяжения, полученные путем моделирования, существенно отличаются от экспериментальных. В связи с этим была выдвинута гипотеза о том, что параметры механической модели *не являются постоянными, а изменяются в процессе растяжения и зависят от величины удлинения.*

Определение зависимостей параметров механической модели от величины удлинения возможно при наличии экспериментальных кривых релаксации напряжения при различных величинах относительной деформации со временем наблюдения t_n , по истечении которого завершаются быстропротекающие и замедленные процессы релаксации напряжений. Однако проведение экспериментальных исследований требует значительных временных затрат, вследствие этого изучалась возможность определения параметров механической модели по результатам более кратковременных испытаний.

Предположим:

- увеличение относительного удлинения приводит к изменению равновесного значения напряжения, равного $E_2\varepsilon$, а также релаксирующих составляющих напряжения σ_{01} и σ_{02} , причем данные величины возрастают с увеличением относительного удлинения;

- в процессе растяжения параметры механической модели изменяются таким образом, что средние времена релаксации T_1 и T_2 являются постоянными и не зависят от величины удлинения.

Последнее допущение позволяет определить условное время быстропротекающих $t_\delta \approx (3...5)T_1$ и замедленных процессов релаксации напряжения $t_m \approx (3...5)T_2$. Учитывая результаты, представленные в таблице 2, для исследуемых образцов трикотажа принимали $t_\delta = 100 \text{ с}$. Следовательно, для определения зависимости $\sigma_{01}(\varepsilon)$ достаточно провести экспериментальные исследования в режиме релаксации напряжений при времени наблюдения $t_n = t_\delta$ при различных величинах относительной деформации ε_k .

Для исследуемых трикотажных полотен проведены испытания в режиме релаксации напряжения при различных значениях деформации ε_k и времени наблюдения $t_n = 100 \text{ с}$. По результатам экспериментальных исследований определены зависимости $\sigma_{01}(\varepsilon)$, а затем рассчитаны соответствующие им значения динамической вязкости $\eta_1(\varepsilon)$ согласно следующему выражению:

$$\eta_1(\varepsilon) = \sigma_{01}(\varepsilon) / c \cdot \left(1 - e^{-\frac{\varepsilon}{cT_1}} \right). \quad (4)$$

Для математического описания зависимости динамической вязкости $\eta_{1(i)}(\varepsilon)$ i -го варианта трикотажа (рисунок 2) предлагается использовать следующие соотношения:

$$\eta_{1(i)}(\varepsilon) = K_{\eta_{1(i)}} \cdot \varepsilon^3; \quad (5)$$

$$\eta_{I(2)}(\varepsilon) = K_{\eta_{I(2)}} \cdot \varepsilon^2; \quad (6)$$

где $K_{\eta_{I(i)}}$ – темпы нарастания динамической вязкости $\eta_{I(i)}$, МПа·с.

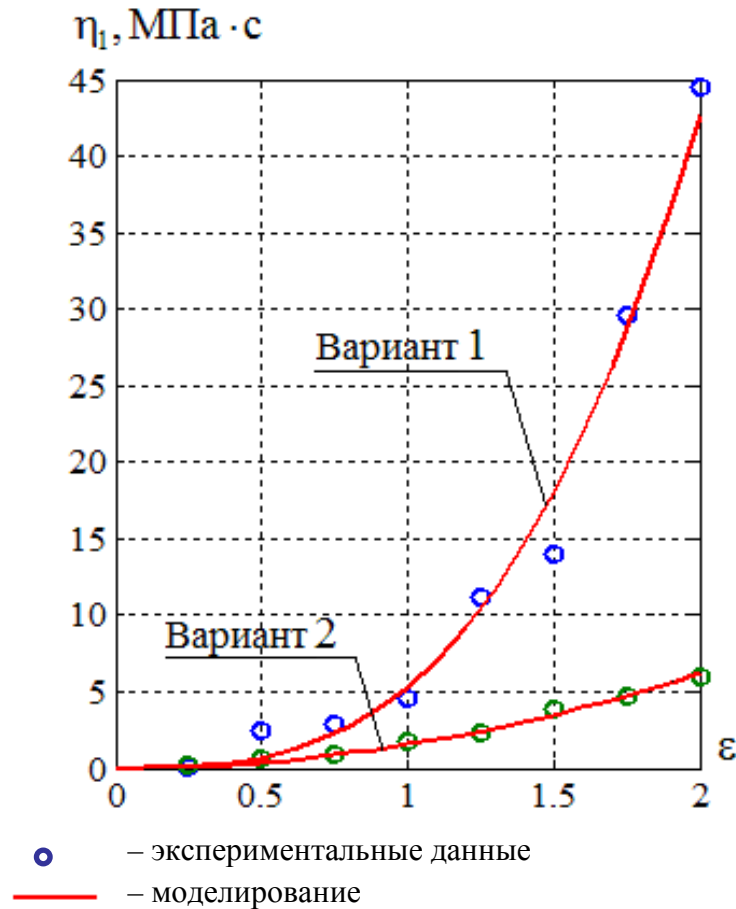


Рисунок 2 – Зависимости динамической вязкости η_I от деформации ε

Предположив, что общий вид зависимости $\eta_I(\varepsilon)$ и $\eta_2(\varepsilon)$ идентичен, темпы $K_{\eta_2(1)}$, $K_{\eta_2(2)}$ нарастания динамической вязкости η_2 с учетом значений $\sigma_{02(1)}$ и $\sigma_{02(2)}$, полученных в режиме релаксации напряжений при $\varepsilon_k = 2$ (таблица 2), определяется следующим соотношением:

$$K_{\eta_2(1)} = \sigma_{02(1)}(2) \cdot K_{\eta_{I(1)}} \cdot [1 - e^{-\frac{2}{T_{I(1)}}}] / \sigma_{0I(1)}(2) \cdot [1 - e^{-\frac{2}{T_{I(1)}}}]; \quad (7)$$

$$K_{\eta_2(2)} = \sigma_{02(2)}(2) \cdot K_{\eta_{I(2)}} \cdot [1 - e^{-\frac{2}{T_{I(2)}}}] / \sigma_{0I(2)}(2) \cdot [1 - e^{-\frac{2}{T_{I(2)}}}]. \quad (8)$$

С учетом того, что T_1 и $T_2 = const$, зависимости $E_{II}(\varepsilon)$ и $E_{I2}(\varepsilon)$ имеют вид:

$$E_{II(1)}(\varepsilon) = K_{\eta_{I(1)}} \cdot \varepsilon^3 / T_{I(1)} = K_{E_{II(1)}} \cdot \varepsilon^3; \quad (9)$$

$$E_{II(2)}(\varepsilon) = K_{\eta_{I(2)}} \cdot \varepsilon^2 / T_{I(2)} = K_{E_{II(2)}} \cdot \varepsilon^2; \quad (10)$$

$$E_{I2(1)}(\varepsilon) = K_{\eta_2(1)} \cdot \varepsilon^3 / T_{2(1)} = K_{E_{I2(1)}} \cdot \varepsilon^3; \quad (11)$$

$$E_{I2(2)}(\varepsilon) = K_{\eta_2(2)} \cdot \varepsilon^2 / T_{2(2)} = K_{E_{I2(2)}} \cdot \varepsilon^2 \quad (12)$$

где $K_{E_{11}(1)}$; $K_{E_{11}(2)}$; $K_{E_{12}(1)}$; $K_{E_{12}(2)}$ – темпы нарастания соответствующих модулей упругости, МПа.

Используя выражение (3), на основе массива координат экспериментальных диаграмм растяжения $\sigma(\varepsilon)$, найденных параметров T_1 , T_2 и зависимостей $\eta_1(\varepsilon)$, $\eta_2(\varepsilon)$ сформированы массивы координат равновесной составляющей напряжения $[E_2(\varepsilon) \cdot \varepsilon; \varepsilon]$. В результате математического моделирования установлены зависимости $E_{2(i)}(\varepsilon)$ для i -го варианта трикотажа:

$$E_{2(1)}(\varepsilon) = E_{20(1)} + K_{E_2(1)} \cdot \varepsilon^3, \quad (13)$$

$$E_{2(2)}(\varepsilon) = E_{20(2)}, \quad (14)$$

где $E_{20(1)}$ и $E_{20(2)}$ – начальные значения модуля упругости E_2 для i -го варианта трикотажа, МПа; $K_{E_2(1)}$ – темп нарастания модуля упругости E_2 трикотажа варианта 1, МПа.

Следует отметить, что для трикотажа варианта 2 модуль упругости механической модели E_2 постоянен в исследуемом диапазоне деформации. Величины темпов нарастания динамических вязкостей, начальных значений и темпов нарастания модулей упругости для исследуемых трикотажных полотен представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Величины темпов нарастания динамических вязкостей, начальных значений и темпов нарастания модулей упругости

| Наименование исследуемых образцов | $K_{\eta_1}, \text{МПа} \cdot \text{с}$ | $K_{\eta_2}, \text{МПа} \cdot \text{с}$ | $K_{E_{11}}, \text{МПа}$ | $K_{E_{12}}, \text{МПа}$ | $E_{20}, \text{МПа}$ | $K_{E_2}, \text{МПа}$ |
|-----------------------------------|---|---|--------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Вариант 1 | 5,337 | 22,097 | 0,243 | 0,022 | 0,161 | 0,1 |
| Вариант 2 | 1,55 | 10,474 | 0,078 | 0,009 | 0,21 | - |

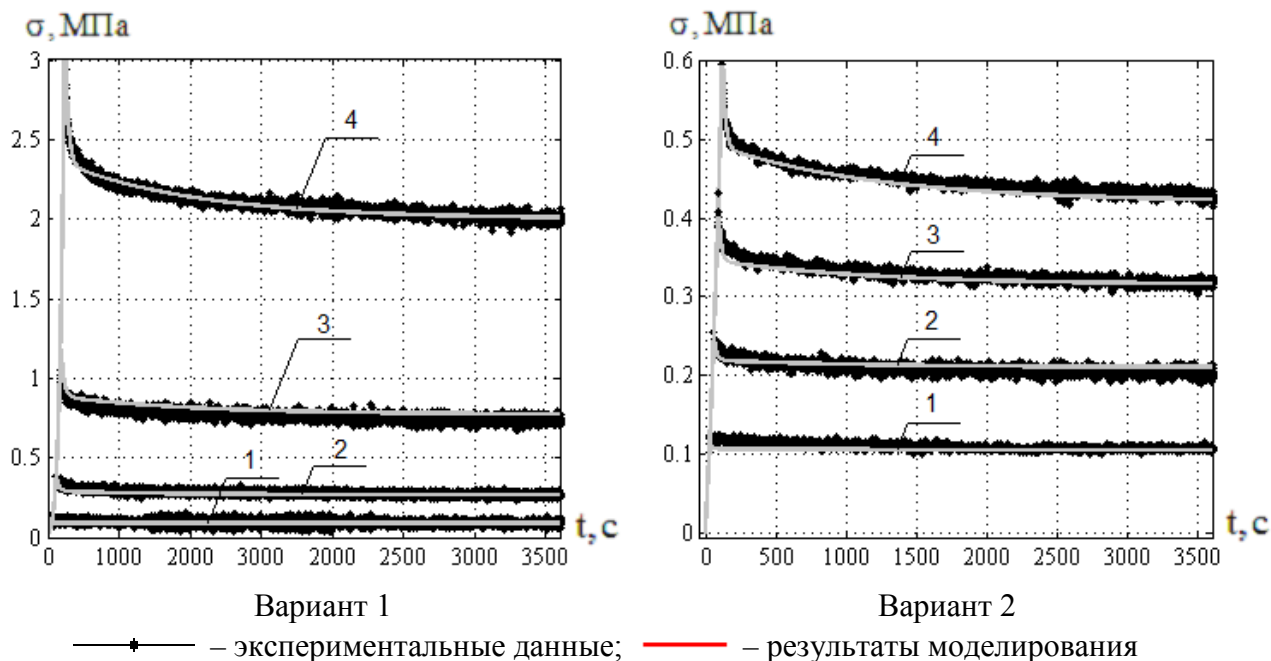
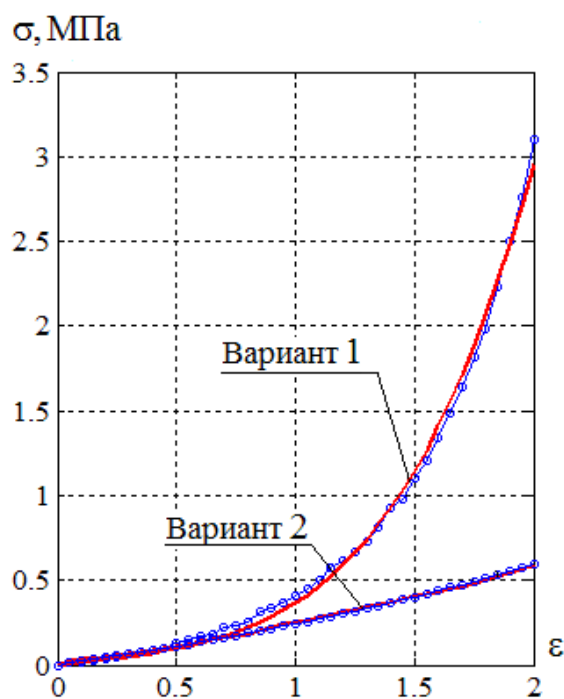


Рисунок 3 – Кривые релаксации напряжений трикотажных полотен:
1 – $\varepsilon = 0,5$; 2 – $\varepsilon = 1$; 3 – $\varepsilon = 1,5$; 4 – $\varepsilon = 2$



—○— — экспериментальные данные; — — результаты моделирования

Рисунок 4 – Диаграммы растяжения трикотажных полотен вдоль петельных рядов

Для оценки возможности применения механической модели с учетом переменных параметров, определенных по предложенной методике, для количественного описания и прогнозирования процессов релаксации напряжений исследуемых трикотажных полотен были проведены экспериментальные исследования в режиме релаксации напряжений при различных величинах относительного удлинения ϵ_k и времени наблюдения $t_n = 3600$ с (рисунок 3). На рисунке 4 представлены диаграммы растяжения исследуемых образцов трикотажа, полученные экспериментальным путем и путем моделирования с использованием выбранной модели. Сравнение экспериментальных данных и результатов моделирования, представленных на рисунках 3 и 4, подтверждает, что использование обобщенной механической модели Максвелла с двумя временами релаксации с учетом зависимостей ее параметров от относительного удлинения, определенных по предложенной методике, позволяет достоверно моделировать процессы релаксации напряжений, а также режим растяжения с постоянной скоростью нарастания относительного удлинения трикотажа для компрессионных медицинских изделий. Это позволяет прогнозировать зависимость равновесной составляющей напряжения от деформации. Предложенный метод идентификации параметров механической модели предполагает наличие только одной кривой релаксации напряжений со временем наблюдения, соизмеримым со временем окончания замедленных процессов релаксации напряжений, что позволяет существенно сократить время испытаний.

Список использованных источников

1. Филатов, В. Н. Упругие текстильные оболочки / В. Н. Филатов. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 248 с.
2. Maklewska, E. Modelling and designing of knitted products used in compressive therapy / E. Maklewska, A. Nawrocki, J. Ledwoń, K. Kowalski // *Fibres and Text. East. Eur.* – 2006. – 14, № 5. – P. 111-113.

3. Нарисава, И. Прочность полимерных материалов / И. Нарисава. – Москва : Химия, 1987. – 400 с.
4. Матуконис, А. В. Строение и механические свойства неоднородных нитей / А. В. Матуконис. – Москва : Легпромбытиздат, 1971. – 186 с.
5. Фурашова, С. Л. Использование модельных методов для описания релаксации напряжений обувных материалов / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик, П. И. Скоков // Вестник Казанского технологического университета. – 2007. – № 6 – С. 71 – 75.

Статья поступила в редакцию 21.03.2013.

SUMMARY

There are results of experimental and analytical studies of deformation properties for compression hosiery products based on the use of the mechanical model of Maxwell's two middle relaxation times. It was found that the mechanical parameters of the selected model depend on the deformation. We propose a method to identify the parameters of the mechanical model with only one curve of stress relaxation time of observation commensurate with the time of the end of the slow processes of stress relaxation, which can significantly reduce the time of testing.

УДК 627.027:66.047.37

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЧ СУШКИ ТКАНЕЙ

А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский, С.В. Жерносок

ВВЕДЕНИЕ

Нагрев влажных материалов в переменном электрическом поле основан на явлении поляризации в диэлектриках. При нагреве диэлектрических материалов в поле сверхвысокой частоты происходит преобразование энергии электромагнитного поля в тепловую за счет диэлектрических потерь, которые зависят от электрофизических свойств, влагосодержания и строения материала. Отличительной особенностью нагрева влажных диэлектриков является равномерное выделение тепла во всем объеме тела, высокая интенсивность нагрева и испарения влаги с поверхности, регулируемость зависимости диэлектрических потерь от длины волны [1, 2, 3].

По своим электрофизическим свойствам ткани относятся к диэлектрикам, которые в зависимости от строения волокон, пористости и воздухопроницаемости делятся на полярные и неполярные [1, 2]. Неполярные материалы характеризуются низкими значениями диэлектрических потерь и слабо нагреваются в поле сверхвысокой частоты. Диэлектрические свойства тканей и текстильных материалов в существенной степени зависят от природы волокнообразующей структуры, пористости, поверхностной плотности, воздухопроницаемости [1, 2, 3]. Для полиамидных и полиакриловых волокон коэффициент диэлектрических потерь на порядок выше по сравнению с неполярным полиэфирным или триацетатным волокном. Показатель диэлектрических потерь хлопка имеет промежуточное значение [1].

Термопластичные волокна (хлопок, вискоза, лен, шерсть) в условиях диэлектрического нагрева прогреваются слабее, чем полярные волокна. Но поскольку текстильные материалы после процесса увлажнения содержат в значительном количестве влагу (80 – 120 %), а также различные красители и аппретирующие вещества, то достигается многократное повышение интенсивности диэлектрического нагрева влажных тканей. Такая система «волокно–вода» рассматривается как

полярный диэлектрик, электрофизические характеристики которого близки к воде, а теплофизические – к материалу-носителю (ткани) [1].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В отличие от обычных методов сушки, для которых перенос влаги внутри тела происходит под действием градиентов влагосодержания и температуры, при сушке в поле сверхвысокой частоты на перенос влаги основное влияние оказывает напряженность электрического и магнитного полей. Для применяемых на практике диапазона частот с периодом колебания электрического поля 10^9 с (частота 1 ГГц) временем ионной и электронной поляризации (10^{13} с) можно пренебречь и считать, что эти процессы происходят мгновенно.

Под действием электрического поля происходит интенсивное выделение тепла и энергия, затраченная на поляризацию влажного тела, генерируется в виде тепла [1, 2, 3].

Количество выделяемого тепла в единице объема материала ($\text{Вт} / \text{м}^3$) определяется по формуле [1, 2, 3]

$$Q_v = 5,55 \cdot \varepsilon_m \cdot \text{tg}\delta \cdot \nu \cdot E^2 \cdot 10^{-11}, \quad (1)$$

где E — напряженность внешнего электрического поля, $\text{В} / \text{м}$; ε_m — диэлектрическая постоянная нагреваемого материала (для тканей $\varepsilon_m = 2$); $\text{tg}\delta$ — тангенс угла диэлектрических потерь; ν — частота электрического поля, Гц.

Диэлектрическая постоянная ε_m и $\text{tg}\delta$ составляют основные электрофизические характеристики влажных материалов. Произведение $\varepsilon_m \text{tg}\delta$ называется коэффициентом диэлектрических потерь k , который зависит от влагосодержания, частоты, температуры и связи влаги с материалом [1, 2].

Сильно влияет на значение коэффициента потерь $k = \varepsilon_m \text{tg}\delta$ волокнистая структура тела, пористость и воздухопроницаемость, что особенно важно при СВЧ-сушке тканей.

Скорость испарения влаги при сушке в поле СВЧ значительно превышает скорость испарения влаги при сушке другими методами энергоподвода. Исследования терморadiационной сушки тканей показали, что скорость испарения влаги ($\text{кг} / \text{м}^2 \text{ч}$) в два раза оказалась ниже, чем при сушке в поле СВЧ, при практически одинаковых мощностях источника излучения и генерации СВЧ [4].

В процессе конвективной сушки температурный градиент препятствует перемещению влаги к поверхности тела (температура на поверхности больше, чем в центре тела), при сверхвысокочастотной сушке термодиффузия направлена от центра к поверхности и влагосодержание имеет обратный характер, влагосодержание на поверхности больше, чем в центре [2].

Испарение влаги, в отличие от конвективной сушки, происходит во всем объеме тела, причем в центре тела больше, чем на поверхности, что вызывает возникновение градиента давления, который сильно влияет на перенос пара внутри тела.

Кинетика процесса сушки токами сверхвысокой частоты в принципе не отличается от других способов сушки. Отличие заключается в очень быстром прогреве материала до температур, близких к $t \approx 100^\circ \text{C}$.

Интенсивность переноса влаги внутри тела при сверхвысокочастотном нагреве характеризуется величиной критерия Померанцева [2]:

$$Po = \frac{Q_v R_v^2}{\lambda_{вт} T_m}, \quad (2)$$

где R_V — характерный размер тела, м; $\lambda_{вл}$ — теплопроводность влажного тела, Вт/м °С; T_m — абсолютная температура влажного тела, К.

Основное уравнение кинетики сушки СВЧ имеет вид [2]:

$$q = r \frac{d\bar{u}}{d\tau} R_V \rho_0 (1 + K_c R b_0) = Q_V R_V + q_k(\tau), \quad (3)$$

где r — теплота парообразования, Дж/кг; $\frac{d\bar{u}}{d\tau}$ — скорость сушки, с⁻¹; \bar{u} — среднее интегральное влагосодержание, %; τ — время сушки, с; ρ_0 — плотность сухого тела, кг/м³; K_c — критерий, учитывающий изменение теплоемкости влажного тела [2]:

$$K_c = \frac{c_0 + c_e}{c_0}, \quad (4)$$

где c_0 , c_e — теплоемкости сухого тела и воды [5], Дж/кг °С.

Критерий Ребиндера $R b_0$ выбирается по отношению к сухому телу:

$$R b_0 = \frac{c_0 b}{r}, \quad (5)$$

где $b = \frac{dt}{d\bar{u}}$ — температурный коэффициент сушки, °С.

Мощность конвективного источника тепла определяется по уравнению теплообмена

$$q_k(\tau) = \bar{\alpha} F_m (t_m - t_k), \text{ Вт}, \quad (6)$$

где $\bar{\alpha}$ — коэффициент конвективного теплообмена, Вт/м² °С; F_m — поверхность испарения влажного материала, м²; t_m и t_k — температуры материала и среды в камере, °С.

В периоде постоянной скорости сушки коэффициент $b = \frac{d\tau}{d\bar{u}} = 0$ и критерий Ребиндера $R b_0 = 0$.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ И ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Ткани относятся к тонким волокнистым материалам с высокой пористостью и воздухопроницаемостью. Кинетика сушки тканей в поле сверхвысокой частоты принципиально не отличается от кинетики сушки другими способами подвода тепла к материалу. Исследование процесса сушки проводилось при трех значениях мощности генератора СВЧ: $N_r = 300 \text{ Вт}$, $N_r = 600 \text{ Вт}$, $N_r = 850 \text{ Вт}$ при частоте 2,45 ГГц. Результаты исследования кинетики сушки тканей в поле СВЧ сопоставлялись с результатами исследования кинетики терморadiационной сушки тканей [4]. В отличие от сушки инфракрасными лучами кривые сушки вискозной и льняной тканей для каждого режима сушки в поле СВЧ практически совпадали. На рисунке 1 а, б изображены кривые сушки (а) и кривые интенсивности испарения влаги (б) при сушке вискозы и льна для трех значений мощности генератора СВЧ.

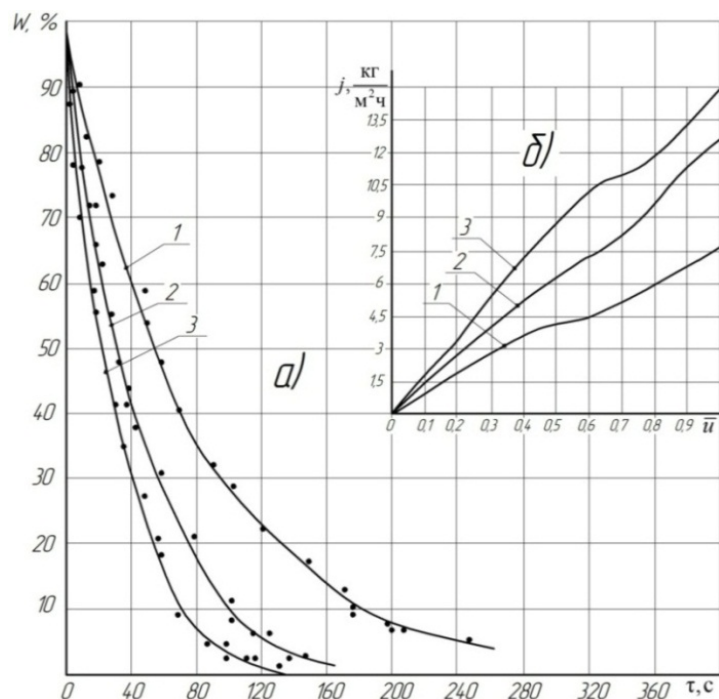


Рисунок 1 — Кривые сушки (а) и кривые интенсивности сушки тканей (б) в поле СВЧ при мощности источника генерации энергии: **1** — $N_r = 300 \text{ Вт}$;
2 — $N_r = 600 \text{ Вт}$; **3** — $N_r = 850 \text{ Вт}$

Совпадение кривых сушки для разных тканей при одинаковых режимах можно объяснить высокой интенсивностью испарения влаги, в два раза выше, чем при терморadiационной, [4] и в три раза выше, чем при конвективной сушке газами [2].

Из рисунка 1 а, б видно, что, в отличие от терморadiационной сушки тканей [4], сушка в поле СВЧ происходит в периоде падающей скорости. Периода постоянной скорости сушки не наблюдается ни по влагосодержаниям, ни по температурам. Отличительной особенностью нагрева тканей в поле СВЧ от других способов подвода тепла является быстрый прогрев тканей до температуры 60°C , а затем более замедленное повышение до $t_m = 90 \div 100^\circ\text{C}$.

Температура тканей при $N_r = 300 \text{ Вт}$ возрастала до $50 - 52^\circ\text{C}$ за $20 - 25 \text{ с}$, а при мощностях $N_r = 600 \text{ Вт}$, $N_r = 850 \text{ Вт}$ достигала $t_m = 60 \div 65^\circ\text{C}$ уже через $7 - 10 \text{ с}$.

Время сушки по сравнению с терморadiационной [4] сокращается в два раза, а интенсивность испарения влаги выше в $1,7 - 1,8$ раза.

Зафиксировать момент возникновения градиента давления в тонких тканях невозможно. Релаксация градиента давления в таких тонких волокнистых с высокой пористостью и воздухопроницаемостью материалах происходит мгновенно, и зафиксировать этот момент можно, только применяя высокоскоростную фотосъемку [2].

На рисунке 2 дана зависимость времени сушки τ от мощности генерируемого источника в интервале N_r от 300 Вт до 850 Вт при различных влагосодержаниях W . Зависимость $N_r = f(\tau)$ (рисунок 2) позволяет определять время сушки τ в диапазоне $N_r = 300 \div 850 \text{ Вт}$ при различных влагосодержаниях W .

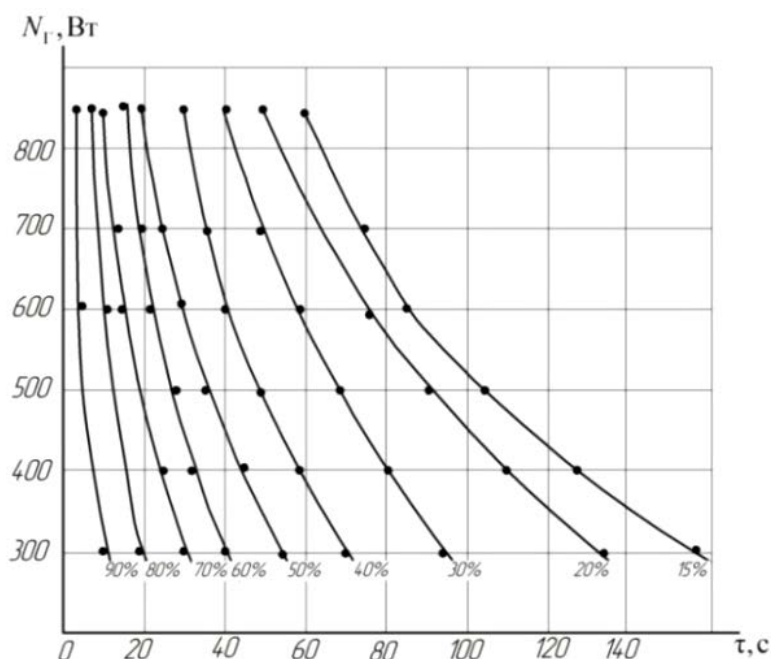


Рисунок 2 — Зависимость времени сушки τ от мощности генератора СВЧ при различных влагосодержаниях в процессе сушки тканей

На рисунке 3 даны результаты обработки экспериментальных данных в виде зависимости $\frac{N_{Г}}{N_{Г_0}} = f\left(\frac{\tau_0}{\tau}\right)$, позволяющей оценить степень сокращения времени

сушки при увеличении мощности генератора СВЧ при различных влагосодержаниях W . За начало отчета принимаются мощность генератора СВЧ $N_{Г_0} = 300 \text{ Вт}$ и время сушки при этой мощности до равновесного влагосодержания тканей при относительной влажности воздуха $\phi = 50 \div 70 \%$ и температуре окружающей среды $t_{o.c.} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $W_p = 15 \%$.

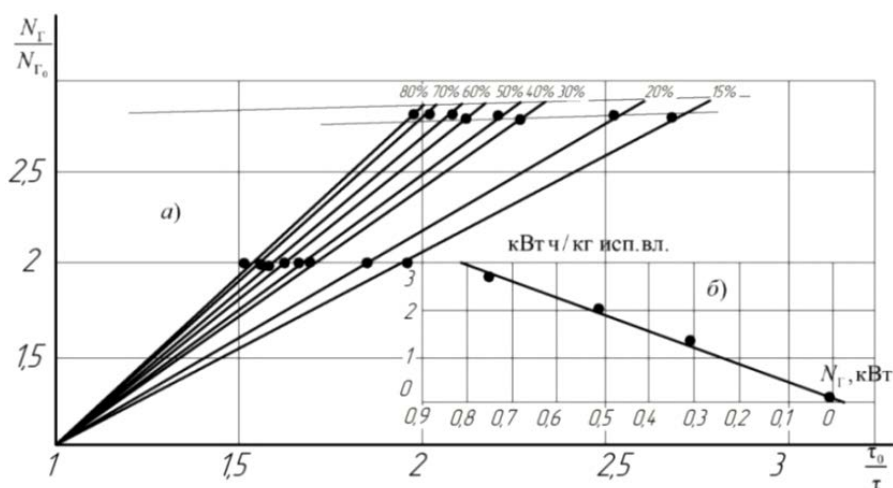


Рисунок 3 — График зависимости относительной мощности генерации энергии $\frac{N_{Г}}{N_{Г_0}}$ от относительного времени сушки $\frac{\tau_0}{\tau}$ при различных влагосодержаниях (а) и зависимость расхода электроэнергии на 1 кг испаренной влаги от мощности генератора СВЧ (б)

Из рисунка 3 видно, что сушка до конечного равновесного влагосодержания тканей $W_p = 15\%$ при увеличении мощности генератора в 2 раза сокращает длительность сушки в 1,9 раза, в 2,8 раза — сокращает время сушки в 2,75 раза. Следовательно, сокращение времени сушки пропорционально возрастанию мощности генератора СВЧ.

Считая, что влагосодержание материала в процессе сушки изменяется по экспоненциальному закону, [2] можно записать:

$$\frac{\ln(W_0 - W_p) - \ln(W - W_p)}{\tau - \tau_0} = k_1, \quad (7)$$

где W_0, W, W_p — начальное, текущее и равновесное влагосодержание материала, %.

Время τ_0 отсчитывается от начала процесса сушки. Коэффициент сушки k_1 не зависит от параметров процесса и является функцией мощности генератора СВЧ.

Изменение влагосодержания материала W от времени можно выразить также зависимостью [4]

$$\lg \bar{U} = \lg \frac{W - W_p}{W_0 - W_p} = f(\tau). \quad (8)$$

На рисунке 4 дана обработка опытных данных по уравнениям (7) и (8). Решением соотношений (7) и (8) находится длительность сушки до любого заданного значения текущего влагосодержания W в заданном диапазоне мощностей генератора СВЧ.

$$\tau = -\frac{1}{k_1} \ln \frac{W - W_p}{W_0 - W_p}; \quad (9)$$

$$\tau = -\frac{1}{k_2} \lg \frac{W - W_p}{W_0 - W_p}. \quad (10)$$

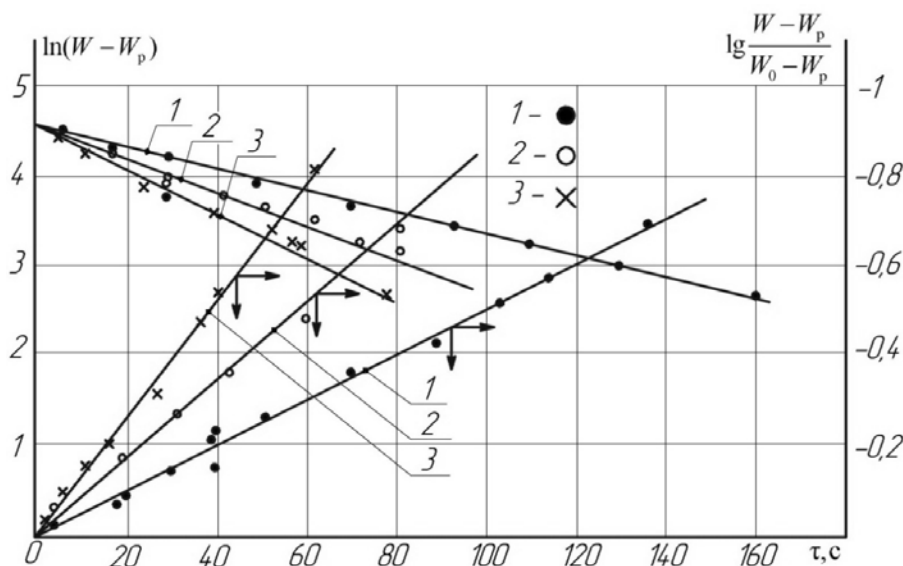


Рисунок 4 — Зависимость $\ln(W - W_p) = f(\tau)$ и $\lg \left(\frac{W - W_p}{W_0 - W_p} \right) = f(\tau)$ в процессе

сверхвысокочастотной сушки тканей при режимах: 1 — $N_r = 300 \text{ Вт}$;

2 — $N_r = 600 \text{ Вт}$; 3 — $N_r = 850 \text{ Вт}$

Коэффициенты сушки k_1 и k_2 определяются линейными зависимостями, полученными при обработке опытных данных, представленных на рисунке 5.

$$k_1 = 4 \cdot 10^{-5} N_{\Gamma}, \quad (11)$$

$$k_2 = 1,7 \cdot 10^{-5} N_{\Gamma}. \quad (12)$$

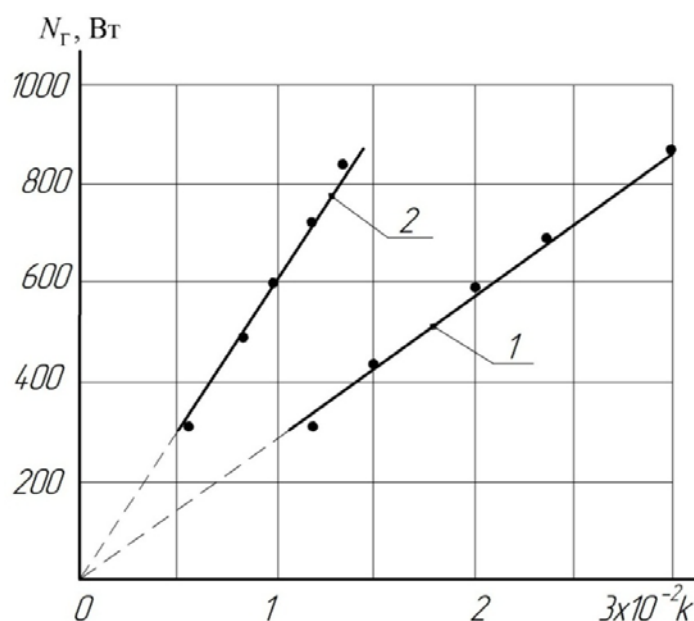


Рисунок 5 — Зависимость коэффициента сушки k от мощности генератора СВЧ при сушке тканей: 1 — уравнение (9); 2 — уравнение (10)

Представленные на рисунке 2 зависимости можно выразить уравнениями

$$\frac{\tau_0}{\tau} = \exp\left(2,5 \frac{W}{W_0}\right); \quad (13)$$

или

$$\frac{\tau}{\tau_0} = \exp\left(-2,5 \frac{W}{W_0}\right), \quad (14)$$

где τ_0 — время сушки до равновесного влагосодержания $W_p = 15\%$ для каждого режима сушки.

Уравнения (13) и (14) позволяют рассчитать время сушки τ влажной ткани от начального влагосодержания W_0 до заданного текущего или до равновесного $W_p = 15\%$ в диапазоне изменения мощности генератора СВЧ от 300 до 850 Вт.

На рисунке 6 *a, б* представлена обработка эксперимента в виде зависимостей безразмерного времени τ_0/τ от относительного влагосодержания W/W_0 (*a*) и критерия Померанцева Po от объемной плотности потока тепла в материале Q_v (*б*) для процесса сушки тканей в поле СВЧ. Анализ опытных данных, приведенных на рисунке 6 *a, б* и таблицы 1 показывает, что параметры Po и Q_v возрастают пропорционально увеличению мощности генератора СВЧ.

Количество тепла, выделяемое в единице объема материала (Bm/m^3), представляющее источник тепла, определяется по полуэмпирической формуле (1). При расчете источника тепла Q_v необходимо знать тангенс угла диэлектрических

потерь $\operatorname{tg}\delta$, который при обезвоживании тканей уменьшается во всем диапазоне частот и существенно зависит для волокнистых тканей от влагосодержания. Для тканей с кондиционной влажностью $W_k \approx 8 \div 12\%$ $\operatorname{tg}\delta$ лежит в пределах $\operatorname{tg}\delta \approx 0,02 \div 0,06$, а при влажности 30 – 100 % определяется как тангенс угла диэлектрических потерь по воде, содержащейся в тканях, и изменяется от $0,1 \div 0,13$ до 1,4 при влажности ткани $W = 80 \div 100\%$.

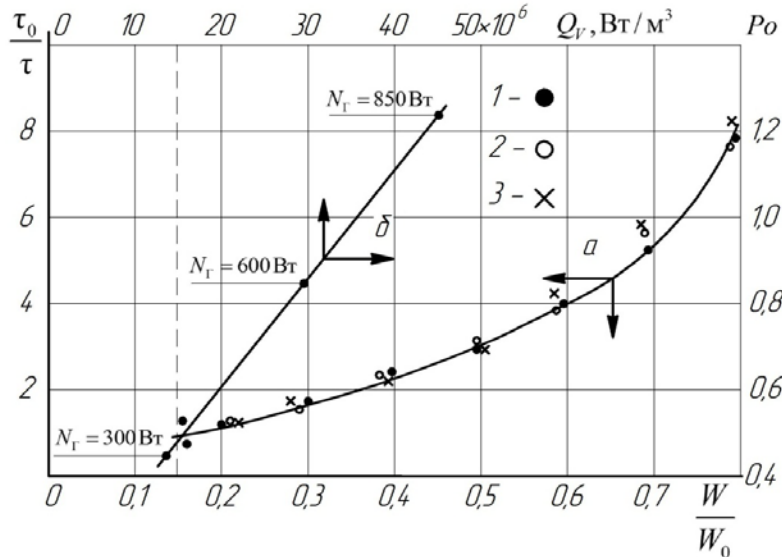


Рисунок 6 — Зависимость $\frac{\tau_0}{\tau}$ от относительного влагосодержания $\frac{W}{W_0}$ (a) и

критерия Померанцева Po от объемной плотности потока тепла в материале Q_v (б) в процессе сушки тканей в поле СВЧ

Мощность Q_v , выделяемая в единице объема материала и определяемая по формуле (1), при заданных значениях частоты электрического поля ν , тангенса угла потерь и коэффициента потерь $k = \epsilon_{\omega} \operatorname{tg}\delta$ зависит от напряженности электрического поля E (В / м).

По значению энергии Q_v при заданных характеристиках электрического поля и влажности материала можно вычислить мощность источника генерации энергии и критерий Померанцева Po , характеризующий интенсивность переноса влаги внутри тела.

При изменении мощности генератора СВЧ от $N_g = 300 \text{ Вт}$ до $N_g = 850 \text{ Вт}$ напряженность электрического поля E (В / м) регулировалась в диапазоне $E = (200 \div 400) \cdot 10^2 \text{ В / м}$. Значения Q_v для тканей при средней влажности $W \approx 30 \div 60\%$ вычислялись при значениях $\epsilon_{\omega} = 2$ для ткани и среднего значения угла тангенса потерь $\operatorname{tg}\delta \approx 0,1 \div 0,13$ при напряженностях электрического поля $E_1 = 200 \cdot 10^2 \text{ В / м}$ для мощности $N_g = 300 \text{ Вт}$, $E_2 = 285 \cdot 10^2 \text{ В / м}$ — $N_g = 600 \text{ Вт}$ и $E_3 = 385 \cdot 10^2 \text{ В / м}$ — $N_g = 850 \text{ Вт}$.

Тепло, подводимое к материалу, определяется по основному уравнению кинетики сушки (3). Конвективная составляющая $q_k(\tau)$ при свободной конвекции по сравнению с величиной $Q_v R_v$ много меньше, и ею можно пренебречь.

Мощность теплового потока, подводимого к материалу, вычислялась по уравнению

$$q = Q_v R_v F_u, \text{ Вт}, \quad (15)$$

где F_u – поверхность испарения материала, м².

Результаты расчета значений Q_v , критерия Померанцева Po и мощности тепловых потоков от напряженности электрического поля даны в таблице 1.

Таблица 1 — Результаты расчета значений основных параметров сушки тканей в поле сверхвысокой частоты от напряженности электрического поля

| E , В / м | $Q_v \cdot 10^{-6}$, Вт / м ³ | q , Вт | Po | $N_{Г}$, Вт |
|------------------|--|----------|------|--------------|
| $200 \cdot 10^2$ | 14,2 | 285 | 0,42 | 300 |
| $275 \cdot 10^2$ | 29,3 | 580 | 0,85 | 600 |
| $375 \cdot 10^2$ | 45,1 | 840 | 1,32 | 850 |

Мощность генератора СВЧ при сушке влажного материала определяется по экспериментальной зависимости [6]

$$N_{Г} = \frac{1,16(Q_n + Q_{ис} + Q_5)}{\eta_{Г} \eta_{к}},$$

где Q_n — теплота, затраченная на нагрев влажного материала, Вт; $Q_{ис}$ — теплота, затраченная на испарение влаги из материала, Вт; Q_5 — потери тепла в окружающую среду, Вт; $\eta_{Г}$, $\eta_{к}$ — КПД генератора, равный $\eta_{Г} = 0,65$, и контура, равный $\eta_{к} = 0,5$.

Потери тепла в окружающую среду:

$$Q_5 = 0,05(Q_n + Q_{ис}). \quad (16)$$

Теплота, идущая на испарение влаги, вычислялась по уравнению

$$Q_{ис} = r \cdot j \cdot \frac{F_u}{3600}, \text{ Вт}, \quad (17)$$

где r — теплота парообразования, Дж / кг; j — интенсивность испарения влаги, кг / м² ч; F_u — поверхность испарения материала, м².

Теплота на нагрев материала

$$Q_n = G_0 \cdot c_0 \cdot t_m / \tau, \text{ Вт}, \quad (18)$$

где G_0 — абсолютно сухой вес материала, кг; c_0 — теплоемкость сухой ткани, Джс / кг⁰С; τ — время сушки до кондиционного влагосодержания, с.

Расчеты мощности генератора СВЧ по формуле (16) и по значениям напряженности электрического поля (таблица 2) показали достаточно надежное совпадение эксперимента с расчетными данными и с паспортными характеристиками генератора СВЧ.

Таблица 2 — Сравнение расчетных значений мощности генератора СВЧ с паспортными характеристиками

| $N_{Г \text{ пасп}}$, Вт | $N_{Г \text{ экс}}$, Вт | $N_{Г}$, Вт (табл. 1, q) |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 300 | 320 | 285 |
| 600 | 585 | 580 |
| 850 | 844 | 840 |

По результатам исследования процесса сушки тканей в поле сверхвысокой частоты проведены расчеты затрат электроэнергии на сушку в кВт ч/кг испаренной влаги.

Таблица 3 — Сравнение расчетных значений времени сушки τ по формулам (9) и (10) с результатами эксперимента

| $N_r = 300 \text{ Вт}$ | | | | | | | | |
|---|-----|-------|------|------|------|------|------|------|
| $W, \%$ | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| $\tau_{\text{экс}}, \text{ с}$ | 160 | 135 | 98 | 76 | 56 | 42 | 31 | 19 |
| $\tau_{\text{расч}}(9), \text{ с}$ | 158 | 133,5 | 100 | 76,4 | 57,7 | 42,5 | 29,7 | 18,6 |
| $\tau_{\text{расч}}(10), \text{ с}$ | 160 | 137 | 102 | 78 | 59 | 43,5 | 30,5 | 19 |
| $N_r = 600 \text{ Вт}$ | | | | | | | | |
| $\tau_{\text{экс}}, \text{ с}$ | 82 | 72 | 55 | 41 | 30 | 22 | 15 | 10 |
| $\tau_{\text{расч}}(9), \text{ с}$ | 78 | 68 | 51 | 39 | 29 | 21,5 | 15 | 9,5 |
| $\tau_{\text{расч}}(10), \text{ с}$ | 82 | 70 | 52,5 | 40 | 30 | 22 | 15,5 | 9,7 |
| $N_r = 850 \text{ Вт}$ | | | | | | | | |
| $\tau_{\text{экс}}, \text{ с}$ | 59 | 50 | 39 | 29 | 20 | 15 | 10 | 6 |
| $\tau_{\text{расч}}(9), \text{ с}$ | 56 | 48,5 | 36 | 27,5 | 20,7 | 15 | 10,7 | 6,7 |
| $\tau_{\text{расч}}(10), \text{ с}$ | 55 | 46,5 | 35 | 26,5 | 20 | 14,6 | 10,2 | 6,3 |

Для исчисления себестоимости энергии в энергетике применяется метод построения треугольника Гинтера [7]. На одной стороне треугольника откладывается величина затрат электроэнергии на 1 кг испаренной влаги (кВт ч / кг исп. вл.), на другой — мощность генератора СВЧ. На рисунке 3 б построен такой треугольник, выражающий электрозатраты на 1 кг испаренной влаги. Расчеты показали, что расход электроэнергии при сверхвысокочастотном нагреве тканей, как при сушке других влажных материалов, составляет 2 – 3,5 кВт / ч на 1 кг испаренной влаги [6].

Исследования терморрадиационной сушки тканей [4] при температурах излучателя $t_{\text{из}} \approx 150 \div 250 \text{ }^\circ\text{C}$ и температурах среды $t_c \approx 80 \div 120 \text{ }^\circ\text{C}$ показали, что расходы энергии на испарение 1 кг влаги составили 0,7 – 1,2 кВт / ч, что существенно ниже, чем при сушке СВЧ, а при конвективной сушке нагретыми газами ниже в 2,5 – 5 раз даже при оптимальных режимах сушки СВЧ [2].

В таблице 3 дано сравнение расчетных значений времени сверхвысокочастотной сушки тканей τ по формулам (9) и (10) с экспериментом. Видно достаточно надежное совпадение значений времени сушки в пределах точности проведения эксперимента.

ВЫВОДЫ

Исследование сушки токами сверхвысокой частоты показало высокую эффективность подвода тепла в объем влажного тела, высокую интенсивность испарения влаги во всем объеме материала, значительное сокращение длительности сушки даже по сравнению с интенсивной сушкой тканей термоизлучением. Равномерное распределение влагосодержания по всему объему тела позволяет получать высокие технологические свойства высушиваемого материала.

В результате обработки экспериментов по сушке тканей в поле сверхвысокой частоты получены уравнения для расчета длительности процесса сушки до кондиционного влагосодержания, мощности тепловых потоков при различных

режимах, определены основные кинетические зависимости, характеризующие сушку СВЧ.

Установлено, что изменение мощности генерирующего источника прямо пропорционально сокращению времени сушки и возрастанию объемной плотности выделяемого тепла в материале Q_v (Вт / м³) и критерия Померанцева Po .

Увеличение мощности генератора СВЧ в 2 раза сокращает время сушки в 1,9 раза, в 2,8 раза — в 2,8 раза, параметр Q_v и критерий Померанцева, характеризующие интенсивность испарения влаги, возрастают соответственно в 2 раза и в 2,8 раза.

Формулы, полученные обработкой опытных данных по сушке тканей, проверялись сопоставлением расчетных значений с экспериментом, которое представлено в таблице 3.

Недостатками сушки токами сверхвысокой частоты являются большой расход энергии, сложное оборудование, требующее повышенные требования к технике безопасности. Сушка токами сверхвысокой частоты даже при оптимальных режимах для большинства материалов и тканей, в том числе, оказывается в несколько раз (3–5) дороже сушки нагретыми газами. Поэтому применение сверхвысокочастотной сушки требует технико-экономического обоснования в целесообразности использования этого метода для термообработки конкретного материала.

Список использованных источников

1. Побединский, В. С. Активирование процессов отделки текстильных материалов энергией электромагнитных волн ВЧ, СВЧ и УФ диапазонов / В. С. Побединский. — Иваново : ИХР РАН, 2000. — 128 с. : ил.
2. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. — Москва : Энергия, 1968. — 472 с. : с илл.
3. Кавказов, Ю. Л. Тепло- и массообмен в технологии кожи и обуви / Ю. Л. Кавказов. — Москва : Легкая индустрия, 1973. — 272 с.
4. Ольшанский, А. И. Исследование процесса терморadiационной сушки тканей / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский // Вестник ВГТУ. — 2012. — Вып. 22. — С. 82 – 93.
5. Ганин, Е. А. Теплоиспользующие установки в текстильной промышленности / Е. А. Ганин. — Москва : Легпромиздат, 1989. — 392 с.
6. Лыков, М. В. Сушка в химической промышленности / М. В. Лыков. — Москва : Химия, 1970. — 432 с.
7. Свидерская, О. В. Основы энергосбережения : курс лекций / О. В. Свидерская. — 3-е изд. — Академия управления при Президенте Республики Беларусь. — Минск, 2004. — 296 с.

Статья поступила в редакцию 20.12.2012.

SUMMARY

The results of experimental investigation of the fabrics drying process in the field of super high frequency are stated. It is established that the increase of the capacity of the generating source is directly proportional to a reduction of the drying time and the volume density of the heat emission in the material and Pomerantzev's criteria. The equations to calculate the fabrics drying kinetics in the field of the super high frequency in the capacity range of the super high frequency generator 300 – 850 W are obtained.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ ВЫСОКООБЪЕМНОЙ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОЙ ПРЯЖИ

С. А. Ольшевский, С. С. Медвецкий

Высокообъемная пряжа вырабатывается и пользуется большим спросом как в Республике Беларусь, так и во всем мире. Данный вид пряжи по большинству своих характеристик подобен шерстяной пряже и поэтому используется для производства различного ассортимента изделий верхнего трикотажа, искусственного меха, костюмных и пальтовых тканей, одеял, теплого белья и других изделий.

В Республике Беларусь одним из крупнейших производителей высокообъемной пряжи является ОАО «Полесье» г. Пинск. В связи с перевооружением данного предприятия в 2008 – 2010 гг. и установкой новейшего технологического оборудования для выработки высокообъемной пряжи был проведен ряд теоретико-экспериментальных исследований по повышению качества высокообъемной полиакрилонитрильной (ПАН) пряжи. Наиболее важным показателем, характеризующим высокообъемную пряжу, является ее объемность ($\text{см}^3/\text{г}$). По применяемой технологии пряже придают объемность при обработке ее горячим воздухом либо паром. Целью проводимых исследований является определение рациональных параметров работы терморелаксационного оборудования, обеспечивающих повышение объемности ПАН пряжи. Научная новизна экспериментальных исследований заключается в том, что впервые определяются оптимальные параметры термообработки высокообъемной полиакрилонитрильной пряжи при помощи горячего воздуха.

Необходимость проведения данных исследований обусловлена тем, что в существующих источниках [1, 2] не говорится о необходимой температуре обработки высокообъемной пряжи горячим воздухом, а лишь о термообработке пряжи горячей водой либо паром при температурах 80 – 100 °С. В источнике [3] указывается, что процессы термообработки проводятся при температуре выше температуры стеклования (для ПАН волокна – 75 °С ÷ 100 °С), что обеспечивает достаточную подвижность макромолекул. Обычно эта температура заключается в интервале между температурой максимума скорости кристаллизации и температурой несколько более низкой, чем температура плавления волокна при заданном механическом напряжении.

Протекание процессов усадки высокообъемной пряжи при термической обработке определяется как способом ее получения, так и выбором условий (температуры, времени, среды), необходимых для достижения оптимальных свойств и равновесности пряжи.

Процесс термообработки можно условно разделить на три этапа [4].

Первая стадия характеризуется прогревом пряжи. Высокообъемная пряжа состоит из высоко- и низкоусадочных волокон. Тепло должно проходить через все сечения пряжи и достигать поверхности высокоусадочных волокон, находящихся даже в её центре, прогревая их до температуры, при которой протекают релаксационные процессы (до температуры стеклования полимера T_{cm}). Продолжительность этой стадии определяется условиями теплоотдачи и физико-химическими свойствами волокон.

При достижении на поверхности высокоусадочного волокна температуры, равной температуре стеклования, происходит ослабление межмолекулярного взаимодействия и "расслабление" первоначальной структуры, возникшей в высокоусадочном волокне в процессе его формирования. В зависимости от его начальной величины энергии

межмолекулярного взаимодействия, период расфиксации может быть более или менее продолжительным. Чем больше начальная величина энергии межмолекулярного взаимодействия, тем больше время, необходимое для снижения уровня этой энергии до значений, при которых усиление колебательных движений звеньев макромолекул может привести к образованию новых межмолекулярных связей. Благодаря ослаблению межмолекулярных взаимодействий и тепловых колебаний звеньев макромолекулы приобретают способность самопроизвольно изменять свою ориентацию в волокне и принимать более вероятностную изогнутую форму. Чем выше гибкость полимера, тем легче происходит переориентация макромолекул в волокне. На этой стадии происходит резкое изменение линейных размеров высокообъемной пряжи.

Вторая стадия характеризуется образованием новых межмолекулярных связей. Происходит самопроизвольный рост энергии, который объясняется тем, что в результате расфиксации и теплового колебательного движения отдельные звенья и сегменты макромолекул периодически сближаются и вновь удаляются друг от друга.

Третья стадия процесса термообработки высокообъемной пряжи – закрепление образовавшейся структуры охлаждением нити.

Энергия межмолекулярных связей возрастает. В результате фиксации общий уровень межмолекулярных сцеплений значительно увеличивается. Продолжительность этой стадии фиксации зависит только от скорости теплоотвода и обычно невелика.

О степени фиксации пряжи можно судить по её способности противостоять последующим термообработкам, рассчитав остаточную усадку.

На ОАО «Полесье» используются два различных терморелаксационных аппарата «Superba - Murata» и «Espero – Volufil», где термообработка пряжи осуществляется соответственно горячим паром и горячим воздухом. Оба типа оборудования позволяют осуществлять термообработку пряжи в термокамере в процессе её перемотки с одной бобины на другую. Так как обработка высокообъемной пряжи горячим паром осуществляется при температуре около 100 °С, что было уже исследовано [5], то были проведены экспериментальные исследования, направленные на нахождение оптимальных параметров термообработки пряжи горячим воздухом.

Для сужения диапазона температуры термообработки при проведении экспериментальных исследований на машине «Espero – Volufil» в лаборатории УО «ВГТУ» был проведен предварительный эксперимент. Для данного эксперимента использовалась стационарная терморелаксационная камера, где проводилась термообработка ПАН пряжи в диапазоне температур горячего воздуха от 90 °С до 190 °С (рисунок 1). В связи с тем, что на ОАО «Полесье» время продолжительности термообработки пряжи на машине «Espero – Volufil» составляет 90 секунд, то при проведении данного эксперимента время обработки выбрано таким же.

Анализируя полученные результаты было отмечено, что температура в диапазоне 90 ÷ 110 °С является недостаточной для того, чтобы высокоусадочный компонент начал проявлять свою способность к усадке. При повышении температуры более 110 °С пряжа начинала усаживаться. Таким образом, запаривание пряжи при температуре 110 °С и ниже нецелесообразно.

Максимальная температура термообработки ПАН пряжи составляет 160 – 165 °С, так как при данной температуре происходит чрезмерное ослабление межмолекулярных связей, что может привести к плавлению ПАН волокна. Кроме того, чрезмерное повышение подвижности макромолекул влечет за собой резкое изменение надмолекулярной структуры волокон. Это изменение приводит к ухудшению физико-механических показателей: снижается разрывная нагрузка, разрывное удлинение, происходит пожелтение волокна.

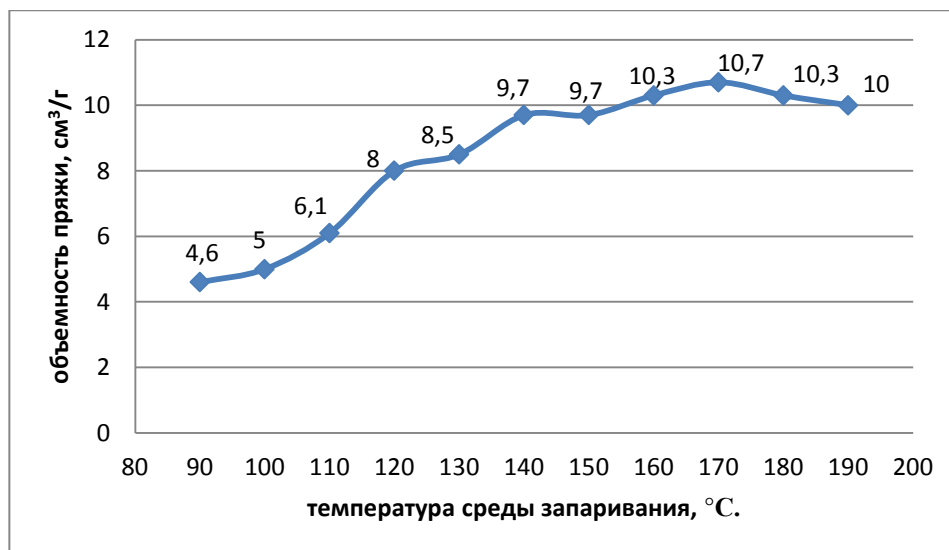


Рисунок 1 – График зависимости объемности пряжи от температуры

Таким образом, при проведении двухфакторного эксперимента на ОАО «Полесье» на машине «Espero-Volufil» температура среды (x_1) в термокамере устанавливалась в диапазоне от 125 °C до 165 °C с интервалом в 20 °C. Время нахождения пряжи в термокамере (x_2) изменялось от 60 до 120 сек. с интервалом в 30 сек. Данные показатели устанавливались при помощи сенсорного монитора, установленного на машине.

Далее наработанные образцы пряжи были исследованы на физико-механические характеристики, объемность и остаточную усадку. Полученные результаты эксперимента обрабатывались на ЭВМ с помощью программы «Statistica for Windows», с помощью которой были получены модели зависимости объемности (Y_1), остаточной усадки (Y_2) и линейной плотности (Y_3) высокообъемной пряжи от исследуемых входных факторов:

$$Y_1 = 8,16 - 0,5x_1 - 0,33x_1^2 + 0,4x_1x_2 + 0,6x_2^2x_1 + 0,12x_2^2; \quad (1)$$

$$Y_2 = 2,4 - x_1 + 1,1x_1x_2 + 1,1x_2^2x_1 + 0,13x_2 + 0,33x_2^2; \quad (2)$$

$$Y_3 = 61,4 + 0,275x_1 + 0,691x_1^2 - 0,46x_1x_2 + 0,813x_1^2x_2. \quad (3)$$

Для определения оптимальных значений входных факторов использовалась разработанная математическая программа в системе компьютерной алгебры «Maple 9,5», реализующая метод полного перебора всех точек.

При нахождении оптимальных факторов с использованием данной программы использовались следующие ограничения:

- объемность пряжи должна стремиться к максимуму;
- остаточная усадка – не более 2,5 %;
- линейная плотность пряжи – не менее 60 текс.

В результате расчета получена точка, соответствующая оптимальному сочетанию факторов:

- температура термообработки пряжи 145 °C;
- время нахождения пряжи в термокамере 90 секунд.

При данных параметрах высокообъемная ПАН пряжа обладает характеристиками, представленными в таблице 1. Из таблицы видно, что при установленных параметрах термообработки высокообъемной пряжи горячим воздухом пряжа достигает объемности 8,2 см³/г, остаточной усадки 2,4 % и имеет значение линейной плотности, равное 61,7 текс, что находится в допустимых пределах.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики высокообъемной пряжи

| № | Наименование показателя | Значение показателя | | |
|---|---|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | нормируемое по ТУ | по заправке предприятия | экспериментальные данные |
| 1 | Фактическая линейная плотность, текс. | 32×2 | 60,1 | 61,7 |
| 2 | Объемность пряжи, см ³ /г. | | 7,6 | 8,2 |
| 3 | Остаточная усадка, %. | не более 3 | 2,6 | 2,4 |
| 4 | Относительная разрывная нагрузка, сН/текс | не менее 8,0 | 11,4 | 11,9 |
| 5 | Удлинение при разрыве, % | не менее 17,0 | 22,8 | 23,2 |

При сравнении образцов высокообъемной пряжи, полученных при обработке в стационарной терморелаксационной камере и на терморелаксационной машине «Espero-Volufil», установлено, что при одинаковой температуре термообработки 145 °С значения объемности имеют расхождения. Это вызвано значительными различиями в свойствах исходного ПАН жгута производства ОАО «Нафтан». Физико-механические свойства жгута разных партий значительно отличаются по показателям разрывной нагрузки элементарного волокна, разрывного удлинения и усадки. Вследствие этого, по данным лаборатории ОАО «Полесье», при одинаковых технологических режимах получения высокообъемной пряжи значения объемности могут различаться до 30 %.

Тем не менее, по данным производственных испытаний при наработке высокообъемной пряжи было установлено, что наибольшая объемность пряжи достигается при найденных параметрах термообработки для различных партий ПАН жгута.

ВЫВОД

В ходе экспериментальных исследований было установлено, что оптимальными параметрами термообработки высокообъемной полиакрилонитрильной пряжи является использование температуры в усадочной камере 145 °С и времени нахождения пряжи в термокамере 90 секунд. При использовании данных параметров обработки объемность пряжи для ассортимента высокообъемной пряжи достигает показателя 8,2 см³/г.

Список использованных источников

1. Гусев, В. Е. Химические волокна в текстильной промышленности / В. Е. Гусев. – Москва : Легкая индустрия, 1971. – 608 с.
2. Пакшвер, А. Б. Физико-химические основы технологии химических волокон / А. Б. Пакшвер. – Москва : Химия, 1972. – 431 с.
3. Перепелкин, К. Е. Физико-химические основы процессов формирования химических волокон / К. Е. Перепелкин. – Москва : Химия, 1978. – 320 с.
4. Ясинская, Н. Н. Разработка и исследование технологического процесса получения комбинированных высокоусадочных нитей : дис. ... канд. тех. наук : 05.19.02 : защищена 24.10.2000 : утв. 15.03.2001 / Н. Н. Ясинская. – Витебск, 2000. – 181 с.
5. Медвецкий, С. С. Исследование процесса терморелаксации высокообъемной полиакрилонитрильной пряжи / С. С. Медвецкий, С. А. Ольшевский // Новое в

Статья поступила в редакцию 30.01.2012.

SUMMARY

This article focuses on the analysis of equipment used for yarn heat treatment by hot air or hot steam, and process of shrinkage of the high-bulk yarn. This paper presents the necessary operating parameters of the equipment for yarn heat treatment.

The use of experimentally obtained parameters of the equipment for yarn heat treatment by manufacturing of high-bulk yarn allows to obtain yarn with the highest volume and best physical and mechanical characteristics.

УДК 621.001.63, 621.81:539.4

РАСЧЕТ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗВЕНА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

Д.С. Полозов, Н.В. Путеев

В связи с расширением сферы применения промышленных роботов на лезвийную механическую обработку особую актуальность приобретает задача определения напряженно-деформированного состояния звеньев промышленного робота и расчета возможных деформаций звена под действием сил резания. Решение поставленной задачи необходимо для обеспечения точности обработки. Именно недостаточная жесткость промышленного робота сдерживает его применение в механообработке, не позволяя использовать существенные преимущества над многооперационными и агрегатными станками, прежде всего в низкой сравнительной стоимости, весе и габаритах.

Лезвийная механическая обработка промышленными роботами осуществлена фирмами АBB (Швеция, Швейцария), Kuka (Германия), Kawasaki (Япония). Роботы названных фирм управляются достаточно мощными компьютерами, снабжены следящими приводами с возможностью высокоточных перемещений. Для нейтрализации влияния деформаций на точность обработки создана возможность корректирования перемещения звена робота.

Первым этапом для решения поставленной проблемы является определение рациональной формы поперечного сечения звеньев робота, позволяющей минимизировать угол закручивания звена робота, а также величину его прогиба.

Анализ процесса работы промышленного робота [1, 2, 3] показывает, что его звенья испытывают сложнораспределенные и точечные нагрузки и подвержены в основном совместному действию косоугольного изгиба, кручения и смятия. Нагружают звенья робота вес рабочего модуля для лезвийной обработки, содержащий как правило мотор-шпиндель, оправку и инструмент; силы резания, специфические для различного инструмента; инерционные нагрузки при старте-останове; усилия сжатия от деталей крепления в соединениях робота и собственный вес самого звена. Кроме последнего вида нагрузки, все остальные у таких роботов существенно изменяются по величине и направлению. Для данного типа роботов считаем возможным исключить нагрузку от веса звена робота из рассмотрения как не требующую корректировки по ее действию.

Звенья промышленных роботов, не связанных с механической обработкой (выполняющих, например окрашивание, измерение, транспортировку), испытывают достаточно постоянные по величине и направлению нагрузки, характеризующиеся в

основном силой тяжести – весом несомого модуля (распылитель, захват); весом звена и детали. Остальными нагрузками можно пренебречь, учитывая их незначительное влияние на деформацию звеньев у такого робота. Для этих роботов достаточно найти наиболее жесткую форму сечения, пригодную к серийному выпуску.

Наиболее часто в поперечном сечении звено выполняется в виде простейших профилей: двутавра, эллипса, прямоугольника либо окружности. В общем случае звено робота можно представить в виде комбинации оболочек различной формы и стержней. Для балок с простейшими сечениями предложены [4] формулы для определения углов закручивания и прогибов; для сечений сложной формы даны рекомендации о замене в расчете сечения сложной формы эллиптическим той же площади и момента инерции, что дает результаты приемлемой точности.

Отмеченным можно пользоваться, если звено робота представляет собой балку с постоянным профилем. В реальности звенья робота представляют собой комбинацию балки с кольцевыми оболочками, к тому же имеющими дополнительные элементы. Это приводит к возникновению концентраторов напряжения, что может привести к разрушению звена или недопустимым отклонениям в оценке перемещений. Наличие кольцевого отверстия в круглой трубке приводит к четырехкратному превышению растягивающих нагрузок у края отверстия над касательными напряжениями по поперечному сечению трубки. Расчеты по методикам работы [5] с учетом реальных конструкций звеньев роботов становятся неоправданно сложными. Для расчета возможных деформаций звеньев робота необходимо воспользоваться методом конечных элементов [6, 7, 8], дополнительным преимуществом которого является возможность визуализации напряженно-деформированного состояния звеньев робота.

В основном у серийных моделей промышленных роботов звенья манипулятора конструктивно (рис. 1 а) изготавливаются цельными (литье) или сборными (сварка, резьбовые соединения).

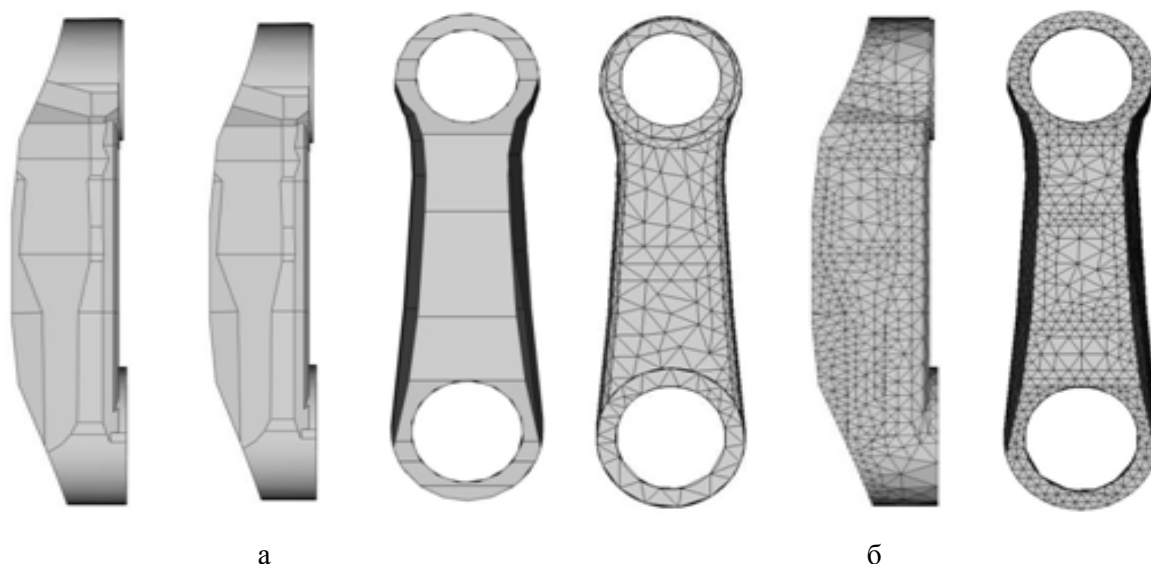


Рисунок 1 — Звено промышленного робота (а), с нанесенной сеткой МКЭ (б)

Для определения рациональной формы поперечного сечения звена промышленного робота исследовано 11 вариантов профилей с равной площадью поперечного сечения ($15000 \text{ мм}^2 = 0,015 \text{ м}^2$), длина исследуемого образца 830 мм, материал – Сталь 45Л. Так как исследуемые элементы имеют одинаковые площади поперечного сечения, длины и материал, то в расчетах пренебрегаем силой тяжести. Варианты профилей представлены на рисунке 2.

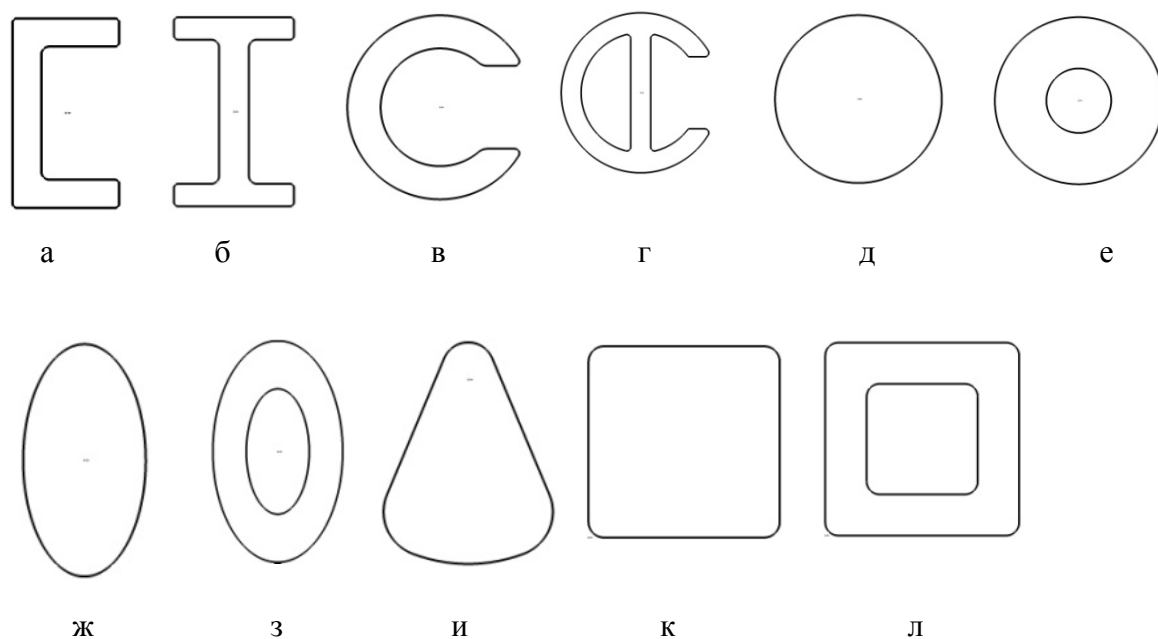


Рисунок 2 — Варианты профилей поперечного сечения звена робота

В расчете звенья промышленного робота различных профилей для сравнения нагружались распределенной нагрузкой одной суммарной величины ($F = 8000 \text{ Н}$). Схема действий распределенной силы и крутящего момента в звене промышленного робота представлена на рисунке 3.

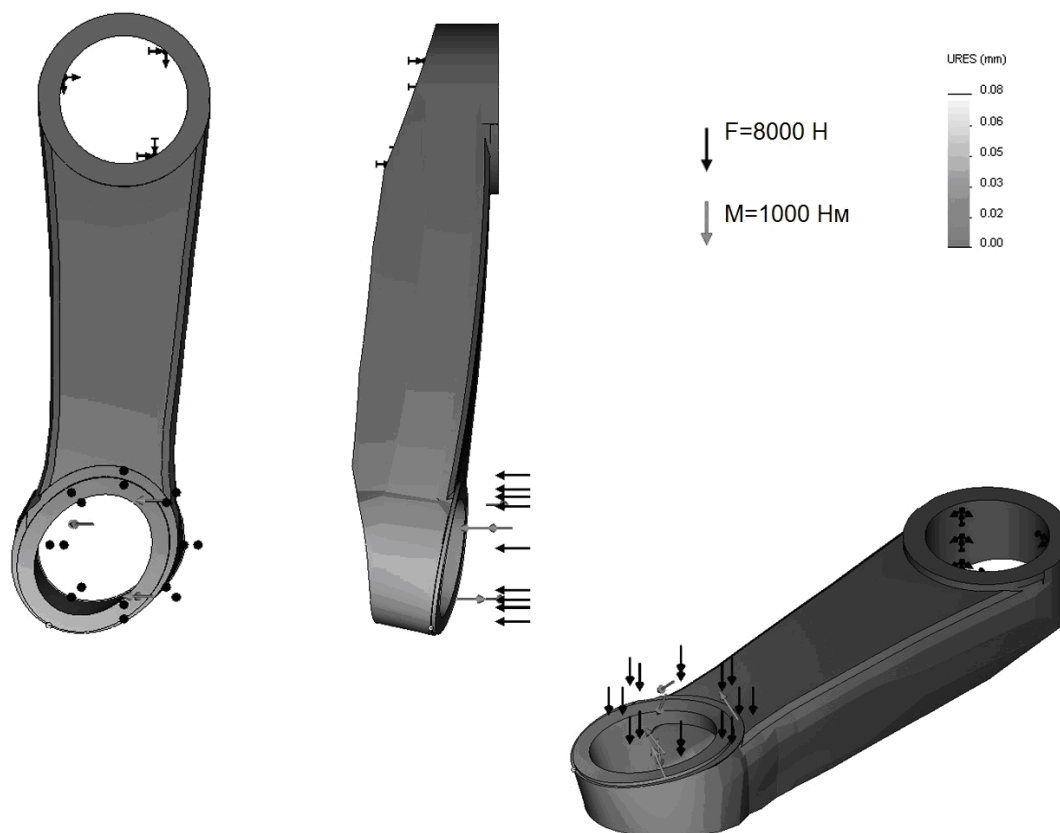


Рисунок 3 — Схема действий распределенной силы и крутящего момента в звене промышленного робота

Расчет деформации звена промышленного робота осуществлялся методом конечных элементов с использованием САПР Autodesk Inventor. Его применение позволяет исследовать звено робота, наиболее близкое к реальным конструкциям, визуализировать распределение полученных деформаций, а также избежать упрощений в расчетах, связанных с применением формул для постоянных структур. Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Величина деформаций, вызванных нагрузкой $F = 8000$ Н.

| Исследуемый образец | а | б | в | г | д | е | ж | з | и | к | л |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Деформация, мм | 0,088 | 0,030 | 0,159 | 0,060 | 0,152 | 0,114 | 0,083 | 0,055 | 0,079 | 0,144 | 0,076 |

В результате исследования установлено, что для минимизации величины деформации у звеньев промышленных роботов, не испытывающих кручения, наиболее предпочтительны следующие профили (рис. 2): б, г, з. С технологической точки зрения изготовление двутаврового профиля (рис. 2 б) не затруднительно (профиль выпускается серийно). Следовательно, данный профиль целесообразно использовать для изготовления звеньев промышленных роботов, испытывающих действие только сил тяжести.

Для выбора поперечного сечения звена промышленного робота, выполняющего лезвийную механическую обработку, к прежним условиям расчета добавлен крутящий момент постоянной величины ($M = 1000$ Нм). Результаты вычислений сведены в таблицу 2.

Таблица 2 — Величина деформаций при нагрузке $F = 8000$ Н и крутящем моменте $M = 1000$ Нм.

| Исследуемый образец | а | б | в | г | д | е | ж | з | и | к | л |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Деформация, мм | 0,218 | 0,179 | 0,274 | 0,088 | 0,171 | 0,128 | 0,101 | 0,076 | 0,194 | 0,165 | 0,092 |

Анализом полученных данных (табл. 2) установлено, что для минимизации величины деформации у звеньев промышленных роботов, испытывающих сложнораспределенные нагрузки, наиболее предпочтительны следующие профили (рис. 2): г, з, л. С технологической точки зрения изготовление трубы профильной (рис. 2 л) менее трудоемко, чем изготовление специальных профилей (рис. 2: г, з), но специальные профили лучше сопротивляются внешним нагрузкам. Следовательно, для изготовления звеньев промышленных роботов испытывающих сложнораспределенные нагрузки (лезвийная механическая обработка) целесообразно применять: трубу профильную (рис. 2 л) – для промышленных роботов нормальной точности; специальный профиль (рис. 2 з) – для промышленных роботов высокой точности.

Минимизация деформаций позволит системе управления с меньшей погрешностью выполнять коррекцию положения исполнительного звена робота под нагрузкой. Дополнительным эффектом является снижение массы робота, а следовательно, снижение материалоемкости и энергозатрат на перемещение звеньев и повышение долговечности.

На основе метода конечных элементов исследована деформация различных сечений звеньев промышленных роботов, определены численные значения деформаций, вызванных воздействием силы и момента, графически отражено деформированное состояние звена робота. Полученные результаты используются для повышения жесткости зон звена робота, наиболее подверженных деформации,

например, введением армирования, повышается точность механической лезвийной обработки заготовок роботом.

Список использованных источников

1. Промышленные роботы KUKA – Промышленные роботы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.kuka-robotics.com/russia/ru/products/industrial_robots. — Дата доступа : 17.10.2012.
2. АBB Каталог от А до Я [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.abb.com/ProductGuide/Alphabetical.aspx>. — Дата доступа: 17.10.2012.
3. Kawasaki Robotics – Machine Tending [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.kawasakirobotics.com/applications/?page=machineTend>. — Дата доступа: 17.10.2012.
4. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев. — Москва : Наука, 1986. — 512 с.
5. Тимошенко, С. П. Пластинки и оболочки / С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. — Москва : Физматгиз, 1963. — 636 с.
6. Зенкевич, О. Конечные элементы и аппроксимация / О. Зенкевич. — Москва : Мир, 1986. — 387 с.
7. Алямовский, А. А. Инженерный анализ методом конечных элементов / А. А. Алямовский – Москва : ДМК Пресс, 2004. – 432 с.
8. Алямовский, А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов. – Санкт-Петербург. : БХВ – Петербург, 2005. – 800 с.

Статья поступила в редакцию 29.06.2012.

SUMMARY

The article is devoted to the actual problem of rational use of material resources in the design and manufacturing of industrial robots for various purposes. The technique is based on studies using the finite element method to determine the deformation of the robot under the influence of external loads. The optimal shape of the cross-sectional element of the industrial robot according to the tasks was defined.

УДК 677.11.021

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОКНА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.А. Тихосова, С.В. Путинцева, Т.Н. Головенко

ВВЕДЕНИЕ

Недостаток льна-долгунца в Украине требует поиска новых источников возобновляемого волокнистого сырья для производства текстильных материалов и изделий. В качестве одного из таких источников может рассматриваться лен масличный. Приводятся результаты изучения возможностей получения из льна масличного волокон, пригодных для переработки в нетканые и другие текстильные материалы, а также основных свойств получаемых волокон.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В последнее время во всем мире наблюдается тенденция к уменьшению посевов льна-долгунца. Наряду с этим значительно выросли посевы льна масличного. Данные

об изменении площади посевов льна масличного в Украине в последние годы представлены на рисунке 1.

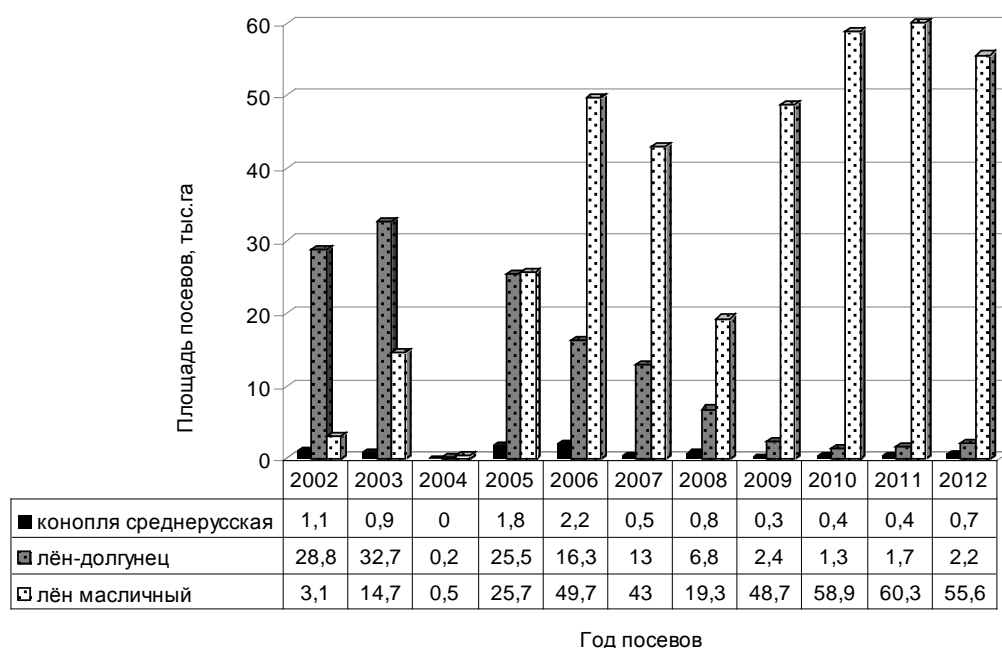


Рисунок 1 – Динамика изменения посевных площадей, отведенных под лен масличный в Украине, в период с 2002 по 2012 гг.

Анализ приведенной диаграммы показывает, что в Украине за последние 11 лет (2002 – 2012 гг.), по сравнению с рядом других технических культур, посевные площади льна масличного существенно увеличились с 3,1 тыс. га до 55,6 тыс. га, то есть более чем в 17 раз [1]. Большой интерес к этой культуре проявляется и в странах дальнего зарубежья (табл. 1) [2].

Таблица 1 – Мировая статистика посевных площадей (S) льна масличного

| Страны | S , тыс. га | Страны | S , тыс. га |
|----------------------------|---------------|----------------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Австрия | 4,000 | Литва | 6,100 |
| Аргентина | 101,000 | Мексика | 0,002 |
| Афганистан | 39,000 | Непал | 55,000 |
| Банги | 68,820 | Нидерланды | 4,000 |
| Белоруссия | 70,000 | Германия | 110,048 |
| Бельгия | 10,000 | Новая Зеландия | 0,500 |
| Болгария | 0,058 | Пакистан | 7,974 |
| Бразилия | 17,000 | Польша | 3,724 |
| Великобритания | 101,000 | Российская Федерация | 61,250 |
| Эквадор | 0,075 | Румыния | 2,504 |
| Эритрея | 3,000 | Словакия | 0,322 |
| Эстония | 0,323 | США | 135,170 |
| Эфиопия | 71,000 | Тунис | 2,200 |
| Египет | 15,000 | Турция | 0,300 |
| Индия | 930,000 | Венгрия | 0,200 |
| Ирак | 0,590 | Узбекистан | 3,000 |
| Иран, Исламская республика | 0,744 | Украина | 26,000 |
| Испания | 91,000 | Уругвай | 2,500 |

Окончание таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------|---------|--------------------|----------|
| Италия | 1,000 | Франция | 44,500 |
| Казахстан | 50,000 | Хорватия | 0,015 |
| Канада | 811,500 | Чешская Республика | 2,017 |
| Кения | 0,900 | Чили | 1,000 |
| Китай | 570,000 | Швеция | 14,100 |
| Латвия | 2,200 | | |
| Всего в Европе | | | 598,111 |
| Всего в мире | | | 3489,786 |

Главным потребительским продуктом льна масличного, который имеет большой спрос на мировом рынке, являются его семена. Анализ литературных источников свидетельствует о том, что семена льна масличного содержат 48 % очень ценного масла, которое широко используют в разных отраслях промышленности: медицина, косметология, лакокрасочная, мыловаренная, пищевая промышленность и т. д.

В последнее время в мире наблюдается комплексное использование как семян, так и волокна льна масличного. В число наиболее известных зарубежных фирм и организаций, занимающихся вопросами переработки льна масличного, входят компании «Charle&Co» (Бельгия), «Laroche» (Франция), «DiloTemaфа» (Германия) и римский исследовательский центр IPZS (Италия). Вышеуказанные фирмы предлагают оборудование и технологии для переработки стеблей льна масличного с целью производства бумаги, а в Германии – для производства геотекстиля, нетканых и композиционных материалов [3 – 5].

На сегодня в Украине отсутствует комплексная технология переработки льна масличного. Данную техническую культуру выращивают только лишь для получения семян, а солому сжигают на полях.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА С ПОЛНЫМ ОБОСНОВАНИЕМ ПОЛУЧЕННЫХ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

С 2008 г. учеными исследовательской лаборатории переработки лубяных культур Херсонского национального технического университета (Украина) проводятся интенсивные исследования по изучению строения волокон льна масличного и показателей их качества для того, чтобы доказать целесообразность переработки в нашей стране этого вида сырья и изготовления из него различных видов целлюлозосодержащих материалов.

Во время экспериментальных исследований были выявлены технологические свойства стеблей, содержание луба и его характеристики, которые необходимы для оценки пригодности этого сырья для производства различных материалов. Результаты исследований обрабатывались математически и представлены в таблице 2.

В дополнение к указанным в таблице 2 показателям определялись:

- цвет льносоломы: II-я группа – зеленый, желто-бурый (желтое, темно-желтое);
- отделяемость (степень вылежки), баллов: верхняя часть – 1,1; срединная часть – 1,6; комлевая часть (прикорневая) – 2,6; среднее значение – 1,43.

Так как на сегодня в Украине, не существует нормативных документов для определения качественных показателей стеблей льна масличного и их технических характеристик, испытания проводились в соответствии со стандартами на лён-долгунец [6, 7].

Таблица 2 – Общая характеристика показателей качества стеблей льна масличного

| № групп-пы | ΔL , мм | L_m , мм | ΔT , % | N , шт. | D , мм | M_c , г | ΔM_c , % | M_e , г | ΔM_e , % | B_l , % |
|------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------|----------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | 4 | 6 | 7 | 2 | 3 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | (0-10) | П | П | 200+П | 1,2 | 0,43 | 0,46 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| 2 | (10-20) | | | 160 + П | 1,2 | 0,44 | 0,47 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| 3 | (20-30) | | | 39 | 1,2 | 0,4 | 0,42 | 0,009 | 0,05 | 0,01 |
| 4 | (30-40) | остатки соцветий и семяножек | остатки соцветий и семяножек | 41 | 1,4 | 0,8 | 0,85 | 0,018 | 0,09 | 0,02 |
| 5 | (40-50) | | | 49 | 1,7 | 0,87 | 0,92 | 0,012 | 0,06 | 0,01 |
| 6 | (50-60) | | | 36 | 1,4 | 1,17 | 1,24 | 0,14 | 0,71 | 0,15 |
| 7 | (60-70) | | | 47 | 1,6 | 1,3 | 1,38 | 0,16 | 0,81 | 0,18 |
| 8 | (70-80) | | | 40 | 1,9 | 1,4 | 1,49 | 0,19 | 0,96 | 0,21 |
| 9 | (80-90) | | | 42 | 1,7 | 1,64 | 1,74 | 0,25 | 1,26 | 0,28 |
| 10 | (90-100) | 90 | 95 | 33 | 2,3 | 1,03 | 1,09 | 0,13 | 0,66 | 0,14 |
| 11 | (100-110) | 97 | 92 | 30 | 2,0 | 1,19 | 1,26 | 0,16 | 0,81 | 0,18 |
| 12 | (110-120) | 108 | 94 | 29 | 2,2 | 2,04 | 2,16 | 0,18 | 0,91 | 0,20 |
| 13 | (120-130) | 105 | 84 | 26 | 2,3 | 1,56 | 1,66 | 0,27 | 1,36 | 0,30 |
| 14 | (130-140) | 109 | 81 | 31 | 2,9 | 1,68 | 1,78 | 0,28 | 1,41 | 0,31 |
| 15 | (140-150) | 133 | 92 | 26 | 2,6 | 1,88 | 2,00 | 0,32 | 1,62 | 0,35 |
| 16 | (150-160) | 132 | 85 | 23 | 2,7 | 2,75 | 2,92 | 0,26 | 1,31 | 0,29 |
| 17 | (160-170) | 147 | 89 | 22 | 2,1 | 1,78 | 1,89 | 0,27 | 1,36 | 0,30 |
| 18 | (170-180) | 140 | 80 | 28 | 2,9 | 2,09 | 2,22 | 0,84 | 4,24 | 0,93 |
| 19 | (180-190) | 152 | 82 | 4 | 2,6 | 3,06 | 3,25 | 0,52 | 2,63 | 0,57 |
| 20 | (190-200) | 175 | 90 | 4 | 2,0 | 1,9 | 2,02 | 0,5 | 2,53 | 0,55 |
| 21 | (200-210) | 158 | 77 | 23 | 2,4 | 2,66 | 2,82 | 0,66 | 3,34 | 0,73 |
| 22 | (210-220) | 169 | 79 | 14 | 2,1 | 2,85 | 3,02 | 0,67 | 3,39 | 0,74 |
| 23 | (220-230) | 165 | 73 | 4 | 2,3 | 2,73 | 2,90 | 0,5 | 2,53 | 0,55 |
| 24 | (230-240) | 171 | 73 | 24 | 2,5 | 3,68 | 3,91 | 0,86 | 4,35 | 0,95 |
| 25 | (240-250) | 198 | 81 | 21 | 2,3 | 3,08 | 3,27 | 0,64 | 3,23 | 0,71 |
| 26 | (250-260) | 213 | 84 | 20 | 2,3 | 3,07 | 3,26 | 0,67 | 3,39 | 0,74 |
| 27 | (260-270) | 183 | 69 | 22 | 2,2 | 3,23 | 3,43 | 0,82 | 4,14 | 0,91 |
| 28 | (270-280) | 183 | 67 | 15 | 2,4 | 3,19 | 3,39 | 0,69 | 3,49 | 0,76 |
| 29 | (280-290) | 229 | 80 | 16 | 2,6 | 3,84 | 4,08 | 0,91 | 4,60 | 1,00 |
| 30 | (290-300) | 196 | 66 | 18 | 2,7 | 3,79 | 4,02 | 0,99 | 5,00 | 1,09 |
| 31 | (300-310) | 235 | 77 | 20 | 2,7 | 4,19 | 4,45 | 1,04 | 5,26 | 1,15 |
| 32 | (310-320) | 210 | 67 | 18 | 2,5 | 3,92 | 4,16 | 1,0 | 4,80 | 1,05 |
| 33 | (320-330) | 195 | 60 | 11 | 2,6 | 3,1 | 3,29 | 0,97 | 4,90 | 1,07 |
| 34 | (330-340) | 179 | 53 | 12 | 2,9 | 3,52 | 3,74 | 0,62 | 3,13 | 0,68 |
| 35 | (340-350) | 270 | 78 | 12 | 2,6 | 2,84 | 3,01 | 0,83 | 4,19 | 0,92 |
| 36 | (350-360) | 238 | 67 | 11 | 2,9 | 3,28 | 3,48 | 0,67 | 3,39 | 0,74 |
| 37 | (360-370) | 239 | 65 | 7 | 2,8 | 2,31 | 2,45 | 0,64 | 3,23 | 0,71 |
| 38 | (370-380) | 259 | 69 | 6 | 3,0 | 2,23 | 2,37 | 0,58 | 2,93 | 0,64 |
| 39 | (380-390) | 268 | 70 | 5 | 3,3 | 2,4 | 2,55 | 0,57 | 2,88 | 0,63 |

Окончание таблицы 2

| 1 | 4 | 6 | 7 | 2 | 3 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------|-----------|-------|----|---|-----|-------|------|-------|-------|-------|
| 40 | (390-400) | 175 | 44 | 3 | 3,0 | 1,63 | 1,73 | 0,33 | 1,67 | 0,36 |
| 41 | (400-410) | 249 | 61 | 2 | 2,3 | 0,91 | 0,97 | 0,15 | 0,76 | 0,17 |
| 42 | (410-420) | 294 | 71 | 2 | 3,2 | 1,07 | 1,14 | 0,24 | 1,21 | 0,26 |
| 43 | (420-430) | 310 | 73 | 1 | 3,0 | 0,54 | 0,57 | 0,12 | 0,61 | 0,13 |
| 44 | (430-440) | 365 | 84 | 1 | 3,5 | 0,76 | 0,81 | 0,14 | 0,71 | 0,15 |
| Среднее: | | 192,5 | 76 | - | 2,4 | - | - | - | - | 21,84 |
| Всего: | | - | - | - | - | 94,23 | 100 | 19,79 | 99,99 | - |

Примечания: *N* – число стеблей в группе; *D* – диаметр стеблей; ΔL – интервал изменения длины; *L_m* – техническая длина стеблей; ΔT – техническая часть стеблей полной длины; *M_c* – масса стеблей; ΔM_c – массовая доля стеблей; *M_v* – масса волокон; ΔM_v – массовая доля волокон; *V_л* – выход луба от общей массы стеблей, %; *П* – пыль и сорные примеси.

Результаты экспериментальных данных были обработаны в программе Microsoft Excel, с помощью которой были построены диаграммы распределения стеблей по длине в группах с учетом их количества, технической длины, диаметра, массы, а также диаграмма распределения волокон по длине, которые представлены на рис. 2 – 6.



Рисунок 2 – Распределение стеблей по их количеству в отдельных группах

В результате экспериментальных и теоретических исследований стеблей льна масличного было выявлено, что по техническим характеристикам они очень отличаются от стеблей льна-долгунца. Поэтому применение технологий первичной переработки льна-долгунца для обработки стеблей льна масличного невозможно. Целесообразно применить новые технологии или модернизировать отечественное оборудование для комплексной обработки льна масличного, поскольку в них содержится достаточно большое количество ценного целлюлозосодержащего высококачественного волокна в количестве от 18 % до 22 %. Распределения волокон по длине в лубе льна масличного показывают, что в стеблях находится наибольшее количество волокон двух фракций с длиной 0 – 165 мм и 180 – 390 мм, а это соответственно 14 % и 83 %.

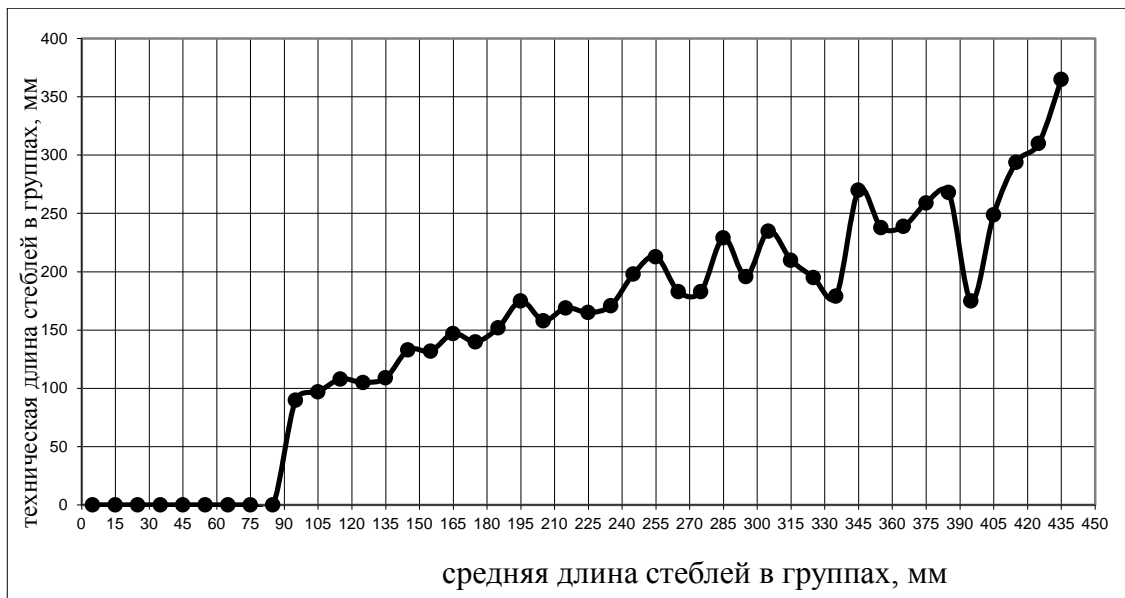


Рисунок 3 – Распределение стеблей по технической длине



Рисунок 4 – Распределение стеблей разной толщины по группам длин



Рисунок 5 – Диаграмма распределения стеблей разной массы по группам длин



Рисунок 6 – Диаграмма распределения волокон по длине

Учеными кафедры товароведения, стандартизации и сертификации Херсонского национального технического университета Л.А. Чурсиной, А.А. Тихосовой разработаны технологии получения волокон льна масличного, разного функционального назначения путем модернизации куделеприготовительного агрегата [8].

ВЫВОДЫ

По данным Государственного комитета статистики Украины, из средней урожайности соломы – 2 т/га, в 2012 году, с посевными площадями 55,6 тыс. га было получено 100 тыс. 112 тонн соломы льна масличного. Это свидетельствует о том, что из-за отсутствия на отечественных предприятиях комплексной технологии переработки стеблевой массы льна масличного в Украине в 2012 году со средним выходом луба 20 % было потеряно 19 тыс. 021 тонна волокна из них 13 тыс. 315 тонн целлюлозы и 81 тыс. 091 тонн костры.

Предварительный анализ длины и выхода волокон из стеблей дает все основания считать, что лен масличный вполне является пригодным для использования в производстве такой экологически чистой и востребованной на мировом рынке продукции, как геотекстиль и нетканые материалы. Также этот вид сырья в нашей стране, используя пуховую фракцию волокон льна масличного, может стать достойной альтернативой хлопковой целлюлозе для производства бумаги и композиционных материалов. Получаемую костру в количестве около 80 % можно использовать для изготовления биотоплива, каминных дров и строительных материалов.

В дальнейшем планируется провести более подробное исследование длины и линейной плотности волокон, получаемых с применением разработанной в университете технологии первичной обработки стеблей льна масличного.

Список использованных источников

1. Государственный комитет статистики Украины.
2. Живетин, В. В. Лен и его комплексное использование : учеб. пособ. / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, О. М. Ольшанская. – Москва : Информ-знание, 2002. – 400 с.
3. Живетин, В. В. Масличный лен и его комплексное развитие / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург. – Москва : ЦНИИЛКА, 2000. – 389 с.

4. Cappelletto P. Mechanical treatment of field retted oilseed flax and hemp/ Resulting fibers can restore recycled fibres quality / Cappelletto P., Mongardini F., Sannibale M., Brizzi M., Pasini P. // Nord flax: proceeding and abstracts of the first Nording Conference on flax and hemp processing, held in Tampere, Finland, 10-12 August 1998, P. 127-141.
5. Cappelletto, P. L. Fiber valorization of oilseed flax / A. Assirelli, M. Bentini, P. L. Cappelletto, P Pasini // Flax and other Bast Plants Symposium. – Poznan, Poland: Institute of Natural Fibres, 1997. – С. 150 – 151.
6. ГОСТ 28285–89. Солома льняная. Требования при заготовках. – Введ. – Москва : Издательство стандартов, 1990. – 22 с.
7. ТУ 17 У 00306710.079–2000. Котонин из короткого льняного волокна. Технические условия ; розр. проект ВАТ ХБК, зареєстровано Херсонським ДЦСМС №101/000 783 від 01.08.2000.
8. Тіхосова, Г. А. Одержання волокон різного функціонального призначення з трести льону олійного / Г. А. Тіхосова, Т. М. Головенко, І. О. Меньяло // Легка промисловість. – 2011. – № 1. – С. 40-42.

Статья поступила в редакцию 11.03.2013.

SUMMARY

As a result of primary research produced that oilseed flax stems contain a large amount of valuable high quality cellulose fibers in an amount of from 18 % to 22 %.

In Ukraine the implementation of an integrated technology for processing oilseed flax can be produced in sufficient quantities, annually renewable domestic raw materials for natural, organic materials that have wide industrial use, both in our country and in the world market.

Preliminary analysis of the length, the physical and mechanical properties, content and output fibers gives every reason to assume oilseed flax quite suitable for use in the manufacture of geotextiles, nonwovens and composites, as well as in cellulose and paper industry.

УДК 662.013.8:628.5

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ НАНОПОКРЫТИЙ TiO_2 ПО ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ ПАРОВ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

И.С. Алексеев, Н.И. Миклис

Цель исследования: определить способность нанопокровтий TiO_2 обезвреживать и дезодорировать воздух от вредных химических веществ.

Установлено, что при ультрафиолетовом (УФ) облучении TiO_2 абсорбция фотона с энергией больше, чем ширина запрещенной зоны, приводит к образованию устойчивой пары «электрон-дырка», которая называется «экситон». Хотя экситон состоит из электрона и дырки, он является самостоятельной элементарной (не сводимой) частицей в случаях, когда энергия взаимодействия электрона и дырки имеет тот же порядок, что и энергия их движения, а энергия взаимодействия между двумя экситонами мала по сравнению с энергией каждого из них. Экситон можно считать элементарной квазичастицей в тех явлениях, в которых он выступает как целое образование, не подвергающееся воздействиям, способным его разрушить.

Электрон и дырка – достаточно подвижные образования и, двигаясь в частице полупроводника, часть из них рекомбинирует, а часть выходит на поверхность и захватывается ею. Схематически происходящие процессы показаны на рисунке 1 [1].

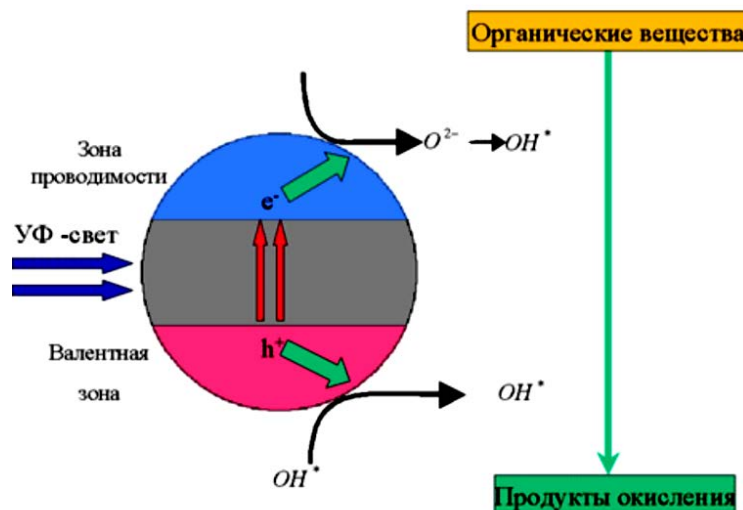
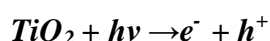
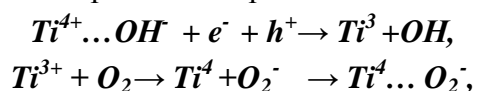


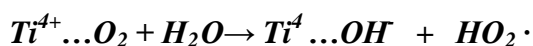
Рисунок 1 – Схема фотокатализа

Таким образом, инициирование фотокаталитического окисления можно представить следующим образом:

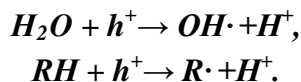


При наличии паров воды в воздухе возможны следующие реакции, приводящие к образованию гидроксильных и пероксидных радикалов:

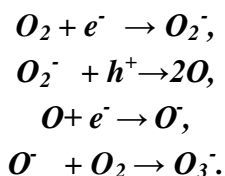




Дырки также способны образовывать свободные радикалы по реакциям с водой или адсорбированными на поверхности катализатора органическими соединениями [2]:



При отсутствии воды активные частицы образуются при взаимодействии органических соединений и дырок и помощи следующих реакций и приводят к образованию O_2^- , O_3^- , O^- и атомарного кислорода [3]:



Продукты фотокаталитического окисления для многих органических соединений идентичны продуктам их радикально цепного окисления. Поэтому можно предположить, что реакции продолжения цепи и превращения свободных радикалов при фотокаталитическом окислении аналогичны хорошо изученным реакциям радикально цепного окисления.

ГАЗОВОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЭТИЛАЦЕТАТА, АЦЕТОНА, ТОЛУОЛА, КСИЛОЛА, БУТИЛАЦЕТАТА, ГЕКСАНА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Использованные материалы:

- опытные образцы стекол с нанопокрытием из диоксида титана;
- камера из стекла с внутренним покрытием из диоксида титана объемом 0,025 м³;
- ультрафиолетовая лампа (УФ лампа) мощностью 10 Вт;
- стандартная смесь химических веществ для хроматографии ХЧ (гексан, ацетон, этилацетат, бензол, толуол, бутилацетат, м-ксилол);
- аммиак 30 %.

Исследования проводились согласно:

- санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам N 240 от 31.12.2008 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ»;
- инструкции 4.1.11–11.33.2003 «Газовохроматографическое измерение концентраций этилацетата, ацетона, толуола, ксилола в воздухе рабочей зоны»;
- методическим указаниям по газовохроматографическим измерениям ацетона, бензола, толуола, м-ксилола, бутилацетата, гексана № 4168 – 86, 4201 – 86, 4167 – 86.

Цель исследования: определить способность нанопокровтий из диоксида титана обезвреживать и дезодорировать воздух от вредных химических веществ.

Таблица 1 – Оборудование и средства измерений, применяемые при проведении испытаний

| Наименование оборудования | Зав. № | Дата очередной проверки (аттестации) |
|---|-----------|--------------------------------------|
| Газовый хроматограф Тип СИ цвет 800 с ПИД | 195 | 24.10.2013. |
| Прибор «Драгер» Тип СИ Хам-5000 | AZRK-0955 | 19.11.2013. |



а



б

Рисунок 2 – Газовый хроматограф Тип СИ цвет 800 с ПИД
а – общий вид; б – устройство ввода



а



б

Рисунок 3 – Прибор «Драгер» Тип СИ Хам-5000 (а) и образцы стандартных смесей химических веществ для хроматографии ХЧ (гексан, ацетон, этилацетат, бензол, толуол, бутилацетат, м-ксилол) (б)

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

1. Для создания исходных концентраций загрязнителей в герметичной камере разбрызгивали $0,3 \text{ см}^3$ аммиака, $0,1$ или $0,25 \text{ см}^3$ смеси химических веществ для хроматографии (гексан, ацетон, этилацетат, бензол, толуол, бутилацетат и м-ксилол).

2. Проводили эксперимент в герметичной камере без предварительного облучения стекол УФ лампой (опыт № 1); при облучении стекол и камеры УФ лампой в течение всего эксперимента (опыт № 2).

Опытная установка показана на рисунках 4 и 5.



Рисунок 4 – Ввод химических веществ в камеру при помощи шприца



Рисунок 5 – Ввод химических веществ в камеру при помощи распылителя

3. Запах веществ определяли органолептически.

Результаты исследования опытов представлены в таблицах 2, 3 и на рисунке 6.

Таблица 2 – Содержание аммиака, мг/м^3 в воздухе камеры

| Опыт | Экспозиция | | | | | | | |
|------|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | До эксперимента | 5 мин | 10 мин | 12 мин | 15 мин | 20 мин | 25 мин | 30 мин |
| № 1 | 60 | 52 | 47 | 45 | 40 | 33 | 29 | 20 |
| № 2 | 60 | 35 | 25 | 20 | | | | |

Таблица 3 – Концентрация (мг/м³) и запах (баллы) вредных химических веществ в воздухе в камере

| Опыт | Экспозиция | Химические вещества | | | | | | | Запах |
|------|-----------------|---------------------|--------|-------------|--------|--------|--------------|-----------|-------|
| | | Гексан | Ацетон | Этил-ацетат | Бензол | Толуол | Бутил-ацетат | М-кси-лол | |
| № 1 | До эксперимента | 126,1 | 116,5 | 155,5 | 111,3 | 311,7 | 332,9 | 310,9 | 5 |
| | 1 ч | 56,3 | 51,3 | 62,1 | 59,9 | 128,1 | 128,3 | 118,1 | 5 |
| | 1,5 ч | 43,6 | 38,5 | 44,9 | 39,3 | 69,9 | 76,7 | 85,9 | 4 |
| № 2 | До эксперимента | 255,04 | 262,6 | 329,1 | 209,5 | 614,6 | 605,2 | 610,9 | 5 |
| | 1 ч | 73,4 | 73,2 | 89,7 | 58,9 | 174,3 | 149,4 | 150,7 | 3 |
| | 1,5 ч | 37,1 | 38,9 | 41,7 | 33,1 | 99,3 | 86,3 | 87,9 | 1 |
| № 3 | До эксперимента | 34,6 | 31,1 | 47,9 | 27,2 | 86,3 | 74,8 | 73,2 | 5 |
| | 1 ч | 8,6 | 10,8 | 18,9 | 16,3 | 18,3 | 8,8 | 9,5 | 3 |
| | 1,5 ч | 6,3 | 12,1 | 8,3 | 6,3 | 17,03 | 14,04 | 6,8 | 1 |

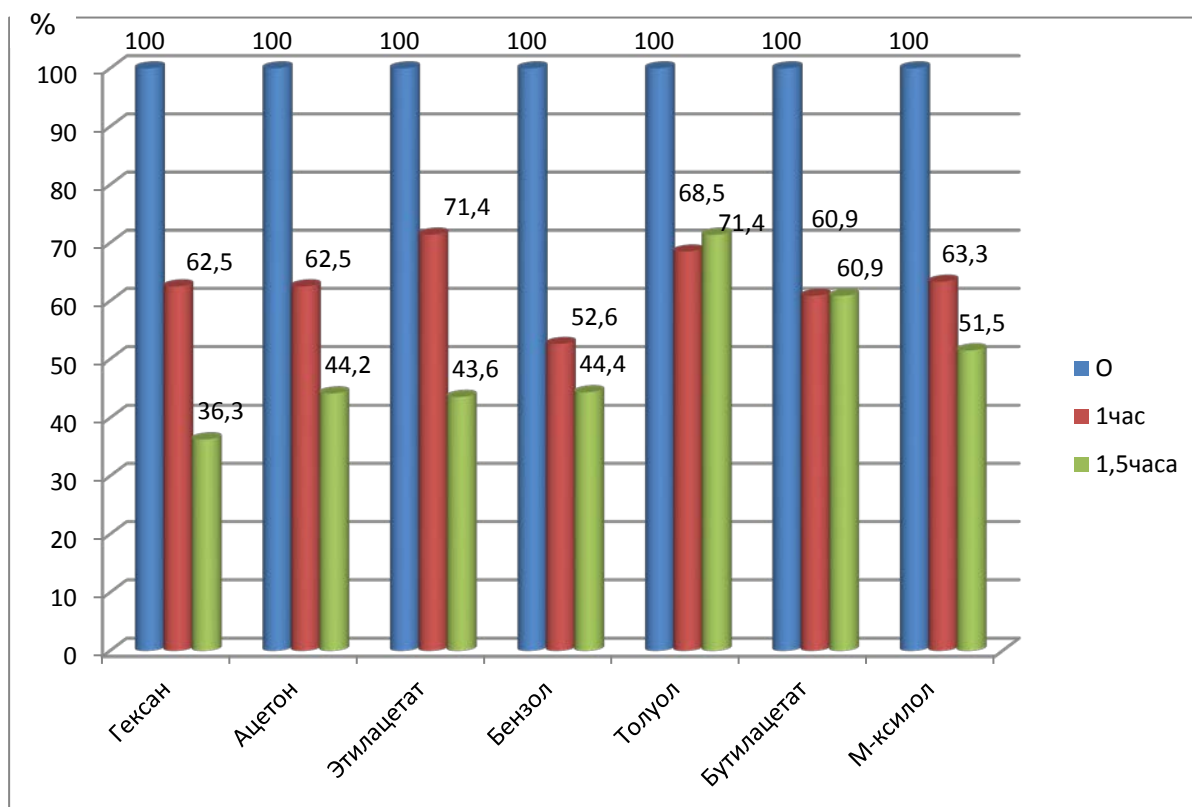


Рисунок 6 – Диаграмма изменения концентрации вредных химических веществ в воздухе в камере относительно контрольных замеров без облучения

ВЫВОДЫ

1. Без предварительного облучения опытных стекол УФ лампой концентрация аммиака снижается в 3 раза за 30 мин, гексана – в 2,2 раза за 1 ч, в 2,9 раза за 1,5 ч, ацетона – в 2,2 раза за 1 ч, в 3,05 раза за 1,5 ч, этилацетата – в 2,5 раза за 1 ч, в 3,5 раза за 1,5 ч, бензола – в 1,9 раза за 1 ч, в 2,8 раза за 1,5 ч, толуола – в 2,4 раза за 1 ч, в 4,5 раз за 1,5 ч, бутилацетата – в 2,5 раза за 1 ч, 4,3 раза за 1,5 ч, м-ксилола – в 2,6 раза за 1 ч, в 3,6 раза за 1,5 ч, запах всех исследуемых химических веществ остается в течение всего эксперимента.

2. При непрерывном облучении УФ лампой опытных поверхностей с нанопокрытием из диоксида титана концентрация аммиака снижается в среднем в 3 раза за 12 мин, гексана – в 4 раза за 1 ч, в 6 раз за 1,5 ч, ацетона – в 3 раза за 1 ч, в 5,5 раза за 1,5 ч, этилацетата – в 5 раз за 1 ч, в 7 раз за 1,5 ч, бензола – в 3 раза за 1 ч, в 5 раз за 1,5 ч, толуола – в 4 раза за 1 ч, в 5,5 раза за 1,5 ч, бутилацетата – в 6,5 раза за 1 ч, в 6 раз за 1,5 ч, м-ксилола – в 4 раза за 1 ч, в 9,5 раз за 1,5 ч, запах всех исследуемых химических веществ остается в течение 1,5 ч.

3. Таким образом, при непрерывном облучении УФ лампой опытных поверхностей с нанопокрытием из диоксида титана концентрация аммиака, гексана, ацетона, этилацетата, бензола, толуола, бутилацетата и м-ксилола снижается в среднем в 2 раза быстрее, чем без предварительного облучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опытные поверхности с нанопокрытием из диоксида титана при непрерывном облучении их ультрафиолетовой лампой обладают способностью дезодорировать и обезвреживать воздух от вредных химических веществ.

Список использованных источников

1. Савинов, Е. Н. Фотокаталитические методы очистки воды и воздуха / Е. Н. Савинов // Соросовский обр. журн. – 2000. – Т. 6. – № 11. – С. 52 – 56.
2. Воронцов, А. В. Гетерогенная фотокаталитическая окислительная деструкция углеродсодержащих соединений на чистом и платинированном диоксиде титана : автореф дисс...д.х.н. / А. В. Воронцов. – Новосибирск, 2009.
3. Механизм фотокаталитического окисления угарного газа [Электрон. ресурс] – 9 декабря 2012 г. – Режим доступа: www.airlife.ru

Статья поступила в редакцию 08.02.2013.

SUMMARY

It is known that the ultraviolet (UV) irradiation of TiO_2 absorption of a photon with energy larger than the band gap, leads to the formation of stable pair "electron-hole" which is called the "exciton". Thus photocatalytic oxidation is initiated presumably able to neutralize the air of chemicals. Applying gaz chromatografic measuring of ethyl acetate, acetone, toluene, xylene, butyl acetate, hexane concentrations in the working area, it was found that the experimental surface with nano titanium dioxide coating with continuous irradiation with ultraviolet light have the ability to deodorize and neutralize the air of harmful chemicals.

УДК 543.253

КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КРАСКАХ ДЛЯ ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА

А.М. Брайкова, Н.П. Матвейко, В.В. Садовский

Во все времена неременным условием при создании игрушек была их безопасность для детей. Например, при обработке скругляли все углы, избегали слишком мелких деталей. Деревянные игрушки покрывали только натуральными растительными красками или оставляли неокрашенными, чтобы обеспечить безопасность использования изделий детьми.

С развитием химической промышленности и появлением синтетических материалов, которые стали широко применяться взамен натуральных, проблема обеспечения безопасности детских игрушек стала еще более актуальной. Барьеры, выстраиваемые в разных странах надзорными службами различного уровня, не всегда позволяют избежать поступления на прилавки торговых сетей игрушек, а также изделий для детского творчества, не соответствующих установленным требованиям безопасности. Поэтому во всем мире в настоящее время ведется работа, направленная на разработку международных правовых документов, призванных стимулировать страны к оптимизации и совершенствованию систем производственного и государственного контроля качества и безопасности в области производства и потребления товаров для детей, в том числе игрушек и изделий для детского творчества.

В Европейском союзе (ЕС) с целью недопущения попадания на рынок игрушек с токсичными веществами принимаются директивы ЕС по безопасности игрушек, накладывающие строгие ограничения на химические вещества, которые используются при производстве детских игрушек. Так, например, наличие в игрушках соединений тяжелых металлов ртути, свинца, сурьмы, кадмия, хрома (VI), мышьяка, бария, селена и некоторых других разрешено только в виде микропримесей. В ЕС существует ряд стандартов серии EN 71 (EN 71-1 – EN 71-11), регламентирующих требования к процессу изготовления и маркировки игрушек, а также к показателям безопасности и методам их контроля.

В Республике Беларусь ведется активная работа по недопущению попадания на рынок игрушек, содержащих токсичные вещества. Разработан и принят ряд технических нормативно-правовых актов (ТНПА), устанавливающих требования к качеству и безопасности игрушек. Причем требования национальных стандартов РБ гармонизированы с требованиями международных стандартов EN и ISO. Также в РБ разработаны санитарные правила и нормы [1], устанавливающие гигиенические требования к качеству и безопасности игрушек, где эти требования приравнены к требованиям пищевых продуктов и изделий, длительно контактирующих с полостью рта. В целях повышения безопасности детей, установления единых требований к игрушкам Российской Федерации, Республики Беларусь и Республики Казахстан, участниками Таможенного союза принят технический регламент (ТР) «О безопасности игрушек» [2].

Важнейшим аспектом экспертизы игрушек являются исследования, в ходе которых определяются возможности миграции в организм химических веществ и солей тяжелых металлов. Как показал проведенный анализ отечественных и зарубежных стандартов в сфере качества и безопасности игрушек, особое внимание уделяется экспертизе изделий для детского творчества, в том числе красок для рисования пальцами. В РБ действует стандарт СТБ 1700–2006 (СТБ EN 71-7:2002) [3], регламентирующий требования к показателям безопасности и методам испытаний этого вида продукции. Согласно этому стандарту краски для рисования пальцами – это цветные пастообразные или гелеобразные массы, изготовленные специально для детей и предназначенные для нанесения на определенную поверхность непосредственно пальцами рук. Этим стандартом установлены допустимые концентрации миграции элементов из красок для рисования пальцами, соответствующие EN 71-3:1994 [4], которые не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Предельные значения миграции элементов из красок

| Показатель | <i>Sb</i> | <i>As</i> | <i>Ba</i> | <i>Cd</i> | <i>Cr</i> | <i>Pb</i> | <i>Hg</i> | <i>Se</i> |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Максимальная миграция элементов из красок, мг/кг | 10 | 10 | 350 | 15 | 25 | 25 | 10 | 50 |

Менее жесткие требования к выделению ряда токсичных элементов из красок для рисования пальцами предъявляются стандартом ГОСТ ИСО 8124–3–2001 [5] и техническим регламентом (ТР) «О безопасности игрушек» [2]. Согласно этим документам выделение вредных химических элементов в модельную среду (соляную кислоту), содержащихся в 1 кг формующих масс и красок, наносимых пальцами, не должно превышать норм, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Максимально допустимые количества элементов, выделяющихся из 1 кг пасты для лепки и 1 кг краски для рисования пальцами

| Показатель | <i>Sb</i> | <i>As</i> | <i>Ba</i> | <i>Cd</i> | <i>Cr</i> | <i>Pb</i> | <i>Hg</i> | <i>Se</i> |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Максимально допустимое количество элементов, мг/кг | 60 | 25 | 250 | 50 | 25 | 90 | 25 | 500 |

Требования приведенных стандартов направлены на снижение рисков, которые могут представлять для детей краски для рисования пальцами при их применении по назначению.

К сожалению, приведенные в таблицах 1 и 2 требования распространяются только на краски для рисования пальцами и не охватывают такую группу товаров для детского творчества, как краски гуашь и акварельные краски, поскольку они не предназначены для нанесения их на поверхность непосредственно пальцами. Однако известно, что зачастую в дошкольных учреждениях, либо дома именно гуашь используется для рисования пальцами по причине меньшей стоимости в сравнении с «пальчиковыми» красками. Помимо этого, в ходе работы с гуашью даже с помощью кисточек краска в подавляющем большинстве случаев попадает на кожу ребенка. Кроме того, в красках гуашь могут присутствовать и другие тяжелые металлы, не вошедшие в таблицы 1 и 2 (например, цинк и медь), попадание которых в организм ребенка может негативным образом сказаться на его здоровье. В связи с этим, представляло интерес определить содержание некоторых тяжелых металлов именно в красках гуашь.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – методом инверсионной вольтамперометрии, основанном на предварительном накоплении анализируемых металлов в виде амальгамы на поверхности индикаторного электрод и последующем их растворением и регистрацией вольтамперной кривой [6], определить содержания цинка, кадмия, свинца и меди в красках гуашь для детского творчества.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В качестве объектов исследования случайным образом выбраны краски гуашь, произведенные в Российской Федерации, шести цветов: желтого, зеленого, коричневого, оранжевого, фиолетового и синего.

Подготовку каждой пробы краски гуашь выполняли методом мокрой минерализации, в основе которого использована методика, описанная в работе [7], с применением двухкамерной программируемой печи ПДП – 18М следующим образом. Высушивание навески пробы массой 0,5 г проводили при температуре 150 – 300 °С в течение 4-5 часов. Затем пробу обрабатывали концентрированной азотной кислотой и 30 %-ным раствором пероксида водорода, после чего раствор выпаривали в течение 20 – 30 мин при температуре 150 – 350 °С. Образовавшийся после выпаривания осадок озолняли при температуре 450 °С в течение 30 минут. Обработку пробы концентрированной азотной кислотой и 30 %-ным раствором пероксида водорода, выпаривание раствора и последующее озолнение образовавшегося осадка повторяли неоднократно до образования однородной золы серо-белого цвета. Зола растворяли в 10 мл электролита (1 мл концентрированной муравьиной кислоты и 9 мл

дистиллированной воды), нерастворившийся осадок отфильтровывали через складчатый фильтр. Из образовавшегося фильтрата отбирали аликвоту объемом 0,2, переносили в кварцевую ячейку и доводили объем раствора фоновым электролитом (водный раствор муравьиной кислоты концентрацией 0,4 моль/л) до 10 мл. После этого проводили анализ на содержание в фильтрате и пробе **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu**.

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 не менее четырех раз. **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 краски гуашь выполняли с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx». Все результаты обрабатывали методом математической статистики. При этом по методике, представленной в работе [8], 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 оптимальных условий анализа, а именно: состава фонового электролита, потенциала и продолжительности всех стадий анализа, а также скорости развертки потенциала при регистрации вольтамперной кривой. Условия анализа проб красок гуашь для детского творчества получены на основании результатов комплекса исследований модельных растворов (растворы с известным содержанием **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu**), выполненных нами ранее [9].

Установлено, что определение **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** в пробах краски гуашь с помощью анализатора марки ТА-4 и ртутного пленочного вибрирующего индикаторного электрода целесообразно проводить на фоновом электролите, содержащем 0,4 моль/л муравьиной кислоты, при следующих условиях. Электрохимическая очистка индикаторного электрода осуществлялась при переменном потенциале в диапазоне от +100 до -1150 мВ в течение 20 с, накопление металлов на поверхности индикаторного электрода при потенциале -1350 мВ в течение 15 – 30 с (в зависимости от концентрации металлов в растворе), успокоение раствора при потенциале - 1100 мВ в течение 10 с, развертка потенциала со скоростью 80 мВ/с.

В качестве примера на рисунках 1 – 3 приведены вольтамперные кривые, полученные при определении содержания тяжелых металлов в пробах красок гуашь некоторых цветов.

Из рисунков видно, что на вольтамперных кривых растворов проб, зарегистрированных при анализе образцов краски гуашь желтого, коричневого и оранжевого цветов, при потенциалах, мВ (-1050 ÷ -780), (-450 ÷ -280) и (-20 ÷ +10) наблюдаются три пика, которые свидетельствуют об окислении цинка, свинца и меди, предварительно сконцентрированных на поверхности индикаторного электрода. Явно выраженные пики окисления кадмия отсутствуют на всех представленных рисунках. 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 проб образцов красок.

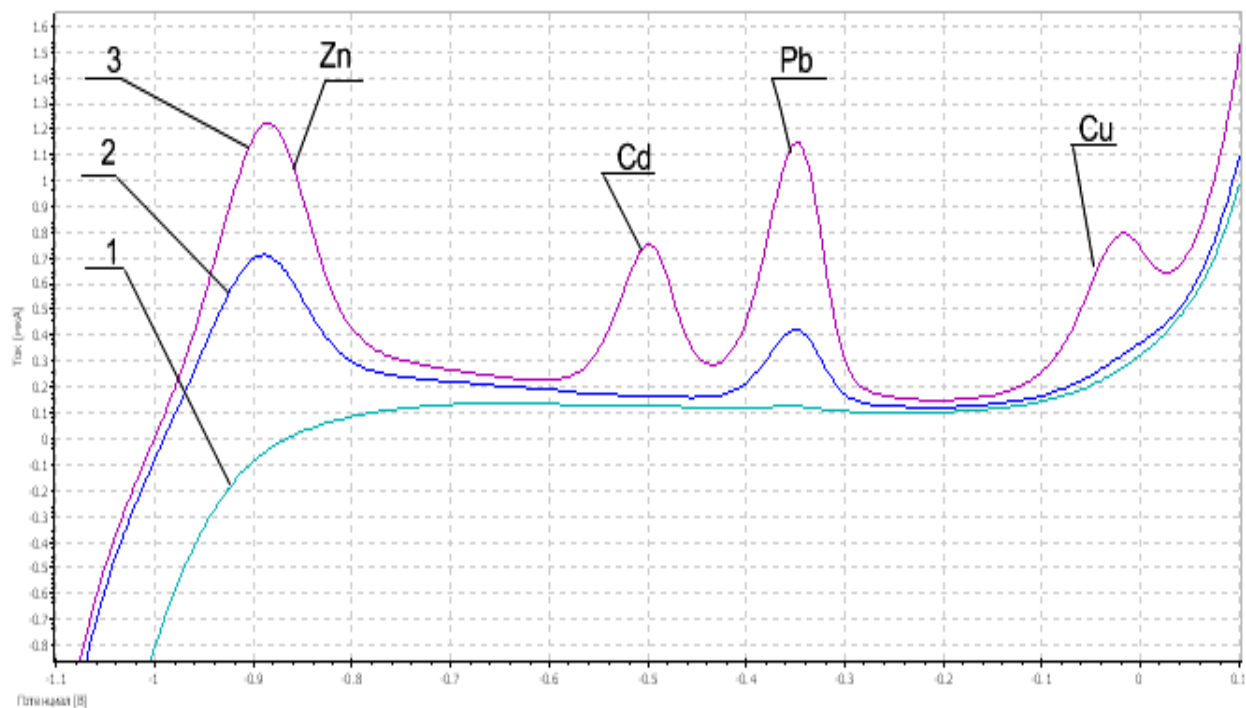


Рисунок 1 – Вольтамперные анодные кривые: 1 – фонового электролита, 2 – пробы краски гуашь *желтого* цвета, 3 – пробы с добавкой. Температура 25 °С

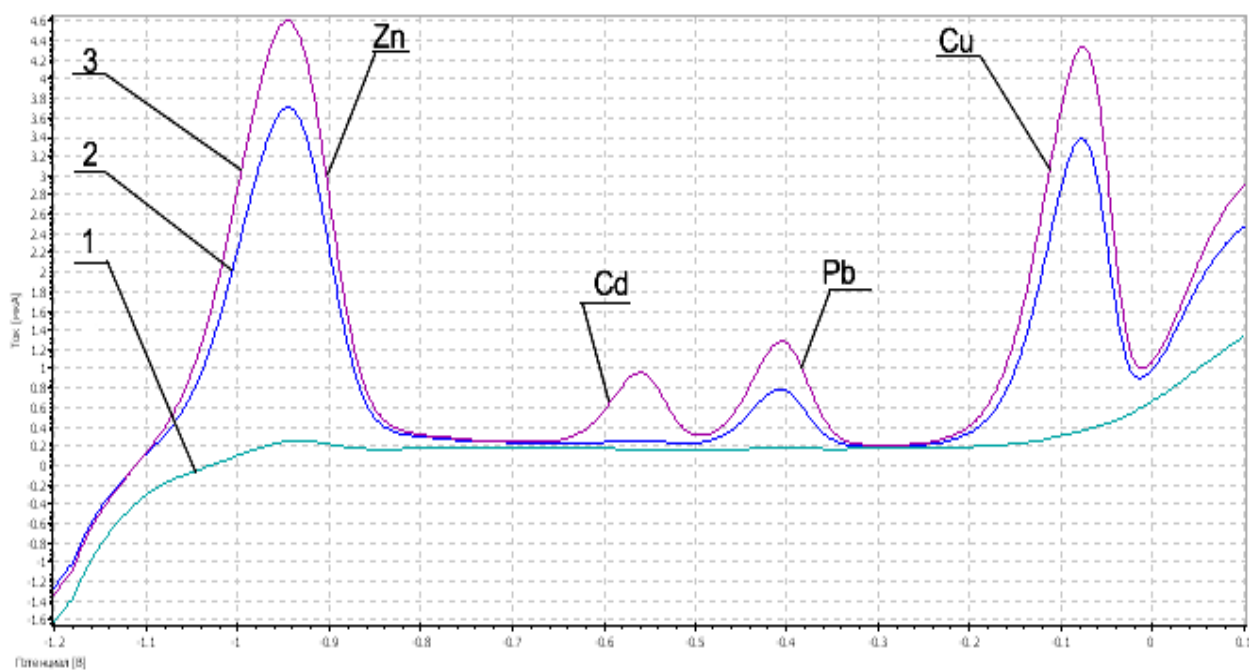


Рисунок 2 – Вольтамперные анодные кривые: 1 – фонового электролита, 2 – пробы краски гуашь *коричневого* цвета, 3 – пробы с добавкой. Температура 25 °С

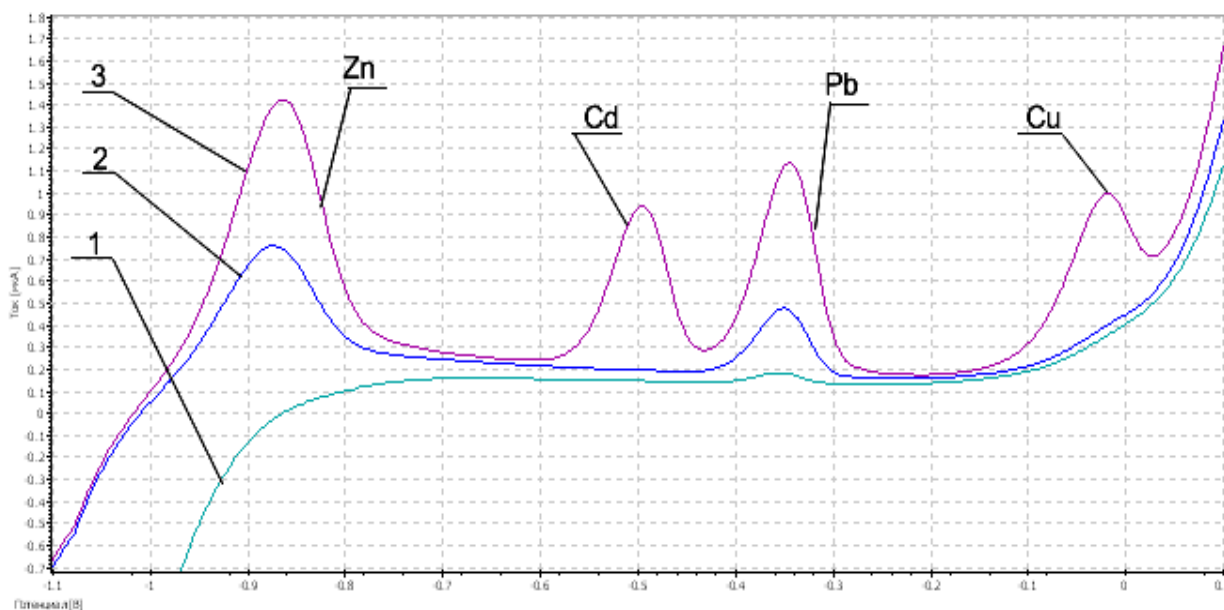


Рисунок 3 – Вольтамперные анодные кривые: 1 – фонового электролита, 2 – пробы краски гуашь *оранжевого* цвета, 3 – пробы с добавкой. Температура 25 °С

По разности вольтамперных кривых пробы с добавкой, пробы и фонового электролита рассчитано содержание тяжелых металлов в красках гуашь для детского творчества. Результаты определения содержания *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* в красках гуашь для детского творчества

| № | Цвет краски | 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 | желтый | 14,0±0,2 | 1,3 | - | - | 4,3±0,1 | 1,7 | 0,22±0,01 | 3,3 |
| 2 | зеленый | 581±2,4 | 0,3 | - | - | 7,0±0,1 | 1,3 | 188±1,0 | 0,4 |
| 3 | коричневый | 18,0±0,2 | 0,8 | 0,29±0,01 | 3,1 | 4,1±0,1 | 1,8 | 49,0±0,3 | 0,4 |
| 4 | оранжевый | 12,0±0,2 | 1,2 | 0,42±0,02 | 2,9 | 9,1±0,2 | 1,2 | 5,5±0,1 | 1,3 |
| 5 | фиолетовый | 9,4±0,1 | 0,8 | 2,50±0,06 | 1,7 | 4,8±0,1 | 1,5 | 2,71±0,07 | 1,8 |
| 6 | синий | 129±0,9 | 0,5 | - | - | 2,20±0,06 | 1,9 | 4,9±0,1 | 1,5 |

Из таблицы 3 видно, что кадмий не обнаружен в образцах краски гуашь желтого, зеленого и синего цветов. Содержание кадмия в образцах краски коричневого, оранжевого и фиолетового цветов не превышает значений максимальных концентраций, приведенных в таблицах 1 и 2. Свинец присутствует во всех проанализированных образцах краски гуашь, однако его содержание также не превышает установленных норм.

Содержание цинка и меди не ограничивается требованиями стандартов на краски для рисования пальцами. Однако присутствие меди и цинка отмечено во всех исследуемых образцах. Причем следует отметить, что максимальное количество цинка (581 мг/кг) и меди (188 мг/кг) содержится в краске гуашь зеленого цвета. Также

отмечено относительно высокое содержание цинка (129 мг/кг) в краске гуашь синего цвета.

В таблице представлены результаты расчета основных характеристик погрешностей выполненных измерений. Относительные стандартные отклонения (S_r) определения содержания **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** в красках гуашь не превышают, %: 1,3; 3,1; 1,9; 3,3 соответственно. Интервальные значения ($\pm \Delta x$) содержания цинка, кадмия, свинца и меди для всех исследованных проб лежат в диапазонах, мг/кг: от $\pm 0,1$ до $\pm 2,4$; от $\pm 0,01$ до $\pm 0,06$; от $\pm 0,06$ до $\pm 0,2$ и от $\pm 0,01$ до $\pm 1,0$ соответственно.

ВЫВОД

Метод инверсионной вольтамперометрии может быть успешно (с относительным стандартным отклонением не более 1,2 %) применен для определения **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** при их совместном присутствии в красках для детского творчества. В изученных образцах красок гуашь различных цветов содержание кадмия и свинца не превышает максимально допустимых значений, установленных требованиями ТНПА. Во всех проанализированных образцах красок присутствуют цинк и медь в количествах, мг/кг: 9,4 – 581 и 0,22 – 188 соответственно.

Список использованных источников

1. Игрушки и игры. Гигиенические требования безопасности. Методы контроля. Требования к производству и реализации. СанПиН 2.4.7.14–34–2003. – Введ. 23.02.2005.
2. О безопасности игрушек. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 008/2011. – Введ. 23.09.2011.
3. Игрушки. Требования безопасности. Часть 7. Краски для рисования пальцами. Технические требования и методы испытаний. СТБ 1700–2006 (СТБ EN 71-7:2002). – Введ. 01.06.2007. – Минск : Изд-во стандартов, 2007. – 29 с.
4. Безопасность игрушек. Часть 3. Миграция элементов. EN 71-3:1994. – Введ. 21.12.1994. – Получено из CEN, DIN. – 26 с.
5. Игрушки. Общие требования безопасности и методы испытаний. Выделение вредных для здоровья ребенка элементов. ГОСТ ИСО 8124–3–2001. – Введ. 01.06.2006. – Стандартиформ, 2006. – 16 с.
6. Выдра, Ф. Инверсионная вольтамперометрия / Ф Выдра, К. Штулик, Э. Юлакова. – Москва : Мир, 1980. – 278 с.
7. 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.
8. Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания : МИ 2336–95. – Введ. 09.12.1997. – Екатеринбург, 1995. – 45 с.
9. Брайкова, А. М. Определение тяжелых металлов в кремах для лица методом инверсионной вольтамперометрии / Н. П. Матвейко // Вестник ВГТУ. – 2012. – Вып. 22. – С. 111–116.

Статья поступила в редакцию 14.02.2013.

SUMMARY

The chemical analysis inspection of heavy metals in the gouaches of various colours is conducted. The presence of Cd, Cu and Zn in the analysed painter samples was discovered. The content of Pb and Cd doesn't exceed the maximal allowable values.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОНО- И ДИАЛКОКСИБЕНЗАЛЬДЕГИДОВ

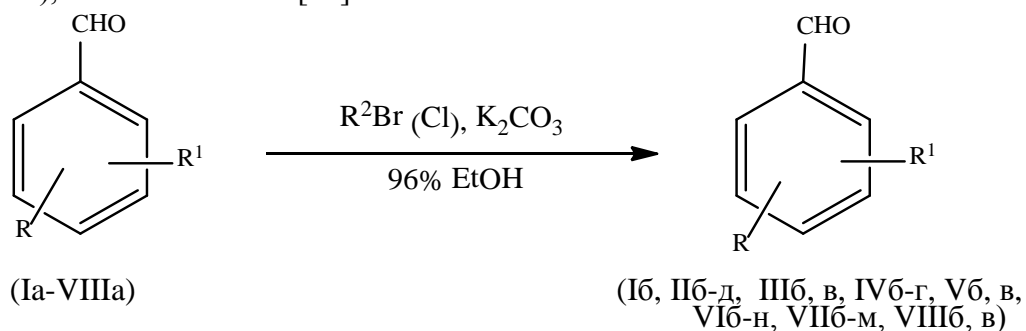
Е.А. Дикусар, В.И. Поткин, М.Ю. Мурашева, С.К. Петкевич, С.Г. Стёпин

Иммобилизация душистых веществ на текстильных материалах позволяет придавать устойчивый аромат тканям. Разработка душистых веществ для создания подобных материалов является актуальной задачей легкой промышленности.

Гидроксibenзальдегиды ванилинового ряда широко используются в пищевой и парфюмерной промышленности в качестве душистых веществ и отдушек [1 – 3]. Сам ванилин, легко получаемый из дешевого, доступного и возобновляемого сырья или отходов целлюлозно-бумажной промышленности [4, 5], а также его гомологи и аналоги: ванилаль, изованилин и ортованилин – благодаря присутствию в их молекулах гидроксильной и альдегидной групп могут служить удобными и доступными исходными соединениями (или синтонами) для синтеза на их основе целого ряда новых химических веществ, обладающих комплексом ценных и полезных свойств [4 – 6].

Целью данной работы является разработка удобного и масштабируемого технологического способа получения моно- и диалкоксibenзальдегидов (Iб, IIб-д, IIIб, в, IVб-г, Vб, в, VIб-н, VIIб-м, VIIIб, в) с целью их дальнейшего использования в качестве душистых соединений и исходных веществ для дальнейших химических модификаций и превращений [6, 7]. В качестве исходных альдегидофенолов были использованы салициловый альдегид (2-гидроксibenзальдегид) (Iа), 4-гидроксibenзальдегид (Iб), ортованилин (2-гидрокси-3-метоксibenзальдегид) (IIIа), β-резорциловый альдегид (2,4-дигидроксibenзальдегид) (IVа), изованилин (3-гидрокси-4-метоксibenзальдегид) (Va), ванилин (4-гидрокси-3-метоксibenзальдегид) (VIа), ванилаль (4-гидрокси-3-этоксibenзальдегид) (VIIа), протокатеховый альдегид (3,4-дигидроксibenзальдегид) (VIIIа) [8, 9].

Целевые моно- (Iб, IIб-д) и диалкоксibenзальдегиды (IIIб, в, IVб-г, Vб, в, VIб-н, VIIб-м, VIIIб, в) получали по реакции Вильямсона [10], специально модифицированной для достижения высокой степени конверсии исходных гидроксibenзальдегидов (Iа-VIIIа) и чистоты образующихся соединений. Синтез проводили кипячением смеси исходных гидрокси- или дигидроксibenзальдегидов (Iа-VIIIа), соответствующих бромалкилов, бромциклоалкилов или бензилхлорида, безводного карбоната калия в среде 96%-ного этанола в течение 10 – 12 ч. Для предотвращения окисления альдегидной группы в карбоксильную в процессе проведения синтеза применяли барботирование через кипящую реакционную смесь слабого тока азота. Дополнительную очистку полученных моно- (Iб, IIб-д) и диалкоксibenзальдегидов (IIIб, в, IVб-г, Vб, в, VIб-н, VIIб-м, VIIIб, в) проводили низкотемпературной кристаллизацией из смеси бензола и гексана, или колоночной хроматографией на оксиде алюминия (II степени активности по Брокману, нейтральный), элюент – бензол [11].



$R = H$, $2-R^1 = OH$ (Ia), *n*-Bu (Iб); $R = H$, $4-R^1 = OH$ (IIa), *n*-Bu (IIб), $(CH_2)_{14}Me$ (IIв), цикло- C_6H_{11} (IIг), $CH_2C_6H_5$ (IIд); $3-R = OMe$, $2-R^1 = OH$ (IIIa), *n*-Bu (IIIб), $CH_2C_6H_5$ (IIIв); $2-R = 4-R^1 = OH$ (IVa), *n*-Bu (IVб), $CH_2C_6H_5$ (IVв); $4-R = OMe$, $3-R^1 = OH$ (Va), *n*-Bu (Vб), $CH_2C_6H_5$ (Vв); $3-R = OMe$, $4-R^1 = OH$ (VIa), Et (VIб), $CHMe_2$ (VIв), *n*-Bu (VIг), CH_2CHMe_2 (VIд), $(CH_2)_2CHMe_2$ (VIе), $(CH_2)_5Me$ (VIж), $(CH_2)_7Me$ (VIз), $(CH_2)_{14}Me$ (VIи), $CH_2C\equiv CH$ (VIк), цикло- C_6H_{11} (VIл), цикло- C_7H_{13} (VIм), $CH_2C_6H_5$ (VIн); $3-R = OEt$, $4-R^1 = OH$ (VIIa), Et (VIIб), $CHMe_2$ (VIIв), *n*-Bu (VIIг), CH_2CHMe_2 (VIIд), $(CH_2)_2CHMe_2$ (VIIе), $(CH_2)_5Me$ (VIIж), $(CH_2)_7Me$ (VIIз), $(CH_2)_{14}Me$ (VIIи), цикло- C_6H_{11} (VIIк), цикло- C_7H_{13} (VIIл), $CH_2C_6H_5$ (VIIм); $3-R = 4-R^1 = OH$ (VIIIa), *n*-Bu (VIIIб), $CH_2C_6H_5$ (VIIIв).

Выход синтезированных по данному методу моно- и диалкоксибензальдегидов (Iб, IIб-д, IIIб, в, IVб-г, Vб, в, VIб-н, VIIб-м, VIIIб, в) составлял 66 – 89 %. Попытки использования вместо бромалкилов или бромциклоалкилов (R^2Br) соответствующих хлоралкилов или хлорциклоалкилов (R^2Cl), за исключением бензилхлорида, оказались безуспешными и не приводили к образованию моно- и диалкоксибензальдегидов.

Состав и строение синтезированных (Iб, IIб-д, IIIб, в, IVб-г, Vб, в, VIб-н, VIIб-м, VIIIб, в) доказано данными спектров ИК и ЯМР 1H , данными элементного анализа и хромато-масс-спектрометрии. ИК спектры синтезированных соединений записаны на ИК Фурье-спектрофотометре Protege-460 фирмы “Nicolet” в тонком слое или в *KBr*. Спектры ЯМР 1H получены на спектрометре BS-587A (100МГц, Tesla) для 5%-ных растворов в $CDCl_3$, химические сдвиги определяли относительно внутреннего стандарта – тетраметилсилана. 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.

Ряд диалкоксибензальдегидов (IVб-г, Vб, в, VIб-н, VIIб-м, VIIIб, в) обладают интенсивными ароматами фруктово-ягодной или цветочной направленности и являются перспективными соединениями для использования их в качестве ароматизаторов, душистых веществ и отдушек в пищевой и парфюмерной промышленности [12-15]. Моно- и диалкоксибензальдегиды (Iб, IIб-д, IIIб, в, IVб-г, Vб, в, VIб-н, VIIб-м, VIIIб, в) могут служить доступными исходными соединениями для создания на их основе новых биологически активных веществ и разработки лекарственных препаратов медицинского или сельскохозяйственного назначения [16-18].

Исходные альдегидофенолы были использованы (Ia-VIIIa) после предварительной очистки перегонкой или перекристаллизацией и имели физико-химические константы, соответствующие литературным данным [9].

Моно- (Iб, IIб-д) и диалкоксибензальдегиды (IIIб, в, IVб-г, Vб, в, VIб-н, VIIб-м, VIIIб, в). Смесь 0,1 моль гидрокси- (Ia-IIIa, Va-VIIIa) или 0,05 моль дигидроксибензальдегида (IVa, VIIIa), 0,11 моль соответствующего бромалкила, бромциклоалкила или бензилхлорида и 0,11 моль безводного карбоната калия кипятили с обратным холодильником в среде 96%-ного этанола (200 – 250 мл) в течение 10 – 12 ч. Через кипящую реакционную смесь применяли барботирование слабого тока азота. После охлаждения, реакционную смесь разбавляли 500 мл 10%-ного водного раствора хлорида натрия. Выпавшие из реакционной смеси в виде осадков кристаллические целевые продукты (IIв, д, IIIв, IVб, г, Vб, в, VIг, ж-к, н, VIIг, ж-и, м) отделяли фильтрованием на стеклянном пористом фильтре, промывали водой (2-3 л), сушили при пониженном давлении (50 – 100 мм рт. ст. над безводным сульфатом магния или сульфатом натрия). Жидкие продукты (Iб, IIб, г, IIIб, IVв, VIв-е, л, м, VIIб, в, д, е, к, л) экстрагировали хлористым метиленом (3 x 150 мл), растворитель удаляли, остатки вакуумировали. Дополнительную очистку полученных

моно- (Iб, IIб-д) и диалкоксибензальдегидов (IIIб, в, IVб-г, Vб, в, VIб-н, VIIб-м, VIIIб, в) проводили низкотемпературной кристаллизацией из смеси бензола и гексана, или колоночной хроматографией на оксиде алюминия (II степени активности по Брокману, нейтральный), элюент – бензол.

2-н-Бутоксибензальдегид (Iб). Выход 89 %, d_{20}^{20} 0,9846, n_D^{20} 1,5360. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3104, 3070, 3040, 3015 (*CHAr*); 2959, 2935, 2873 (*CHAlk*); 2755 (*CHCHO*); 1674, 1665, 1646 (*C=O*); 1620, 1599, 1582, 1386 (*Ar*); 1487, 1459 (*CH₂*); 1286, 1243, 1189, 1161, 1102, 1006, 972 (*C-O*); 883, 831, 758, 721 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0,98 т (*3H, Me*), 1,25 – 2,05 м [*4H, (CH₂)₂*], 4,06 т (*2H, CH₂O*), 6,75 – 7,95 м (*4H, C₆H₄*), 10,51 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 178 [M]⁺. Найдено, %: C 74,38; H 8,10. $\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_2$. Вычислено, %: C 74,13; H 7,92. М 178,23.

4-н-Бутоксибензальдегид (IIб). Выход 87 %, d_{20}^{20} 0,9961, n_D^{20} 1,5405. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3070, 3065, 3013 (*CHAr*); 2959, 2936, 2873, 2828 (*CHAlk*); 2736 (*CHCHO*); 1695 (*C=O*); 1602, 1577, 1510, 1394 (*Ar*); 1468, 1428 (*CH₂*); 1313, 1258, 1216, 1160, 1110, 1005, 970 (*C-O*); 833 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0,96 т (*3H, Me*), 1,25 – 2,04 м [*4H, (CH₂)₂*], 4,01 т (*2H, CH₂O*), 6,75 – 7,95 м (*4H, C₆H₄*), 9,85 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 178 [M]⁺. Найдено, %: C 74,33; H 8,13. $\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_2$. Вычислено, %: C 74,13; H 7,92. М 178,23.

4-н-Пентадеканоксибензальдегид (IIв). Выход 89 %, т. пл. 45 – 46 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3070, 3035, 3015 (*CHAr*); 2954, 2916, 2849, 2810 (*CHAlk*); 2739 (*CHCHO*); 1688 (*C=O*); 1606, 1580, 1510, 1403 (*Ar*); 1470, 1430 (*CH₂*); 1318, 1268, 1218, 1164, 1109, 1011, 972 (*C-O*); 859, 831, 718 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0,89 т (*3H, Me*), 1,26 уш. с [*24H, (CH₂)₁₂*], 1,95 т (*2H, CH₂*), 4,14 т (*2H, CH₂O*), 6,72 – 7,98 м (*4H, C₆H₄*), 9,84 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 332 [M]⁺. Найдено, %: C 79,94; H 10,15. $\text{C}_{22}\text{H}_{36}\text{O}_2$. Вычислено, %: C 79,46; H 10,91. М 332,52.

4-Циклогексилоксибензальдегид (IIIг). Выход 66 %, d_{20}^{20} 1,1012, n_D^{20} 1,5610. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3073, 3026 (*CHAr*); 2936, 2858 (*CHAlk*); 2735 (*CHCHO*); 1689 (*C=O*); 1600, 1574, 1507 (*Ar*); 1449, 1429 (*CH₂*); 1309, 1258, 1217, 1160, 1110, 1043, 1020, 967 (*C-O*); 860, 834 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 1,10 – 2,30 м [*10H, (CH₂)₅*], 4,37 уш. с (*1H, CH*), 6,72 – 7,95 м (*4H, C₆H₄*), 9,86 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 204 [M]⁺. Найдено, %: C 76,80; H 8,07. $\text{C}_{13}\text{H}_{16}\text{O}_2$. Вычислено, %: C 76,44; H 7,90. М 204,26.

4-Бензилоксибензальдегид (IIд). Выход 83 %, т. пл. 74 – 75 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3090, 3080, 3055, 3036, 3008 (*CHAr*); 2940, 2829, 2803 (*CHAlk*); 2745 (*CHCHO*); 1687 (*C=O*); 1601, 1575, 1509, 1425, 1394 (*Ar*); 1462, 1452 (*CH₂*); 1330, 1301, 1261, 1214, 1165, 1110, 1018 (*C-O*); 867, 832, 735, 696 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 5,15 с (*2H, CH₂O*), 7,07 – 7,85 м (*9H, C₆H₄ и C₆H₅*), 9,89 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 212 [M]⁺. Найдено, %: C 79,48; H 5,93. $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{O}_2$. Вычислено, %: C 79,22; H 5,70. М 212,24.

2-н-Бутокси-3-метоксибензальдегид (IIIб). Выход 80 %, d_{20}^{20} 0,9451, n_D^{20} 1,5235. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3090, 3070, 3005 (*CHAr*); 2959, 2936, 2871, 2841 (*CHAlk*); 2736 (*CHCHO*); 1692 (*C=O*); 1594, 1584, 1483, 1378 (*Ar*); 1456, 1442 (*CH₂*); 1312, 1265, 1249, 1185, 1067, 1022 (*C-O*); 785, 764 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0,96 т (*3H, Me*), 1,25 – 1,98 м [*4H, (CH₂)₂*], 3,87 с (*3H, MeO*), 4,12 т (*2H, CH₂O*), 6,90 – 6,55 м (*3H, C₆H₃*), 10,45 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 208 [M]⁺. Найдено, %: C 69,45; H 7,81. $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_3$. Вычислено, %: C 69,21; H 7,74. М 208,25.

2-Бензилокси-3-метоксибензальдегид (IIIв). Выход 74 %, т. пл. 33 – 34 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3090, 3061, 3030, 3007 (*CHAr*); 2967, 2940, 2899, 2878, 2840 (*CHAlk*); 2776, 2746 (*CHCHO*); 1694 (*C=O*); 1594, 1584, 1480, 1390, 1367 (*Ar*); 1455, 1439 (*CH₂*); 1307, 1267, 1247, 1190, 1081, 1062, 968 (*C-O*); 919, 908, 858, 780, 765, 753, 698 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 3,94 с (*3H, MeO*), 5,20 с (*2H, CH₂*), 7,10 – 7,45 м (*8H,*

C_6H_3 и C_6H_5), 10,27 с (**1H, CHO**). Масс-спектр: m/z 242 [M]⁺. Найдено, %: C 74,66; H 5,99. $C_{15}H_{14}O_3$. Вычислено, %: C 74,36; H 5,82. М 242,27.

2,4-Диэтоксibenзальдегид (IVб). Выход 85 %, т. пл. 70 – 71 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3090, 3075, 3040 (**CHAr**); 2981, 2950, 2931, 2902, 2859 (**CHAlk**); 2773(**CHCHO**); 1672 (**C=O**); 1606, 1590, 1570, 1498, 1402 (**Ar**); 1470, 1760, 1452, 1442 (**CH₂**); 1328, 1262, 1230. 1187, 1117, 1095, 1045, 999 (**C-O**); 915, 854, 819, 808, 676 (**CHAr**). Спектр ЯМР ¹H, δ , м.д.: 1,30 – 1,57 м (**6H, 2Me**), 4,88-4,30 м (**4H, 2CH₂**), 6.25-7.85 м (**3H, C₆H₃**), 10,30 с (**1H, CHO**). Масс-спектр: m/z 194 [M]⁺. Найдено, %: C 68,43; H 7,34. $C_{11}H_{14}O_3$. Вычислено, %: C 68,02; H 7,27. М 194,23.

2,4-Ди-н-бутоксibenзальдегид (IVв). Выход 81 %, d_{20}^{20} 1,0488, n_D^{20} 1,5280. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3093, 3070, 3035 (**CHAr**); 2959, 2935, 2873 (**CHAlk**); 2761 (**CHCHO**); 1679, 1630 (**C=O**); 1601, 1576, 1505, 1390 (**Ar**); 1467, 1436 (**CH₂**); 1334, 1293, 1261, 1224, 1187, 1115, 1067, 1010, 987 (**C-O**); 817, 805, 760 (**CHAr**). Спектр ЯМР ¹H, δ , м.д.: 0,97 т (**6H, 2Me**), 1,15 – 2,10 м [**8H, 2(CH₂)₂**], 3,80 – 4,30 м (**4H, 2CH₂O**), 6,27 – 7,88 м (**3H, C₆H₃**), 10,31 с (**1H, CHO**). Масс-спектр: m/z 250 [M]⁺. Найдено, %: C 72,29; H 9,03. $C_{15}H_{22}O_3$. Вычислено, %: C 71,97; H 8,86. М 250,33.

2,4-Дибензилоксibenзальдегид (IVг). Выход 75 %, т. пл. 85 – 86 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3090, 3065, 3034 (**CHAr**); 2964, 2925, 2870, 2847 (**CHAlk**); 2764 (**CHCHO**); 1670 (**C=O**); 1607, 1578, 1501, 1436, 1369 (**Ar**); 1460 (**CH₂**); 1331, 1260, 1218, 1185, 1100, 1016 (**C-O**); 833, 818, 740, 731, 698, 674 (**CHAr**). Спектр ЯМР ¹H, δ , м.д.: 5,12 с и 5,15 с (**4H, 2CH₂O**), 6,50 – 7,95 м (**13H, 2C₆H₅ и C₆H₃**), 10,42 с (**1H, CHO**). Масс-спектр: m/z 318 [M]⁺. Найдено, %: C 79,61; H 5,92. $C_{21}H_{18}O_3$. Вычислено, %: C 79,22; H 5,70. М 318,37.

3-н-Бутоксi-4-метоксibenзальдегид (Vб). Выход 83 %, т. пл. 38 – 39 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3080, 3011 (**CHAr**); 2959, 2935, 2872, 2841 (**CHAlk**); 2766 (**CHCHO**); 1687 (**C=O**); 1587, 1512, 1394 (**Ar**); 1463, 1437 (**CH₂**); 1341, 1267, 1240, 1163, 1135, 1022 (**C-O**); 867, 810, 740 (**CHAr**). Спектр ЯМР ¹H, δ , м.д.: 0,92 т (**3H, Me**), 1,22 – 2,00 м [**4H, (CH₂)₂**], 3,81 с (**3H, MeO**), 4,00 т (**2H, CH₂O**), 6,72 – 7,45 м (**3H, C₆H₃**), 9,77 с (**1H, CHO**). Масс-спектр: m/z 208 [M]⁺. Найдено, %: C 69,53; H 7,96. $C_{12}H_{16}O_3$. Вычислено, %: C 69,21; H 7,74. М 208,25.

3-Бензилоксi-4-метоксibenзальдегид (Vв). Выход 82 %, т. пл. 64 – 65 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3072, 3046, 3035, 3009 (**CHAr**); 2964, 2932, 2872, 2840, 2812 (**CHAlk**); 2749, 2718 (**CHCHO**); 1677 (**C=O**); 1596, 1583, 1506, 1390, 1383 (**Ar**); 1457, 1432 (**CH₂**); 1260, 1236, 1159, 1009 (**C-O**); 872, 851, 807, 766, 736, 697, 640 (**CHAr**). Спектр ЯМР ¹H, δ , м.д.: 3,96 с (**3H, MeO**), 5,19 с (**2H, CH₂**), 6,99 – 7,48 м (**8H, C₆H₃ и C₆H₅**), 9,82 с (**1H, CHO**). Масс-спектр: m/z 242 [M]⁺. Найдено, %: C 74,79; H 5,92. $C_{15}H_{14}O_3$. Вычислено, %: C 74,36; H 5,82. М 242,27.

3-Метоксi-4-этоксibenзальдегид (VIб). Выход 88 %, т. пл. 57 – 58 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3083, 3057, 3040, 3000 (**CHAr**); 2980, 2942, 2094, 2890, 2855 (**CHAlk**); 2767 (**CHCHO**); 1699, 1683, 1675 (**C=O**); 1598, 1584, 1509, 1393 (**Ar**); 1477, 1463 (**CH₂**); 1266, 1238, 1137, 1044, 1028 (**C-O**); 921, 860, 804, 733, 656 (**CHAr**). Спектр ЯМР ¹H, δ , м.д.: 1,46 т (**3H, Me**), 3,89 с (**3H, MeO**), 4,15 к (**2H, CH₂O**), 6,85 – 7,50 м (**3H, C₆H₃**), 9,80 с (**1H, CHO**). Масс-спектр: m/z 180 [M]⁺. Найдено, %: C 67,04; H 6,66. $C_{10}H_{12}O_3$. Вычислено, %: C 66,65; H 6,71. М 180,20.

3-Метоксi-4-изо-пропоксibenзальдегид (VIв). Выход 68 %, d_{20}^{20} 1,0004, n_D^{20} 1,5490. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3080, 3024 (**CHAr**); 2979, 2936, 2833 (**CHAlk**); 2740, 2729 (**CHCHO**); 1685 (**C=O**); 1594, 1584, 1507, 1386 (**Ar**); 1268, 1237, 1135, 1109, 1033, 950 (**C-O**); 866, 813, 781, 731, 655 (**CHAr**). Спектр ЯМР ¹H, δ , м.д.: 1,34 д (**6H, Me₂C**), 3,84 с (**3H, MeO**), 4,61 септ (**1H, CH**), 6,76 – 7,42 м (**3H, C₆H₃**), 9,77 с (**1H, CHO**). Масс-спектр: m/z 194 [M]⁺. Найдено, %: C 68,31; H 7,46. $C_{11}H_{14}O_3$. Вычислено, %: C 68,02; H 7,27. М 194,23.

4-н-Бутокси-3-метоксибензальдегид (VIг). Выход 85 %, т. пл. 31 – 32 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3072, 3060, 3003 (*CHAr*); 2959, 2937, 2873, 2835 (*CHAlk*); 2761, 2732 (*CHCHO*); 1682 (*C=O*); 1596, 1585, 1510, 1397 (*Ar*); 1466, 1424 (*CH₂*); 1332, 1267, 1239, 1159, 1136, 1023 (*C-O*); 868, 819, 772, 731 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0.96 т (*3H, Me*), 1,25 – 2,10 м [*4H, (CH₂)₂*], 3,89 с (*3H, MeO*), 4.11 т (*2H, CH₂O*), 6,85 – 7,55 м (*3H, C₆H₃*), 9,81 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 208 [M]⁺. Найдено, %: *C* 69,60; *H* 7,87. *C₁₂H₁₆O₃*. Вычислено, %: *C* 69,21; *H* 7,74. М 208,25.

4-изо-Бутокси-3-метоксибензальдегид (VIд). Выход 68 %, d_{20}^{20} 0.9842, n_D^{20} 1.5460. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3080, 3060, 3004 (*CHAr*); 2960, 2937, 2918, 2874, 2834 (*CHAlk*); 2762, 2730 (*CHCHO*); 1683 (*C=O*); 1596, 1586, 1510, 1397 (*Ar*); 1467, 1424 (*CH₂*); 1341, 1268, 1239, 1159, 1136, 1021 (*C-O*); 867, 809, 782, 731, 653 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 1,03 д (*6H, Me₂C*), 1,70 – 2,45 м (*1H, CH*), 3,84 д (*2H, CH₂*), 3,89 с (*3H, MeO*), 6,82 – 7,53 м (*3H, C₆H₃*), 9,82 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 208 [M]⁺. Найдено, %: *C* 69,33; *H* 7,64. *C₁₂H₁₆O₃*. Вычислено, %: *C* 69,21; *H* 7,74. М 208,25.

4-изо-Амилокси-3-метоксибензальдегид (VIе). Выход 70 %, d_{20}^{20} 1.0967, n_D^{20} 1.5445. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3070, 3056, 3003 (*CHAr*); 2956, 2936, 2871, 2835 (*CHAlk*); 2763, 2729 (*CHCHO*); 1683 (*C=O*); 1596, 1586, 1510, 1397 (*Ar*); 1466, 1425 (*CH₂*); 1340, 1267, 1240, 1159, 1136, 1034, 1009, 977 (*C-O*); 871, 812, 766, 731 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0.92 д (*6H, Me₂C*), 1,55 – 1,95 м (*3H, CH₂ и CH*), 3,84 с (*3H, MeO*), 4,06 т (*2H, CH₂O*), 6,85 – 7,41 м (*3H, C₆H₃*), 9,77 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 222 [M]⁺. Найдено, %: *C* 70,65; *H* 8,29. *C₁₃H₁₈O₃*. Вычислено, %: *C* 70,24; *H* 8,16. М 222,28.

4-н-Гексилокси-3-метоксибензальдегид (VIж). Выход 89 %, т. пл. 34 – 35 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3070, 3058, 3004 (*CHAr*); 2957, 2931, 2871, 2858 (*CHAlk*); 2762, 2722 (*CHCHO*); 1685 (*C=O*); 1596, 1586, 1510, 1396 (*Ar*); 1466, 1424 (*CH₂*); 1340, 1268, 1240, 1159, 1136, 1035, 1020 (*C-O*); 868, 807, 782, 731 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0.90 т (*3H, Me*), 1,15 – 1,60 м [*6H, (CH₂)₃*], 1,85 т (*2H, CH₂*), 3,91 с (*3H, MeO*), 4,09 т (*2H, CH₂O*), 6,78 – 7,51 м (*3H, C₆H₃*), 9,83 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 236 [M]⁺. Найдено, %: *C* 71,38; *H* 8,72. *C₁₄H₂₀O₃*. Вычислено, %: *C* 71,16; *H* 8,53. М 236,31.

3-Метокси-4-н-октилоксибензальдегид (VIз). Выход 86 %, т. пл. 30 – 31 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3081, 3005 (*CHAr*); 2978, 2956, 2934, 2919, 2875, 2854 (*CHAlk*); 2762, 2723 (*CHCHO*); 1689, 1684, 1670 (*C=O*); 1596, 1585, 1510, 1392 (*Ar*); 1467, 1426 (*CH₂*); 1276, 1270, 1238, 1159, 1136, 1028 (*C-O*); 868, 805, 732, 658 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0.89 т (*3H, Me*), 1,12 – 1,70 м [*10H, (CH₂)₅*], 1,91 т (*2H, CH₂*), 3,93 с (*3H, MeO*), 4,10 т (*2H, CH₂O*), 6,78 – 7,52 м (*3H, C₆H₃*), 9,85 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 264 [M]⁺. Найдено, %: *C* 73,03; *H* 9,19. *C₁₆H₂₄O₃*. Вычислено, %: *C* 72,69; *H* 9,15. М 264,36.

3-Метокси-4-н-пентадеканооксибензальдегид (VIи). Выход 82 %, т. пл. 44 – 45 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3078, 2998 (*CHAr*); 2960, 2917, 2850 (*CHAlk*); 2756, 2740 (*CHCHO*); 1698, 1679 (*C=O*); 1596, 1585, 1512, 1392 (*Ar*); 1467, 1457, 1426 (*CH₂*); 1272, 1236, 1159, 1141, 1071, 1027, 1009 (*C-O*); 880, 860, 802, 732, 720, 658 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0,89 т (*3H, Me*), 1,26 уш. с [*24H, (CH₂)₁₂*], 1,89 т (*2H, CH₂*), 3,93 с (*3H, MeO*), 4,10 т (*2H, CH₂O*), 6,87 – 7,52 м (*3H, C₆H₃*), 9,85 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 362 [M]⁺. Найдено, %: *C* 76,64; *H* 10,88. *C₂₃H₃₈O₃*. Вычислено, %: *C* 76,20; *H* 10,56. М 362,55.

3-Метокси-4-пропаргилоксибензальдегид (VIк). Выход 79 %, т. пл. 83 – 84 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3249 ($\equiv\text{C-H}$); 3077, 3009 (*CHAr*); 2977, 2960, 2923, 2865, 2852, 2830 (*CHAlk*); 2765, 2740 (*CHCHO*); 2127 ($\text{C}\equiv\text{C}$); 1702, 1688, 1669 ($\text{C}=\text{O}$); 1599, 1588, 1508, 1409, 1380 (*Ar*); 1471, 1451, 1432 (*CH₂*); 1281, 1267, 1244, 1158, 1135, 1035, 1003 (*C-O*); 862, 805, 735, 692, 658 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 2,57 т (*1H, (\equiv\text{CH})*), 3,93

с (3H, MeO), 4,85 д (2H, CH₂), 7,05 – 7,58 м (3H, C₆H₃), 9,86 с (1H, CHO). Масс-спектр: m/z 190 [M]⁺. Найдено, %: C 69,87; H 5,47. C₁₁H₁₀O₃. Вычислено, %: C 69,46; H 5,30. M 190,20.

3-Метокси-4-циклогексилоксибензальдегид (VIл). Выход 66 %, d₂₀²⁰ 1,1457, n_D²⁰ 1,5625. ИК спектр, ν, см⁻¹: 3077, 3004 (CHAr); 2936, 2857 (CHAlk); 2757, 2730 (CHCHO); 1683 (C=O); 1595, 1583, 1506, 1424, 1396 (Ar); 1465, 1452 (CH₂); 1336, 1267, 1237, 1159, 1136, 1033, 967 (C-O); 866, 812, 782, 730, 652 (CHAr). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 0,95 – 2,25 м [10H, (CH₂)₅], 3,83 с (3H, MeO), 4,32 уш. с (1H, CH), 6,80 – 7,42 м (3H, C₆H₃), 9,76 с (1H, CHO). Масс-спектр: m/z 234 [M]⁺. Найдено, %: C 72,18; H 8,01. C₁₄H₁₈O₃. Вычислено, %: C 71,77; H 7,74. M 234,29.

3-Метокси-4-циклогептилоксибензальдегид (VIм). Выход 69 %, d₂₀²⁰ 1,0888, n_D²⁰ 1,5675. ИК спектр, ν, см⁻¹: 3076, 3002 (CHAr); 2931, 2857 (CHAlk); 2756, 2724 (CHCHO); 1682 (C=O); 1595, 1583, 1505, 1424, 1395 (Ar); 1464 (CH₂); 1337, 1266, 1238, 1158, 1136, 1033, 999 (C-O); 867, 810, 782, 729, 652 (CHAr). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1,15 – 2,25 м [12H, (CH₂)₆], 3,86 с (3H, MeO), 4,49 уш. с (1H, CH), 6,76 – 7,49 м (3H, C₆H₃), 9,79 с (1H, CHO). Масс-спектр: m/z 248 [M]⁺. Найдено, %: C 72,83; H 8,27. C₁₅H₂₀O₃. Вычислено, %: C 72,55; H 8,12. M 248,32.

4-Бензилокси-3-метоксибензальдегид (VIн). Выход 79 %, т. пл. 62 – 63 °С. ИК спектр, ν, см⁻¹: 3095, 3080, 3060, 3048, 3035, 3013 (CHAr); 2972, 2949, 2936, 2870, 2839 (CHAlk); 2762, 2733 (CHCHO); 1694, 1674 (C=O); 1597, 1583, 1505, 1425, 1400, 1384 (Ar); 1465 (CH₂); 1348, 1277, 1261, 1236, 1159, 1133, 1031, 989 (C-O); 919, 866, 856, 813, 748, 728, 698, 657 (CHAr). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 3,91 с (3H, MeO), 5,21 с (2H, CH₂), 6,77 – 7,60 м (8H, C₆H₃ и C₆H₅), 9,81 с (1H, CHO). Масс-спектр: m/z 242 [M]⁺. Найдено, %: C 74,68; H 6,05. C₁₅H₁₄O₃. Вычислено, %: C 74,36; H 5,82. M 242,27.

3,4-Диэтоксibenзальдегид (VIIб). Выход 84 %, d₂₀²⁰ 1,1090, n_D²⁰ 1,5555. ИК спектр, ν, см⁻¹: 3079, 3040, 3020 (CHAr); 2982, 2935, 2901, 2883, 2822 (CHAlk); 2748, 2725 (CHCHO); 1686 (C=O); 1595, 1585, 1509, 1436, 1397 (Ar); 1476 (CH₂); 1338, 1265, 1237, 1172, 1134, 1140 (C-O); 919, 899, 869, 807, 791, 742, 727, 655 (CHAr). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1,30 – 1,62 м (6H, 2Me), 3,95 – 4,35 м (4H, 2CH₂), 6,88 – 7,52 м (3H, C₆H₃), 9,81 с (1H, CHO). Масс-спектр: m/z 194 [M]⁺. Найдено, %: C 68,45; H 7,39. C₁₁H₁₄O₃. Вычислено, %: C 68,02; H 7,27. M 194,23.

4-изо-Пропокси-3-этоксibenзальдегид (VIIв). Выход 69 %, d₂₀²⁰ 1,0387, n_D²⁰ 1,5445. ИК спектр, ν, см⁻¹: 3078, 3010 (CHAr); 2980, 2934, 2901, 2879, 2820 (CHAlk); 2740, 2727 (CHCHO); 1689 (C=O); 1595, 1582, 1505, 1435, 1387 (Ar); 1467 (CH₂); 1334, 1267, 1237, 1169, 1133, 1107, 1043 (C-O); 948, 899, 869, 813, 789, 740, 655 (CHAr). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1,26 д (6H, Me₂C), 1,30 т (3H, Me), 3,99 к (2H, CH₂), 4,52 септ (1H, CH), 6,75 – 7,40 м (3H, C₆H₃), 9,70 с (1H, CHO). Масс-спектр: m/z 208 [M]⁺. Найдено, %: C 69,62; H 7,88. C₁₂H₁₆O₃. Вычислено, %: C 69,21; H 7,74. M 208,25.

4-н-Бутокси-3-этоксibenзальдегид (VIIг). Выход 84 %, т. пл. 36 – 37 °С. ИК спектр, ν, см⁻¹: 3080, 3070, 3055, 3005 (CHAr); 2988, 2967, 2955, 2918, 2870, 2848 (CHAlk); 2765, 2740 (CHCHO); 1683 (C=O); 1597, 1582, 1511, 1435, 1393 (Ar); 1463 (CH₂); 1277, 1240, 1165, 1132, 1061, 1045, 1020, 994 (C-O); 896, 870, 820, 804, 743, 657 (CHAr). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 0,99 т (3H, Me), 1,46 т (3H, Me), 1,30 – 2,10 м [4H, (CH₂)₂], 3,90 – 4,32 м (4H, 2CH₂O), 6,82 – 7,55 м (3H, C₆H₃), 9,82 с (1H, CHO). Масс-спектр: m/z 222 [M]⁺. Найдено, %: C 70,54; H 8,32. C₁₃H₁₈O₃. Вычислено, %: C 70,24; H 8,16. M 222,28.

4-изо-Бутокси-3-этоксibenзальдегид (VIIд). Выход 66 %, d₂₀²⁰ 0,9666, n_D²⁰ 1,5350. ИК спектр, ν, см⁻¹: 3080, 3007 (CHAr); 2972, 2961, 2932, 1918, 2875, 2820 (CHAlk); 2758, 2724 (CHCHO); 1689 (C=O); 1595, 1584, 1510, 1436, 1397 (Ar); 1471 (CH₂); 1339, 1269, 1238, 1168, 1134, 1042, 1023, 999 (C-O); 899, 869, 809, 788, 742, 653 (CHAr). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1,06 д (6H, Me₂C), 1,46 т (3H, Me), 1,60 – 2,45 м (1H,

CH), 3,89 д (*2H, CH₂*), 4,17 к (*2H, CH₂*), 6,84 – 7,51 м (*3H, C₆H₃*), 9,83 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: *m/z* 222 [M]⁺. Найдено, %: *C* 70,06; *H* 8,30. *C₁₃H₁₈O₃*. Вычислено, %: *C* 70,24; *H* 8,16. *M* 222,28.

4-изо-Амилокси-3-этоксibenзальдегид (VIIe). Выход 71 %, *d*₂₀²⁰ 1,0088, *n*_D²⁰ 1,5310. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3080, 3010 (*CHAr*); 2957, 2933, 2872, 2820 (*CHAlk*); 2765, 2722 (*CHCHO*); 1689 (*C=O*); 1595, 1585, 1511, 1436, 1396 (*Ar*); 1474 (*CH₂*); 1339, 1267, 1239, 1169, 1134, 1043, 1008, 998 (*C-O*); 899, 870, 812, 790, 742, 655 (*CHAr*). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 0,92 д (*6H, Me₂C*), 1,44 т (*3H, Me*), 1,65 – 2,03 м (*3H, CH₂ и CH*), 3,90 – 4,28 м (*4H, 2CH₂O*), 6,75 – 7,48 м (*3H, C₆H₃*), 9,81 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: *m/z* 236 [M]⁺. Найдено, %: *C* 71,45; *H* 8,52. *C₁₄H₂₀O₃*. Вычислено, %: *C* 71,16; *H* 8,53. *M* 236,31.

4-н-Гексилокси-3-этоксibenзальдегид (VIIж). Выход 88 %, т. пл. 41 – 42 °С. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3080, 3030 (*CHAr*); 2990, 2980, 2968, 2955, 2932, 2870, 2856 (*CHAlk*); 2776, 2734 (*CHCHO*); 1682 (*C=O*); 1596, 1583, 1511, 1436, 1394 (*Ar*); 1462 (*CH₂*); 1272, 1241, 1166, 1132, 1066, 1042, 991 (*C-O*); 940, 901, 867, 820, 805, 739, 660 (*CHAr*). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 0,91 т (*3H, Me*), 1,20 – 1,60 м [*6H, (CH₂)₃*], 1,47 т (*3H, Me*), 1,95 т (*2H, CH₂*), 3,90 – 4,40 м (*4H, 2CH₂O*), 6,85 – 7,55 м (*3H, C₆H₃*), 9,83 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: *m/z* 250 [M]⁺. Найдено, %: *C* 72,30; *H* 8,99. *C₁₅H₂₂O₃*. Вычислено, %: *C* 71,97; *H* 8,86. *M* 250,33.

4-н-Октилокси-3-этоксibenзальдегид (VIIз). Выход 85 %, т. пл. 34 – 35 °С. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3083, 3005 (*CHAr*); 2978, 2946, 2922, 2871, 2853 (*CHAlk*); 2760, 2735 (*CHCHO*); 1686, 1674 (*C=O*); 1596, 1584, 1510, 1437, 1395 (*Ar*); 1475 (*CH₂*); 1270, 1236, 1166, 1132, 1110, 1041, 1022, 997 (*C-O*); 896, 867, 806, 742, 730, 659 (*CHAr*). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 0,91 т (*3H, Me*), 1,18 – 1,66 м [*10H, (CH₂)₅*], 1,48 т (*3H, Me*), 1,94 т (*2H, CH₂*), 3,92 – 4,46 м (*4H, 2CH₂O*), 6,80 – 7,58 м (*3H, C₆H₃*), 9,83 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: *m/z* 278 [M]⁺. Найдено, %: *C* 73,87; *H* 9,71. *C₁₇H₂₆O₃*. Вычислено, %: *C* 73,34; *H* 9,41. *M* 278,39.

4-н-Пентадеканокси-3-этоксibenзальдегид (VIIи). Выход 84 %, т. пл. 36 – 37 °С. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3080, 3015 (*CHAr*); 2979, 2952, 2919, 2865, 2849 (*CHAlk*); 2762, 2733 (*CHCHO*); 1686, 1673 (*C=O*); 1595, 1584, 1509, 1437, 1401 (*Ar*); 1475, 1462 (*CH₂*); 1269, 1236, 1165, 1130, 1110, 1041, 1012, 997 (*C-O*); 898, 870, 807, 742, 724, 657 (*CHAr*). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 0,88 т (*3H, Me*), 1,26 уш. с [*24H, (CH₂)₁₂*], 1,48 т (*3H, Me*), 1,90 т (*2H, CH₂*), 3,90 – 4,30 м (*4H, 2CH₂O*), 6,82 – 7,52 м (*3H, C₆H₃*), 9,83 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: *m/z* 376 [M]⁺. Найдено, %: *C* 76,92; *H* 10,68. *C₂₄H₄₀O₃*. Вычислено, %: *C* 76,55; *H* 10,71. *M* 376,57.

4-Циклогексилокси-3-этоксibenзальдегид (VIIк). Выход 66 %, *d*₂₀²⁰ 1,0325, *n*_D²⁰ 1,5550. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3078, 3056, 3008 (*CHAr*); 2979, 2936, 2858, 2821 (*CHAlk*); 2764, 2725 (*CHCHO*); 1689 (*C=O*); 1594, 1582, 1505, 1435, 1394 (*Ar*); 1460 (*CH₂*); 1267, 1236, 1169, 1134, 1041, 1020 (*C-O*); 899, 869, 812, 788, 742, 652 (*CHAr*). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 0,95 – 2,25 м [*10H, (CH₂)₅*], 1,43 т (*3H, Me*), 4,12 к (*2H, CH₂*), 4,37 уш. с (*1H, CH*), 6,82 – 7,48 м (*3H, C₆H₃*), 9,81 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: *m/z* 248 [M]⁺. Найдено, %: *C* 72,89; *H* 8,06. *C₁₅H₂₀O₃*. Вычислено, %: *C* 72,55; *H* 8,12. *M* 248,32.

4-Циклогептилокси-3-этоксibenзальдегид (VIIл). Выход 74 %, *d*₂₀²⁰ 1,0774, *n*_D²⁰ 1,5560. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3070, 3006 (*CHAr*); 2979, 2929, 2859, 2820 (*CHAlk*); 2765, 2724 (*CHCHO*); 1688 (*C=O*); 1594, 1581, 1505, 1435, 1395 1394 (*Ar*); 1460 (*CH₂*); 1266, 1236, 1166, 1133, 1043, 995 (*C-O*); 900, 871, 811, 785, 743, 660 (*CHAr*). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 1,05 – 2,25 м [*12H, (CH₂)₆*], 1,42 т (*3H, Me*), 4,09 к (*2H, CH₂*), 4,45 уш. с (*1H, CH*), 6,82 – 7,49 м (*3H, C₆H₃*), 9,80 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: *m/z* 248 [M]⁺. Найдено, %: *C* 72,89; *H* 8,06. *C₁₅H₂₀O₃*. Вычислено, %: *C* 72,55; *H* 8,12. *M* 248,32.

4-Бензилокси-3-этоксibenзальдегид (VIIм). Выход 88 %, т. пл. 66 – 67°C. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3081, 3070, 3055, 3044, (*CHAr*); 2976, 2952, 2933, 2893, 2879, 2816 (*CHAlk*); 2762, 2728 (*CHCHO*); 1686 (*C=O*); 1596, 1585, 1507, 1437, 1397 (*Ar*); 1467, 1455 (*CH₂*); 1345, 1268, 1227, 1169, 1135, 1042, 1014 (*C-O*); 925, 897, 863, 809, 742, 701, 654 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 1.48 т (*3H, Me*), 4,17 к (*2H, CH₂*), 5,23 с (*2H, CH₂*), 6,85 – 7,70 м (*8H, C₆H₅ и C₆H₃*), 9,82 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 256 [M]⁺. Найдено, %: *C* 75,14; *H* 6,43. *C₁₆H₁₆O₃*. Вычислено, %: *C* 74,98; *H* 6,29. *M* 256,30.

3,4-Ди-н-бутоксибензальдегид (VIIIб). Выход 80 %, т. пл. 27 – 28 °C. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3083, 3009 (*CHAr*); 2958, 2934, 2872 (*CHAlk*); 2755, 2730 (*CHCHO*); 1687, 1673 (*C=O*); 1596, 1585, 1510, 1394 (*Ar*); 1466, 1438 (*CH₂*); 1276, 1237, 1167, 1134, 1064, 1026, 970 (*C-O*); 867, 807, 761, 740, 659 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 0.96 т (*6H, 2Me*), 1,12 – 2,08 м [*8H, 2(CH₂)₂*], 3,83 – 4,20 м (*4H, 2CH₂O*), 6,80 – 7,55 м (*3H, C₆H₃*), 9,80 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 250 [M]⁺. Найдено, %: *C* 72,10; *H* 8,76. *C₁₅H₂₂O₃*. Вычислено, %: *C* 71,97; *H* 8,86. *M* 250,33.

3,4-Дибензилоксибензальдегид (VIIIв). Выход 72 %, т. пл. 87 – 88 °C. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3090, 3081, 3075, 3040, 30026, 3009 (*CHAr*); 2930, 2917, 2894, 2854, 2840, 2819 (*CHAlk*); 2762, 2726 (*CHCHO*); 1676 (*C=O*); 1596, 1581, 1512, 1498, 1435, 1397, 1386 (*Ar*); 1453 (*CH₂*); 1282, 1270, 1246, 1231, 1165, 1135, 1023 (*C-O*); 860, 845, 821, 758, 736, 697, 660, 630, 590 (*CHAr*). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 5,21 с и 5,25 с (*4H, 2CH₂O*), 6,85 – 7,70 м (*13H, 2C₆H₅ и C₆H₃*), 9,82 с (*1H, CHO*). Масс-спектр: m/z 318 [M]⁺. Найдено, %: *C* 79,45; *H* 6,00. *C₂₁H₁₈O₃*. Вычислено, %: *C* 79,22; *H* 5,70. *M* 318,37.

ВЫВОДЫ

1. Разработан удобный масштабируемый технологичный способ получения моно- и диалкоксибензальдегидов.
2. Состав и строение синтезированных моно- и диалкоксибензальдегидов доказано данными спектров ИК и ЯМР ^1H , данными элементного анализа и хромато-масс-спектрометрии.
3. Ряд синтезированных диалкоксибензальдегидов обладает интенсивными ароматами фруктово-ягодной или цветочной направленности и являются перспективными соединениями для использования их в качестве ароматизаторов, душистых веществ и отдушек в пищевой и парфюмерной промышленности.
4. Моно- и диалкоксибензальдегиды могут служить доступными исходными соединениями для создания на их основе новых биологически активных веществ и разработки лекарственных препаратов медицинского или сельскохозяйственного назначения.

Список использованных источников

1. Препаративный синтез алканоев ванилина и ванилаля / Е. А. Дикусар [и др.] // Журн. прикл. хим. – 2005. – Т. 78, Вып. 1. – С. 122-126.
2. Производные гидроксibenзальдегидов ванилинового ряда: синтез, свойства и применение / Е. А. Дикусар [и др.] // Химресурс. – 2010. – № 6 (13). – С. 39-47.
3. Функциональнозамещенные производные ванилина / Е. А. Дикусар [и др.] // Весці НАН Б. Сер. хім. навук. – 2011. – № 4. – С. 105-120.
4. Першина, Л. А. Ванилин и его производные как потенциальное сырье для синтеза биологически активных соединений / Л. А. Першина, М. В. Ефанов // Хим. раст. сыр. – 1997. – № 2. – С. 42-45.
5. Дейнеко, И. П. Утилизация лигнинов: достижения, проблемы и перспективы / И. П. Дейнеко // Хим. раст. сыр. – 2012. – № 1. – С. 5-20.
6. Замещенные бензальдегиды ванилинового ряда в органическом синтезе: получение, применение, биологическая активность / Е. А. Дикусар [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2011. – 446 с.

7. Бензальдегиды ванилинового ряда. Синтез производных, применение и биологическая активность / Е. А. Дикусар [и др.] // Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 612 с.
8. Ворожцов, Н. Н. Основы синтеза промежуточных продуктов и красителей / Н. Н. Ворожцов. – Москва : Госхимиздат, 1955. – 840 с.
9. Словарь органических соединений: строение, физические и химические свойства важнейших органических соединений и их производных / под ред. И. Хейльборн и Г. М. Бэнбери. – Москва : Изд-во иностранной литературы, 1949. – Т. 1. – 1072 с.; Т. 2. – 982 с.; Т. 3. – 978 с.
10. Вацуро, К. В. Именные реакции в органической химии / К. В. Вацуро, Г. Л. Мищенко. – Москва : Химия, 1976. – 528 с.
11. Берлин, А. Я. Техника лабораторной работы в органической химии / А. Я. Берлин. – Москва : Химия, 1973. – 368 с.
12. Дикусар, Е. А. Функционально-замещенные производные ванилина / Е. А. Дикусар, В. И. Поткин, Н. Г. Козлов // Матер. докл. Всеросс. конф. «Пищевые добавки и современные технологии переработки сельскохозяйственного сырья». 1 – 2 июня 2011 г. – Санкт-Петербург : ГНУ ВНИИПАКК Россельхозакадемия, 2011. – С. 40-42.
13. Dikumar, E. A. Functional substituted vanillin and vanillal derivatives / E. A. Dikumar // Book of Abstracts. International Conference “Renewable Wood and Plant Resources: Chemistry, Technology, Pharmacology, Medicine (RR 2011),” June 21-24, 2011, St. Petersburg, Russia. – St. Petersburg, Russia, 2011. – P. 280-281.
14. Продукты органического синтеза на основе лигнина – отхода целлюлозно-бумажной промышленности / Е. А. Дикусар [и др.] // Техника и технология защиты окружающей среды : материалы докл. Международн. научно-технич. конф. Минск, 26 – 27 октября 2011 г. – Минск : БГТУ, 2011. – С. 31-35.
15. Новые ароматизаторы, душистые вещества и отдушки на основе продуктов лесохимии / Е. А. Дикусар [и др.] // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов и перспективы их развития. Материалы Междунар. научн.-техн. конф. в 2 ч. Минск, 25 – 27 ноября 2009 г. – Минск : БГТУ, 2009. – Ч. 2. – С. 203-206.
16. Скатецкий, В. В. Синтез 4-(10,10-диметил-8-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[С]акридин-7-ил)-2-метокси(этокси)-фениловых эфиров, обладающих бактерицидной активностью / В. В. Скатецкий, Е. А. Дикусар, Н. Г. Козлов // Новые лекарственные средства: успехи и перспективы. – Уфа : Гилем, 2005. – С. 61-62.
17. Catalytic synthesis of functional substituted 2,2-arylmethylene-bis-(3-hydroxy-5,5-dimethylcyclohex-2-enones) and 3,3,6,6-tetramethyl-9-aryl-3,4,5,6,7,9-hexahydro-1H-xanthene-1,8(2H)-diones / E. A. Dikumar // Book of Abstracts of International Conf. “Catalysis in Organic Synthesis (ICCOS-2012)”. September 15-20, 2012. – Moscow, Russia. – Moscow, 2012. – P. 156.
18. Синтез и биологическая активность функционально замещенных бензальдегидов ванилинового ряда / Е. А. Дикусар [и др.] // Тез. докл. XXVI Междунар. научно-технич. конф. «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии (РЕАКТИВ-2012)». – Минск, 2-4 октября 2012 г. – Минск, 2012. – С. 86.

Статья поступила в редакцию 14.02.2013.

SUMMARY

A convenient and scalable technological method of mono- and dialcoxy benzaldehydes synthesis for their further use as aromatic compounds and starting materials for further chemical modifications and conversions was developed. The structure of the synthesized compositions was proved with the help of UR- и NMR H^1 spectra and the data of elementary analysis.

УДК 628.3:674.05

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

А.В. Дубина, В.Н. Марцуль

Деревообрабатывающая промышленность является одной из приоритетных отраслей экономики Республики Беларусь. В ближайшие 5 лет планируется ввести в строй ряд новых производств древесных плит различного назначения. При изготовлении древесных плит, фанеры, мебельных деталей в значительных количествах используют клеевые составы на основе фенол-, меламино-, карбамидо-формальдегидных смол, отвердителей и модифицирующих добавок.

В процессе эксплуатации и при промывке оборудования для приготовления, хранения и дозирования клеевых составов образуются высококонцентрированные сточные воды, содержащие формальдегид, метанол, муравьиную кислоту, водорастворимые смолы в виде олигомерных и полимерных соединений и дисперсной фазы. Объем сточных вод составляет, согласно отраслевым нормативам, 26 м³ на 1000 м³ продукции. Имеющейся в настоящее время информации о составе, условиях образования и хранения сточных вод недостаточно для выбора способа очистки и обезвреживания сточных вод.

Известные технические решения по очистке формальдегидсодержащих сточных вод не решают проблему в комплексе, так как не обеспечивают достижение нормативов, установленных для сточных вод отводимых в систему канализации населенных пунктов, что требует их многократного разбавления перед сбросом.

Целью исследований было определение влияния условий образования сточных вод на их состав, оценка принципиальной возможности использования компонентов, образующихся при очистке сточных.

Объектом исследования были формальдегидсодержащие сточные воды ОАО «ФандОК» (г. Бобруйск) и ОАО «Мостовдrev» (г. Мосты), образующиеся при промывке технологического оборудования. Пробы отбирались в феврале – июне 2012 г. В исследованиях также использовали модельную сточную воду, приготовленную из смолы марки КФ – НП (содержание свободного формальдегида 0,15 %, массовая доля сухого вещества 68,9 %) с добавкой отвердителя и разбавлением горячей и холодной водой в соотношениях смола : вода от 1:1 до 1:20.

Концентрацию формальдегида определяли йодометрическим методом [1], концентрацию азота аммонийного – фотометрическим методом с реактивом Несслера [2], значение ХПК (бихроматную окисляемость) – по [2], значение pH растворов определяли на pH-метре pH-150. Определение элементного состава дисперсной фазы проводили на CHNS – анализаторе VarioEL cube. Исследование состава жидкой фазы проводили после центрифугирования.

На состав сточных вод оказывает влияние состав клеевой композиции используемой в производстве, расход и температура воды при промывке, продолжительность нахождения сточных вод в накопителе.

Установлено, что сточные воды характеризуются значением рН в диапазоне 5 – 6; имеют ХПК от 40000 до 80000 мг О₂/дм³; содержание формальдегида – от 7 до 16 г/дм³ и азота аммонийного – от 300 до 2000 мг/дм³. Анализ состава производственных сточных вод через 24, 48 и 72 часа после отбора пробы показал, что соотношение между твердой и жидкой фазами изменяется во времени. Это является следствием протекания двух конкурирующих процессов: конденсации олигомеров, в том числе с участием низкомолекулярных соединений, и их гидролиза.

Факторами, которые могут оказывать влияние на процессы конденсации и гидролиза, и, соответственно, на состав сточных вод, являются: температура; рН среды; концентрация компонентов клеевой композиции; время выдержки при определенных условиях. При этом чем активнее идут процессы конденсации с образованием нерастворимой фазы, тем меньше содержится загрязняющих веществ в сточной воде. В связи с этим важным является выбор условий хранения и обработки сточных вод, при которых обеспечивается максимальная конденсация компонентов клея и их осаждение в виде твердого осадка.

Для исследования процессов образования дисперсной фазы и влияния на них определенных факторов использовали модельные сточные воды с различным содержанием компонентов, которые готовили разбавлением смолы КФ-НП (таблица 1). О конденсации с участием компонентов сточных вод, с образованием дисперсной фазы судили по объему образующегося осадка.

Таблица 1 – Объем осадка от общего объема пробы (% объемные)

| Время осаждения, час | Температура воды 20 ± 2 °С | | | | | Температура воды 65 ± 2 °С | | | | |
|----------------------------|---|------|------|------|------|---|------|------|------|------|
| | Содержание сухого вещества, г/см ³ | | | | | Содержание сухого вещества, г/см ³ | | | | |
| | 0,40 | 0,20 | 0,14 | 0,08 | 0,04 | 0,40 | 0,20 | 0,14 | 0,08 | 0,04 |
| 0,25 | 43,7 | 21,7 | 14,5 | 1,1 | - | 100 | 50 | 18,9 | 11,8 | 7,4 |
| 1 | 45,0 | 22,9 | 15,7 | 1,2 | 0,6 | 98,2 | 23,5 | 11,4 | 10 | 2,9 |
| 6 | 46,9 | 26,3 | 20,3 | 1,2 | 0,6 | 51,5 | 14,7 | 10,3 | 9,4 | 2,9 |
| 24 | 46,3 | 25,7 | 17,4 | 1,2 | 0,6 | 39,4 | 13,5 | 10,3 | 9,4 | 2,9 |

При разбавлении водой с температурой 20 °С клеевая композиция плохо смешивалась с водой и в течение определенного времени в объеме жидкости образовывались дисперсные частицы. Начиная с концентрации 0,08 г/см³ образование седиментирующих частиц не наблюдалось и мутность жидкости уменьшалась с увеличением степени разбавления.

Увеличение объема осадка с течением времени свидетельствует о процессе конденсации, который занимает продолжительное время.

При промывке водой с температурой 65 °С клеевая композиция легко смешивалась с водой, с образованием мутных растворов белого цвета, в которых быстро образовывался осадок. Сравнение объемов осадка, образующихся при разбавлении водой с температурой 20 и 65 °С, свидетельствует о том, что процессы конденсации с повышением температуры более выражены. При этом образуется мелкодисперсный осадок, который хорошо уплотняется. Доля дисперсной фазы с увеличением концентрации сухого вещества в пробе соответственно возрастала.

Как видно из рисунка 1, удельный объем образующегося осадка зависит от концентрации компонентов связующего в жидкости. В диапазоне концентраций 0,08 – 0,14 г/см³ наблюдается значительное изменение удельного объема осадка, что свидетельствует о наличии критической концентрации компонентов связующего, при

которой процессы образования и осаждения дисперсной фазы идут наиболее полно. Это нужно учитывать при выборе способа промывки оборудования и нормировании расхода воды.

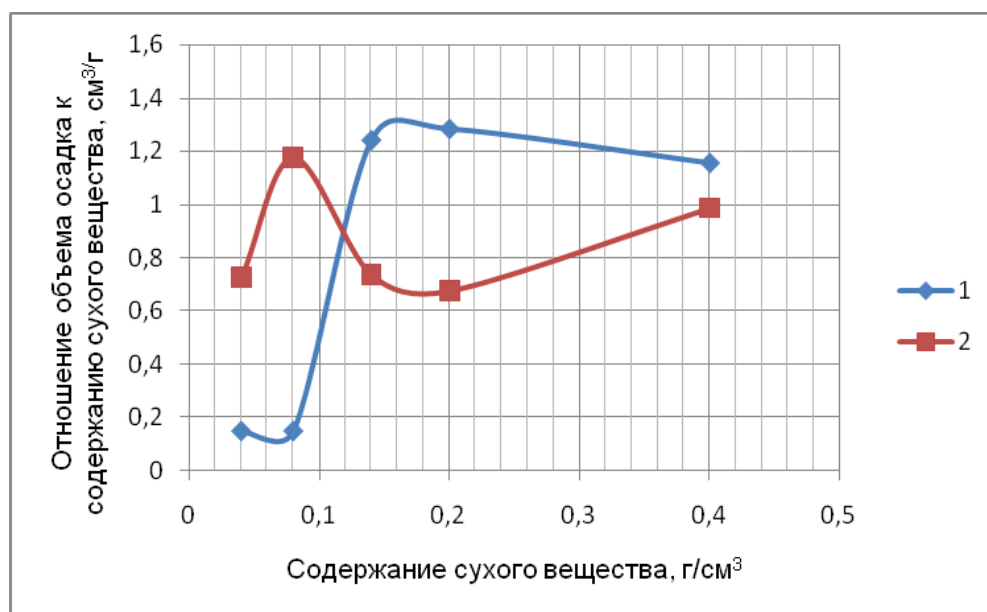


Рисунок 1 – Зависимость отношения объема осадка к концентрации сухого вещества в пробе: 1 – температура воды 20 ± 2 °С, 2 – температура воды 65 ± 2 °С

Сравнение результатов анализа модельных сточных вод и сточных вод, отобранных на предприятии, показало, что клеевую композицию при промывке оборудования разбавляют в 10 раз по отношению к исходной. Поэтому исследования проводились с модельной сточной водой, приготовленной растворением смолы с добавкой отвердителя в горячей воде в соотношении смола: вода, равном 1:10 (содержание сухого вещества $0,08$ г/см³).

С целью изучения влияния pH среды на процесс образования и осаждения дисперсной фазы две пробы модельной сточной воды обработали соответственно раствором 1 М серной кислотой до pH 3,5 – 4,5 и 0,25 М раствором гидроксида натрия до значения pH 9,0 – 9,5. В модельных сточных водах, подвергшихся кислотной обработке, сразу началось образование дисперсной фазы, а спустя 24 часа после обработки образовался осадок, объем которого больше, чем в пробе без какой-либо обработки. В пробе, обработанной щелочью, образование осадка не наблюдалось, что свидетельствует о стабилизации пробы.

Результаты анализа жидкой фазы модельных сточных вод после отделения осадка центрифугированием представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа модельных сточных вод

| Показатель | Пробы модельной сточной воды с различным содержанием сухого вещества г/см ³ | | | | | Проба модельной сточной воды после кислотной обработки | Проба модельной сточной воды после щелочной обработки |
|------------------------------------|--|------|------|-------|------|--|---|
| | 0,04 | 0,08 | 0,14 | 0,20 | 0,40 | | |
| Содержание формальдегида, г/л | 6,60 | 9,15 | 9,45 | 10,35 | 14,4 | 2,10 | 7,95 |
| Содержание азота аммонийного, мг/л | 254 | 322 | 382 | 501 | 1963 | 115 | 302 |

Как видно из таблицы, с увеличением концентрации сухого вещества в модельных сточных водах растет концентрация формальдегида и азота аммонийного.

Для оценки влияния процесса гидролиза проведено сравнение расчетной и фактической концентрации формальдегида в жидкой фазе модельных сточных вод (рисунок 3).

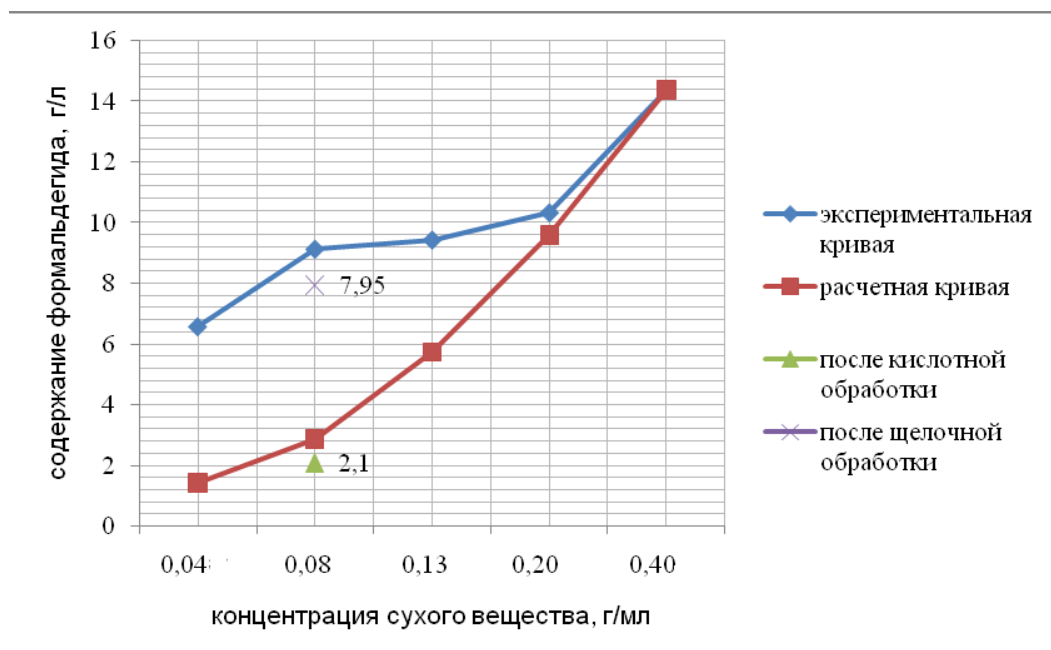


Рисунок 2 – Зависимость содержания свободного формальдегида от концентрации сухого вещества в пробе

Расчетная кривая, представленная на рисунке 3, построена исходя из того, что весь свободный формальдегид и ионы аммония, которые содержатся в смоле, при растворении полностью переходят в раствор. Наиболее близка экспериментальная кривая к расчетной в области высоких концентраций сухого вещества в модельных сточных водах. Прослеживается тенденция снижения содержания свободного формальдегида как после щелочной, так и после кислотной обработки модельных сточных вод, но после щелочной обработки это снижение не столь значительно. Это связано с тем, что при низком значении pH преобладает реакция конденсации формальдегида и карбамида.

Несовпадение расчетной и экспериментальной кривой в области низких концентраций сухого вещества в пробе, то есть в более разбавленных растворах, свидетельствует о гидролизе продуктов конденсации формальдегида и карбамида.

О преобладании процессов конденсации при снижении значения pH модельных сточной воды свидетельствуют результаты измерений, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты кислотной обработки проб

| Показатель | pH раствора после обработки серной кислотой | | | | | |
|---|---|------|------|------|-------|-------|
| | 7,2* | 2,7 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,4 |
| Доля осадка от общего объема пробы, % | 5,5 | 15,4 | 55,9 | 61,0 | 88,2 | 92,6 |
| Удельный объем осадка, см ³ /г сухого вещества | 0,69 | 1,90 | 6,89 | 7,53 | 10,88 | 11,42 |

* – без обработки.

Как видно из таблицы 3, с уменьшением значения рН объем осадка увеличивается, значит происходит интенсификация процессов образования дисперсной фазы. Дисперсная фаза представлена продуктами конденсации моно-, ди- и три-метилкарбамида. Элементный анализ состава дисперсной фазы показал наличие 35 % по массе азота, углерода – 31 %, кислорода – 28 % и водорода – 6 %.

Таким образом, на состав сточных вод и условия разделения фаз значительное влияние оказывает разбавление, время и рН, что нужно учитывать при выборе режима промывки оборудования и режима отведения сточных вод.

Осадок характеризуется высоким содержанием азота, и после проведения соответствующих испытаний может использоваться в качестве азотсодержащего удобрения.

Список использованных источников.

1. Огородников, С. К. Формальдегид / С. К. Огородников. – Ленинград : Химия, 1984. – 280 с.
2. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье – Москва : Химия, 1989. – 228 с.

Статья поступила в редакцию 21.02.2013.

SUMMARY

Wood industry is one of the priority economical sectors of the Republic of Belarus. In the next 5 years we plan to commission a number of new wood boards for various purposes. By manufacturing of wood-based panels, plywood, furniture parts in large quantities adhesives are used. In the process of using and washing of the equipment for the preparation, storage and dispensing of the adhesives highly concentrated wastewater is produced. The effect of conditions of waste water processing on its composition are presented in the paper.

УДК 677.042.23

РАЗРАБОТКА ЗАМАСЛИВАТЕЛЯ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ЕГО ИЗ ТКАНИ

Е.С. Максимович, В.Н. Сакевич

В текстильном производстве используются замасливатели как в концентрированном виде, так и в виде эмульсий. Цель замасливания заключается в уменьшении электризации волокон и возможности регулирования фрикционных свойств нитей путем целенаправленного воздействия замасливателя на физико-механические характеристики, ответственные за распределение и взаимодействие замасливающих композиций с текстильным материалом [1].

Замасливатель должен равномерно покрывать поверхность пряжи и частично проникать в глубь нити, не снижать разрывной нагрузки волокна и не затруднять отбелку и крашение, легко удаляться из ткани промывкой водой без применения специальных растворителей, а материалы для приготовления замасливателей должны быть дешевыми и недефицитными, не быть токсичными и не вызывать коррозии металлических деталей текстильных машин, не застывать, не быть липкими и

вязкими, не давать осадка и не сыпаться в процессе ткачества, не изменять окраску цветных основ.

Такая обработка проводится во время наматывания пряжи в бобины или во время снования, если она предназначена для основовязального производства. При наматывании на бобины на нити наносится замасливатель специальным устройством. После изготовления ткани замасливатель должен быть полностью удален из волокна, так как в противном случае это может отразиться на равномерности окрашивания волокна [2]. Неверный подбор как технологических параметров эмульсирования, так и самого замасливателя неизбежно приведет к браку. Следует также отметить высокую цену на импортные замасливатели, которые применяются в текстильной промышленности РБ в настоящее время (порядка \$ 4000 за тонну и выше).

Эффективна замена шлихтования эмульсированием. Выгода заключается в снижении себестоимости обработки основ в результате сокращения затрат на химические материалы и пара на 15 – 20 %, в повышении производительности перегонно-эмульсирующей машины по сравнению со шлихтовальной в 1,7 – 1,8 раза [3].

Цель настоящей работы – это создание отечественного замасливателя для нужд текстильной промышленности и способа его получения, позволяющих снизить стоимость конечного продукта как за счет использования более дешевого, желателно местного сырья, так и за счет менее трудоемкой и энергоёмкой технологии, повышение производительности процесса, а также расширение сырьевой базы производства.

Обзор сырьевой базы в пределах Республики Беларусь показал, что наиболее дешевым источником для производства замасливателей могут служить продукты переработки нефти на республиканских предприятиях, в частности, Новополоцкого нефтеперерабатывающего завода, а эмульгаторами – техническая олеиновая кислота производства ОАО «Гомельский жировой комбинат» и жирные кислоты растительных масел.

Известен наиболее близкий по технической сущности к разрабатываемому продукту эмульсол [4], содержащий отработанные нефтяные масла, соли высших жирных кислот и гидроксид калия (реагент). Также известен способ его получения [4], заключающийся в смешивании нефтяных масел с солями высших жирных кислот и реагентом с последующим нагреванием полученной смеси до температуры 100 – 250 °С с постоянным перемешиванием в течение 2 часов и дальнейшим отстаиванием в течение 72 часов и декантированием надосадочной жидкости – эмульсола.

Существенным недостатком данного эмульсола является то, что он, в силу особенностей входящих в его состав компонентов, отличается достаточной сложностью приготовления и стоимостью исходных компонентов, а способа его получения в силу присущих ему приемов получения – сложная, длительная, трудоемкая и энергоёмкая технология приготовления данного эмульсола.

Разработанный в УО «ВГТУ» эмульсол и способ его получения позволяют снизить стоимость конечного продукта как за счет использования более дешевого сырья, так и за счет менее трудоемкой и энергоёмкой технологии, повысить производительность процесса, а также расширить сырьевую базу производства.

Поставленная задача достигнута тем, что эмульсол в качестве нефтепродуктов содержит (масс. %) 51 % – 53 % нефтяной экстракт, а в качестве эмульгатора – 25 % – 27 % жирные кислоты растительных масел и дополнительно 20 % – 24% неонол. Смешивание исходных компонентов осуществляют посредством ультразвуковой обработки до получения однородной массы. В данном случае за счет применения предлагаемых компонентов и ультразвукового их смешивания достигается уменьшение трудоемкости, упрощение технологии его приготовления, снижение

стоимости конечного продукта, что свидетельствует о достижении более высокого технического результата и возможности промышленной применимости.

Ультразвуковое воздействие инициирует реакцию между реагирующими компонентами, что позволяет получить устойчивый к расслоению в течение года и более эмульсол. Без ультразвукового воздействия устойчивый к расслоению эмульсол получить не удается.

Выбранное соотношение компонентов обеспечивает оптимальные свойства полученного продукта и его минимальную цену (порядка \$ 1200 за тонну).

Экспериментально подтверждено, что разработанный эмульсол и способ его получения обеспечивают снижение стоимости конечного продукта, уменьшение трудоемкости и энергоемкости технологии, повышение производительности процесса, а также расширение сырьевой базы производства.

Для внедрения инновации в текстильную промышленность необходимо провести предварительные исследования на соответствие разработанного эмульсола требованиям, предъявляемым к процессу замасливания, а именно к одному из важнейших требований этого процесса – замасливатель должен легко удаляться из ткани промывкой водой без применения специальных растворителей и желательно без подогрева воды – при комнатной температуре.

Проведены исследования смачиваемости разработанным эмульсолом текстильного материала и процесса его удаления из ткани.

Выбраны следующие образцы тканей: 1) вискоза, 2) хлопок, 3) лен и 4) полиэфирное волокно в смеси с хлопком. Волокнистый состав тканей определяли по заводской этикетке и дополнительно контролировали его по их цвету, блеску, толщине, плотности, прочности, сминаемости, характеру горения.

Для устранения продуктов окончательной отделки перед проведением испытаний лоскуты текстильных материалов были постираны, высушены и отглажены, затем вырезались образцы из лоскутов размером 80×80 мм.

Далее отрезки ткани размером 80×80 мм укладывались на стекло, затем на каждый из образцов наносилась пипеткой одна капля испытуемого эмульсола без добавления моющих средств и с предварительным добавлением жидкого мыла в эмульсол и тщательным перемешиванием в пропорции 1:10. Размер капли жидкости на образце ткани фиксировался в начале эксперимента и затем через 10, 30, 60 и 120 минут от начала испытаний. Результаты проведения эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Растекаемость капли эмульсола по образцу ткани

| Образец ткани | Время испытаний, мин | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | 0 | | 10 | | 30 | | 60 | | 120 | |
| | Режимы | | | | | | | | | |
| | без мыла | с мылом | без мыла | с мылом | без мыла | с мылом | без мыла | с мылом | без мыла | с мылом |
| Размер капли, мм | | | | | | | | | | |
| Вискоза | 10 | 10 | 30 | 30 | 40 | 40 | 45 | 43 | 45 | 45 |
| Хлопок | 10 | 10 | 23 | 20 | 26 | 25 | 30 | 28 | 34 | 32 |
| Лен | 10 | 10 | 23 | 20 | 30 | 25 | 35 | 28 | 35 | 30 |
| Полиэфирное волокно + хлопок | 8 | 8 | 11 | 11 | 11 | 11 | 13 | 11 | 13 | 12 |

Проанализировав полученные результаты, можно выявить, что в образце под номером один максимальная интенсивность растекания капли проходит в первые 10 минут, далее интенсивность растекания падает и через час после начала эксперимента стабилизируется. Отличий в растекании и впитывании капель эмульсола с добавлением моющих средств и без них практически не наблюдается. Эмульсол впитывается и растекается, образуя эллипс с наибольшей концентрацией жидкости в центре пятна (рис. 1 а).

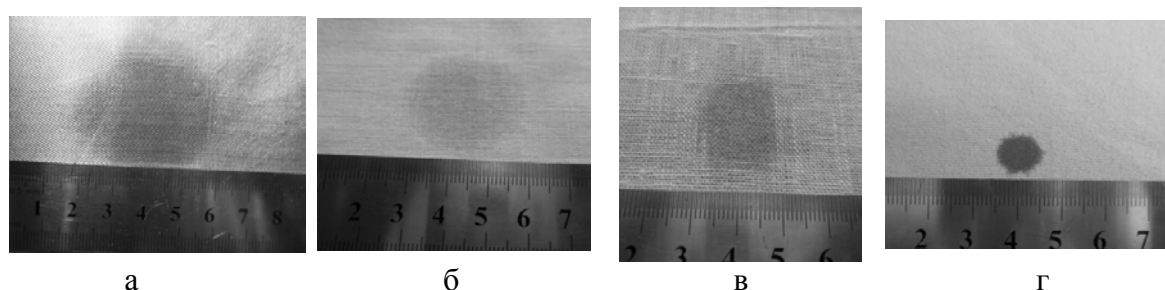


Рисунок 1 – Конфигурация пятна от эмульсола на образцах ткани

В образце из хлопка наибольшая интенсивность растекания капли наблюдалась в течение первых десяти минут. К истечению 120 минут капля эмульсола равномерно впитывалась в ткань. Резких отличий в растекании и впитывании капли эмульсола с добавлением моющих средств и без них не наблюдалось. В образце из хлопка эмульсол впитывался и растекался, образуя пятно в виде круга (рис. 1 б).

Параметры растекания капли на льне практически неотличимы от течения данного процесса на образце из хлопка. Так же, как и в предыдущих двух случаях, резких отличий в растекании и впитывании капли жидкости с добавлением моющих средств и без них не наблюдалось. Эмульсол впитывается и растекается, образуя фигуру, похожую на ромб с закругленными вершинами, концентрация впитанной жидкости к которым заметно уменьшается (рис. 1 в).

Существенные отличия процесса растекания и впитывания капли эмульсола от остальных наблюдались в образце из смеси полиэфира и хлопка. Здесь с течением времени капля эмульсола практически не изменила своих размеров. Эмульсол плохо впитывался в данную ткань, так как она содержит подавляющее количество синтетических волокон, которые обладают малой гигроскопичностью, так как в их составе почти отсутствуют гидрофильные группы. Вследствие этого примерно половина капли испытуемой жидкости остается на стекле под образцом с нанесенным на него эмульсом (ткань вытолкнула оставшуюся жидкость на противоположную сторону ткани). Отличий в растекании и впитывании капли эмульсола с добавлением моющих средств и без них не наблюдалось. Эмульсол впитывался и растекался, образуя круг (рис. 1 г).

Как уже упоминалось ранее, одно из важнейших требований процесса замасливания это то, что после изготовления ткани эмульсия должна быть удалена из волокна, так как в противном случае это отразится на качестве конечного продукта. Поэтому провели исследования по элюированию эмульсола водой из образцов ткани. Исследования выполнялись в следующей последовательности: подготовленный образец ткани укладывался на стекло, на материал наносилась одна капля эмульсола и образец ткани выдерживался в течение двух часов при комнатной температуре, далее образцы погружались в емкость в виде термоса с водой с заданной температурой и прополаскивались, результаты фиксировались. При полоскании использовалась вода с температурой 12 °С, 40 °С; 70 °С и 90 °С. Температура воды измерялась бытовым термометром.

Во всех случаях эмульсол растворялся в воде без образования жировых шариков и пятен на поверхности, причем чем выше была температура воды, тем интенсивнее проходило растворение эмульсола.

Выполоскать пятно от эмульсола удалось не во всех случаях. В образцах ткани из вискозы пятна бесследно исчезли при прополаскивании образцов при температуре воды от 40 °С до 70 °С, а полоскание в холодной воде (12 °С) и при 90 °С желаемого результата не дало (пятна от эмульсола остались слабо заметными). Следует отметить, что разница в использовании эмульсола с добавлением моющих средств и без них неощутима.

В случае с хлопком выполоскать пятно от эмульсола не удалось при использовании холодной воды (12 °С), в остальных испытаниях при более высоких температурах (от 40 °С) удалось полностью избавиться от пятен. Как и в случае с вискозой, разница в использовании эмульсола с добавлением моющих средств и без них незаметна.

При исследовании ткани из льна удовлетворительные результаты элюирования эмульсола водой из льняных образцов удалось лишь получить при проведении испытаний при температуре воды от 60 °С до 90 °С, использование воды с меньшей температурой положительных результатов не дало.

Самым удачным образцом по выполаскиванию пятен от эмульсола оказалось трикотажное полотно из смеси полиэфирных и хлопковых волокон. Здесь во всем температурном диапазоне получили положительный результат.

В заключение отметим, что впитывание и растекание капли разработанного эмульсола зависит от гигроскопических свойств волокон, содержащихся в образце ткани, а удаление пятен от эмульсола из ткани промывкой водой без применения специальных растворителей легче проходит в образцах из химических волокон, чем из натуральных.

Таким образом, разработанный эмульсол можно рекомендовать для применения в качестве замасливателя при обработке химических волокон и выработке смесовых тканей в диапазоне температур 12 °С и выше, а для натуральных волокон – в диапазоне температур 60 °С и выше.

Список использованных источников

1. Степанова, Т. Ю. Эмульсирование как способ модификации свойств поверхности текстильных волокон : монография / Т. Ю. Степанова ; Ивановский государственный химико-технологический университет. – Иваново, 2011. – 118 с.
2. Лобацкая, О. В. Материаловедение : учебное пособие / О. В. Лобацкая, Е. М. Лобацкая ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2011. – 324 с.
3. Назарова, М. В. Теория процессов подготовки нитей к ткачеству. Часть II : учебное пособие / М. В. Назарова, В. Ю. Романов ; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград, 2006. – 68 с.
4. Способ получения эмульсола для смазки металлических форм при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и эмульсол, полученный этим способом : пат. 2360796 РФ : МПК В28В7/38 / Л. В. Мосталыгина, А. В. Костин; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Курганский государственный университет». – № 2007127131/03 ; заявл. 16.07.2007 ; опубл. 10.07.2009.

Статья поступила в редакцию 14.02.2013.

SUMMARY

The domestic lubricant for the textile industry and the method of its production are developed. The investigation of the possibility to remove lubricant from fabrics having different fibrous composition by water washing without application special solvents is carried out. The water temperature influence on the process of the lubricant washing out is revealed.

The developed lubricant is recommended to be applied in the processing of the chemical fibres and production of fabrics in the temperature range 12 °C and above, and for natural fibres in the temperature range above 60 °C.

УДК 621.762.4

ИЗВЛЕЧЕНИЕ КОБАЛЬТА ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.В. Пятов, А.С. Ковчур

Основная тенденция современного этапа развития научно-технического прогресса заключается в переходе от экстенсивного пути хозяйствования к интенсивному. Интенсификация хозяйственной деятельности осуществляется путем разработки и освоения новых высокопроизводительных, экономичных и экологически безопасных технологий. Особенно остро необходимость экономии ощущается в странах, бедных на материальные ресурсы, к которым относится и Республика Беларусь. У нас отсутствуют месторождения цветных металлов, в частности, месторождения меди, никеля, хрома, кобальта. Вместе с тем значительные материальные ресурсы содержатся в промышленных и бытовых отходах, по переработке которых мы все еще отстаем от многих развитых стран.

Республика Беларусь располагает развитой промышленностью, неотъемлемой частью которой является гальваническое производство. Отходы этого производства содержат химические соединения многих цветных металлов, в том числе достаточно редких и дорогих. Утилизация гальванических отходов требует затрат на строительство и эксплуатацию очистных сооружений. При недостаточной очистке токсичные соединения тяжелых металлов попадают в окружающую среду, ухудшая экологическую обстановку.

В настоящее время переработка гальванических отходов в Республике Беларусь в промышленных масштабах не производится. Известны примеры утилизации гальваношламов на предприятиях, выпускающих строительные материалы (в основном бетонные изделия). Такой подход позволяет избавиться от некоторых экологических проблем, но не решает задачи извлечения и повторного использования металлов. Данные о разработках простых и эффективных технологий по переработке гальванических отходов в странах дальнего зарубежья, насколько нам известно, также отсутствуют. Развитые страны очищают сточные воды от тяжелых металлов ионообменными и электролитическими установками, широкое внедрение и эксплуатация которых на наших предприятиях пока оказывается весьма дорогой, что сдерживает их широкое применение.

Таким образом, с одной стороны ощущается острый дефицит цветных металлов, а с другой — сброс их химических соединений, небезопасных для человеческого организма, в окружающую среду. Поэтому разработка недорогих и безопасных процессов извлечения металлов из отходов гальванических производств и их дальнейшая переработка представляются нам актуальной научно-технической задачей.

Извлечение цветных металлов из гальваноотходов позволяет не только экономить первичное сырье, но и обеспечивает их обезвреживание. Ранее нами были разработаны технологии извлечения меди [1], хрома [2] и никеля [3] из отработанных гальванических электролитов. В этой статье содержатся результаты исследований по извлечению кобальта, содержащегося в отходах, образующихся при гальваническом кобальтировании и никелировании.

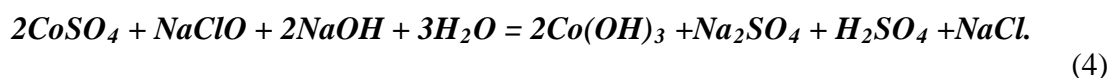
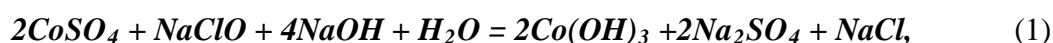
В настоящее время для осаждения кобальта наибольшее распространение получили сульфатные электролиты. Их достоинством является высокая устойчивость: анионы сернокислых солей не восстанавливаются на катоде и не окисляются на аноде. Сульфатные электролиты менее токсичны и агрессивны, чем хлоридные, и обладают высокой электропроводностью. Они могут быть весьма концентрированными, так как сульфаты хорошо растворяются в воде, а осадки из этих электролитов содержат меньше водорода, чем осадки, полученные, например, из хлоридных электролитов при тех же условиях.

Стандартный электролит обычно содержит 300 г/л сульфата кобальта, 20 г/л хлорида натрия, 40 г/л борной кислоты. В последнее время стали использовать сульфатные электролиты с никелем. Такие электролиты содержат около 140 г/л сульфата никеля, 120 г/л сульфата кобальта, 10 г/л хлорида натрия и 30 г/л борной кислоты. Особенностью отработанных гальванических электролитов является то, что они содержат не только исходные компоненты, но и различные примеси, например, железо. Кроме того, такие электролиты сильно истощены (содержат не более 50 г/л ионов Co^{2+} и Ni^{2+}), что делает процесс извлечения этих металлов методами электрохимии неэффективным.

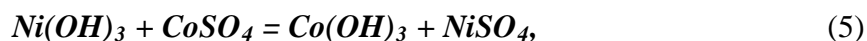
Целью проведенных исследований являлся поиск эффективных методов извлечения кобальта из истощенных сульфатных и сульфатно-никелевых электролитов, способных составить основу технологии комплексной переработки отходов гальванического кобальтирования. Установлено, что практический интерес могут представлять два конкурирующих процесса, названных для краткости гипохлоритным и автоклавным методами.

Гипохлоритный метод основан на окислении двухвалентного кобальта в трехвалентный. Так как аналогичное соединение никеля менее устойчиво, то при добавлении гипохлорита натрия к раствору сульфатов и хлоридов в осадок переходит в первую очередь гидроксид кобальта. Однако этот осадок всегда содержит примесь гидроксида никеля и относительно полного разделения обоих металлов данным методом можно добиться лишь при повторных осаждениях. Этот метод хорошо работает при извлечении кобальта из электролитов, содержащих никель.

Осаждение кобальта гипохлоритом не является простой реакцией, которую можно изобразить одним уравнением. Основной процесс образования гидроксида трехвалентного кобальта сопровождается рядом побочных реакций, развитие которых зависит от многих условий. В производственных условиях возможна реализация следующих реакций:



Этими четырьмя реакциями объясняется происходящее одновременно с окислением кобальта осаждение его в виде гидроксида, выделение хлора и образования кислоты. Осажденный вместе с кобальтом никель вновь переходит в раствор:

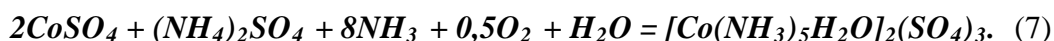


Растворение гидроксида никеля никогда не идет до конца. Кроме указанных реакций большое значение имеет также каталитическое разложение гипохлорита натрия в присутствии гидроксидов кобальта и никеля. Ввиду сложности процесса состав осадка зависит от многих факторов: температуры, щелочности среды, концентрации раствора, соотношения кобальта и никеля в исходном растворе, скорости добавления реагента и других условий.

Проведенные исследования показали, что возможно применение и гипохлорита кальция. Кроме того, гипохлорит натрия можно заменить хлором. Если пропускать ток хлора в раствор хлоридов кобальта и никеля, к которому добавлен мелкоизмельченный карбонат кальция или бария, при температуре не выше 40 °С, то разделение кобальта и никеля происходит более полно, чем с гипохлоритом. В осадок при этом выделяется гидроксид $Co(OH)_3$ вместе с избытком карбоната щелочноземельного металла. Установлено также, что смесь карбонатов кобальта и никеля, суспендированная в воде, разделяется током хлора: никель переходит в раствор, а кобальт остается в осадке в виде трехвалентного гидроксида. Вероятно, разделение кобальта и никеля, основанное на различной степени окисляемости этих металлов, является наиболее эффективным методом.

Теоретически возможно применение в качестве окислителей не только хлора или гипохлорита, но и перекисей свинца, титана и других металлов. В частности, перекисью свинца можно выделить весь кобальт из горячих сульфатных растворов в виде гидроксида в две стадии, в то время как никель остается в растворе. Однако практическая проверка использования этих относительно дорогих окислителей не проводилась.

При исследовании процесса осаждения кобальта автоклавным методом использован автоклав из кислотоупорной стали, снабженный механической мешалкой и работающий по принципу противотока. Исходный раствор для осаждения кобальта содержал не менее 70 – 80 г/дм³ ($Ni+Co$). Путем подщелачивания раствора аммиаком до рН 5,1 при одновременном барботировании воздуха из раствора выделяли гидроксид железа (III). Затем в отфильтрованный раствор при температуре около 70 °С вводили аммиак в таком количестве, чтобы отношение NH_3 к ($Ni+Co$) составило 5,5. Затем раствор окисляли воздухом:



После окисления в растворе остается 2 – 3 г/дм³ Co^{2+} . Для отделения кобальта от никеля использована различная устойчивость аммиакатов кобальта и никеля по отношению к серной кислоте. Аммиакат никеля разлагался серной кислотой с выделением двойной соли $NiSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$.

Установлено, что оптимальное значение рН раствора для выделения осадка составляет 2,6. После отделения никеля фильтрат, содержащий 30 г/дм³ Co^{2+} и около 0,5 – 1,0 г/дм³ Ni^{2+} , упаривали. При этом получали раствор с концентрацией 45 – 50 г/дм³ Co^{2+} и 450 г/дм³ $(NH_4)_2SO_4$, в котором Co^{3+} содержится в виде комплексного соединения.

Это соединение восстанавливали до Co^{2+} порошком металлического кобальта:



В ходе восстановления из раствора выпадал осадок, содержащий кобальт, никель и сульфат аммония. Этот осадок возвращали в оборот, а фильтрат упаривали с добавлением аммиака. В результате получен раствор с содержанием 42 г/дм³ NH_3 , 380 г/дм³ $(NH_4)_2SO_4$, 55 г/дм³ Co^{2+} и 0,04 г/дм³ Ni^{2+} , который восстанавливали водородом при температуре 180°С.

С целью интенсификации выделения металлического кобальта в раствор добавляли катализатор состава $2,8 \text{ г/дм}^3 \text{ NaCN} + 0,2 \text{ г/дм}^3 \text{ Na}_2\text{S}$. В результате восстановления получен достаточно чистый (98 – 99 % металла) порошок кобальта, содержащий примеси никеля (до 0,82 %), меди (до 0,16 %), железа, серы и углерода (до 0,2 %).

Химический состав полученного кобальтового порошка определен методом лазерной масс-спектропии вторичных ионов по стандартной методике. Экспозиция изменялась от 10^{-9} до 10^{-13} Кл. Состав материала, полученного гипохлоритным методом, представлен в таблице 1, а состав материала, полученного автоклавным осаждением, — в таблице 2.

Таблица 1 — Химический состав порошка, осажденного гипохлоритным методом

| Элемент | Концентрация | |
|-----------|------------------|------------------|
| | атомных % | массовых % |
| <i>Co</i> | $79,75 \pm 1,5$ | $96,00 \pm 1,5$ |
| <i>O</i> | $0,60 \pm 0,6$ | $1,00 \pm 0,3$ |
| <i>Fe</i> | $0,16 \pm 0,01$ | $0,18 \pm 0,01$ |
| <i>Sn</i> | $0,05 \pm 0,02$ | $0,12 \pm 0,01$ |
| <i>Ni</i> | $0,70 \pm 0,04$ | $0,52 \pm 0,02$ |
| <i>P</i> | $0,70 \pm 0,04$ | $0,44 \pm 0,02$ |
| <i>Cr</i> | $0,056 \pm 0,05$ | $0,06 \pm 0,005$ |
| <i>Pb</i> | $0,042 \pm 0,02$ | $0,18 \pm 0,01$ |
| <i>Si</i> | $1,23 \pm 0,04$ | $0,67 \pm 0,02$ |
| <i>Al</i> | $0,30 \pm 0,02$ | $0,16 \pm 0,01$ |
| <i>Zn</i> | $0,13 \pm 0,01$ | $0,18 \pm 0,01$ |
| <i>Cl</i> | $2,18 \pm 0,40$ | $1,00 \pm 0,30$ |

Таблица 2 — Химический состав порошка, осажденного автоклавным методом

| Элемент | Концентрация | |
|-----------|------------------|------------------|
| | атомных % | массовых % |
| <i>Co</i> | $80,25 \pm 1,0$ | $98,00 \pm 1,0$ |
| <i>O</i> | $0,50 \pm 0,6$ | $0,90 \pm 0,2$ |
| <i>Fe</i> | $0,12 \pm 0,01$ | $0,14 \pm 0,01$ |
| <i>Sn</i> | $0,05 \pm 0,02$ | $0,12 \pm 0,01$ |
| <i>Ni</i> | $0,70 \pm 0,04$ | $0,52 \pm 0,02$ |
| <i>P</i> | $0,70 \pm 0,04$ | $0,44 \pm 0,02$ |
| <i>Cr</i> | $0,056 \pm 0,05$ | $0,06 \pm 0,005$ |
| <i>Pb</i> | $0,04 \pm 0,02$ | $0,17 \pm 0,01$ |
| <i>Si</i> | $0,53 \pm 0,04$ | $0,22 \pm 0,02$ |

| | | |
|-----------|-------------|-------------|
| <i>Al</i> | 0,30 ± 0,02 | 0,16 ± 0,01 |
| <i>Zn</i> | 0,13 ± 0,01 | 0,18 ± 0,01 |
| <i>Cl</i> | 0,18 ± 0,40 | 0,20 ± 0,10 |

Сравнение методов осаждения кобальта из истощенных сульфатно-никелевых электролитов позволяет сделать следующие выводы.

Автоклавное осаждение дает возможность получать, кроме кобальта, также никель и железо, что может стать решающим преимуществом этого метода при разработке технологии комплексной переработки отходов гальванического производства, содержащих эти металлы. Однако стоимость порошка, полученного методом автоклавного осаждения, будет выше, и его целесообразно применять лишь при больших объемах перерабатываемых отходов в массовом производстве.

Гипохлоритный метод позволяет получать дешевый порошок кобальта, кроме того он прост в применении, не требователен к оборудованию, но чувствителен к посторонним примесям. Поэтому данный метод следует применять, если не предъявляются слишком высокие требования к чистоте получаемого кобальта, а объемы перерабатываемых отходов сравнительно невелики.

При разработке технологии переработки гальванических отходов на конкретном предприятии следует также изучить возможность использования относительно дорогих окислителей, таких как перекиси свинца, титана и других металлов. Применение этих веществ в каких-либо производственных процессах или нахождение в отходах может снизить расходы по их приобретению.

Список использованных источников

1. Шелег, В. К. Переработка гальваноотходов / В. К. Шелег, А. С. Ковчур, В. В. Пятов. — Витебск : УО «ВГТУ», 2004. — 185 с.
2. Пятов, В. В. Переработка отходов гальваники, содержащих хром / В. В. Пятов, А. С. Ковчур, Ю. А. Нетсев // Вестник ВГТУ. — 2005. — С. 128–131.
3. Ковчур, А. С. Использование никелевого порошка, полученного из отходов гальванического производства / А. С. Ковчур, В. В. Пятов, С. Г. Ковчур // Вестник ВГТУ. — 2008. — С. 163–166.

Статья поступила в редакцию 14.02.2013

SUMMARY

Two methods are proposed for extracting cobalt containing in the waste, the image-yuschihnya with galvanic cobalting and nickel plating. Both methods allows to obtain cobalt powder containing 96 — 99 % of the metal. Hypochlorite-ion method is easy to use, but is sensitive to impurities. Autoclave deposition allows to obtain nickel and iron in addition to cobalt.

УДК 504.5:552.578.2

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

В.Е. Савенок, А.А. Шишакова, О.Н. Минаева

Автоматизация — одно из направлений научно-технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессах

получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоёмкость выполняемых операций. Требуется дополнительное применение датчиков (сенсоров), устройств ввода, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные и мыслительные функции человека. Непременным условием ускорения темпов роста автоматизации является развитие и совершенствование ее аппаратного оформления, к которому относятся все устройства, входящие в систему управления и предназначенные для получения информации, ее передачи, хранения и преобразования, а также для осуществления управляющих воздействий на объект управления. Эти воздействия осуществляются с помощью исполнительных механизмов и регулирующих органов [1].

Этап автоматизации охватывает в настоящее время все отрасли и применяется в том числе для решения экологических проблем не только отдельных регионов, но и мира в целом. Актуальным является вопрос автоматизации технических средств, предназначенных для минимизации экологического ущерба, связанного с аварийным разливом нефти и нефтепродуктов на водных объектах.

Нефтепродукты являются наиболее распространенными и опасными веществами, загрязняющими поверхностные воды Беларуси [2]. Самыми масштабными загрязнениями рек нефтью и нефтепродуктами являются аварийные сбросы. Очистка водных экосистем от нефтяных загрязнений требует немедленного решения.

Все технические средства защиты водных объектов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами делятся на два основных класса [3]:

- средства, обеспечивающие локализацию и удержание нефтяного загрязнения на поверхности воды с целью предотвращения его дальнейшего распространения;
- средства, обеспечивающие удаление нефтяного загрязнения с поверхности воды.

К механическим средствам локализации нефтяных загрязнений следует отнести применение боновых заграждений, использование пневмобарьеров и струй воды из пожарных стволов. Анализ методов и средств локализации нефтяного загрязнения показал, что в настоящее время наиболее эффективным техническим средством является боновое заграждение. Известно более двухсот видов боновых заграждений, которые делятся на различные категории.

Мировой опыт борьбы с загрязнениями водных объектов нефтью и нефтепродуктами выработал целый ряд методов удаления нефтяного загрязнения с поверхности воды. Эти методы можно разделить на две группы: методы, направленные на удаление с поверхности воды слоя нефти путём его разрушения и перехода нефти в толщу воды; методы, направленные на удаление с поверхности воды слоя нефти путём извлечения нефти из воды. Каждая из этих двух групп методов включает в себя довольно широкий набор способов, которые имеет свои области эффективного использования. Следует отметить, что условия, в которых происходит загрязнение водных объектов нефтью и нефтепродуктами, настолько разнообразны, что для осуществления борьбы с ними невозможно ограничиться одним методом или одним техническим средством, а требуется располагать широким набором таких устройств [4]. Абсолютно справедливым является мнение, что только извлечение нефти из воды является радикальным методом борьбы с загрязнением нефтью. Механическое удаление нефти с поверхности воды в любом случае предпочтительнее её диспергирования или осаждения, и, кроме того, по ориентировочным расчётам, дешевле и быстрее [4].

Целью данной работы была автоматизация разработанных нами технических средств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений.

Разработан комбинированный механический бон, который является устройством, выполняющим одновременно функции и улавливания, и удаления нефтепродуктов и нефтенасыщенного сорбента с поверхности водотоков [5].

Устройство включает боновое заграждение, представляющее собой полу трубу с объемом, обеспечивающим ее плавучесть, с тросами. Боновое заграждение имеет верхние и нижние штанги, к которым прикреплены с возможностью вращения ролики, на которые надет фартук в виде бесконечной ленты. С одной стороны крайний ролик имеет верхний и нижний шкивы, каждый из которых соединен цепной передачей с верхним и нижним шкивами электропривода соответственно. С другой стороны ленты к ее крайнему (натяжному) ролику плотно прижат с помощью пружины цилиндрический отжимной ролик, под которым установлен нефтеприемник в виде лотка.

Комбинированный механический бон устанавливают на водоток и закрепляют с помощью тросов к его обоим берегам. Предварительно впереди механического бона закрепляют на верхних и нижних штангах ролики таким образом, что они могут вращаться вокруг своей оси. На ролики одевают пористую ленту, имеющую замкнутый контур (бесконечную). С помощью цепной передачи соединяют верхний и нижний шкивы крайнего ролика с верхним и нижним шкивом электропривода, который устанавливают на берегу или на плавсредстве. К противоположному от крайнего ролика натяжному ролику прижимают с помощью пружины цилиндрический отжимной ролик таким образом, что бесконечная лента оказывается между ними. Дополнительно на берегу или непосредственно у берега в дне реки делают углубление, в которое устанавливают нефтеприемный лоток так чтобы он не препятствовал движению бесконечной ленты. После выполнения всех вышеперечисленных подготовительных операций включают электропривод, который с помощью цепной передачи обеспечивает движение бесконечной ленты в горизонтальной плоскости таким образом, что сорбирующая поверхность ленты расположена навстречу водотоку. Бесконечная лента играет роль фартука, который улавливает и задерживает нефтепродукты и нефтенасыщенный сорбент и перемещает их к берегу, где происходит ее отжим между натяжным роликом и цилиндрическим отжимным роликом, а собранные таким образом нефтепродукты и нефтенасыщенный сорбент попадают в нефтеприемный лоток, откуда их затем откачивают насосным оборудованием.

После отжима бесконечная лента движется в обратную сторону от натяжного ролика к электроприводу, таким образом, получается, что фартук состоит из двух рядов: переднего, расположенного навстречу водотоку, и заднего, ближайшего к боновому заграждению, это обеспечивает дополнительную защиту от уноса нефтепродуктов и нефти под боновым заграждением, так как задний ряд ленты также сорбирует (впитывает) нефтепродукты. Для увеличения количества, захватываемых к берегу лентой нефтяных загрязнений и нефтенасыщенного сорбента лента может быть снабжена поперечными складками из пористого или волокнистого материала. Для улучшения качества поглощения нефтяных загрязнений пористой поверхностью ленты, на эту поверхность могут дополнительно наклеиваться сорбционные пластины.

Элементами автоматизации комбинированного механического бона являются: кондуктометрический датчик уровня, устанавливаемый в нефтеприемном лотке и датчик, обеспечивающий включение и отключение электропривода в зависимости от нагрузки.

Нами также разработана комбинированная механическая платформа для сбора нефтенасыщенного сорбента и мусора с поверхности воды, включающая в себя элементы автоматизации [6]. Комбинированная платформа предназначена для применения при проведении мероприятий по ликвидации нефтяных загрязнений с

поверхности водных объектов как в обычных условиях, так и в период ледохода. Устройство эксплуатируется в сочетании с боновым оборудованием, которое предварительно устанавливается на водный объект, чтобы локализовать нефтеразлив. В вершине угла, образованного боновым ограждением и береговой линией, на берегу водного объекта устанавливается устройство. Кроме того, данное устройство может быть установлено на катере, плавающей платформе или других плавсредствах, в этом случае его можно применять на любом водном объекте, загрязненном нефтью. При установке устройства на грунт или палубу плавсредства нижний конец платформы опускают в воду, а угол ее наклона изменяют путем поднятия верхней части платформы с помощью гидроцилиндров с последующей ее фиксацией.

Комбинированная платформа включает опорную поверхность (пята), на которой шарнирно закреплены две стяжки, закреплен вертикальный защитный экран, размещен нефтеприемный лоток и размещены два электропривода, на каждом из которых два ведущих шкива. На барабанах, насаженных на валы, на платформе размещена транспортерная лента из нефтестойкого материала, верхняя поверхность которой покрыта нефтепитывающим материалом. Первый ведущий шкив каждого из электроприводов соединяется цепной (или ременной) передачей со шкивом, расположенным на конце вала, закрепленного в подшипниках на платформе с насаженным на него крайним верхним барабаном. К крайнему верхнему барабану пружинами прижимается отжимной ролик с возможностью вращения. Второй ведущий шкив каждого из электроприводов соединяется цепной передачей со шкивом вала, закрепленного снизу платформы, на котором с обеих его сторон размещены две конические шестерни, которые находятся в зацеплении с расположенными под углом 90° к каждой из них двумя коническими шестернями, которые передают крутящий момент диску с эксцентриком. На верхний конец эксцентрика насажена возвратно-поступательная лопатка. Платформа имеет перфорированное дно, снабжена металлическими штырями, двумя гидроцилиндрами и двумя ручками, расположенными по обе стороны платформы. Электропривод платформы снабжен устройством для защиты от перегрузки, а в нефтеприемном лотке установлен кондуктометрический датчик уровня. Дополнительно в точке соединения платформы со стяжками установлены два контактных датчика для автоматического определения угла наклона платформы.

Комбинированная платформа является более компактным и автономным устройством по сравнению с ранее разработанным аналогом. Элементами автоматизации ее являются: устройство защиты от перегрузки, устройство защиты нефтеприемного лотка от переполнения, автоматическая система регулирования угла наклона платформы устройства. Рассмотрим элементы автоматизации комбинированной платформы более подробно.

Для предотвращения поломки комбинированной платформы при заклинивании транспортерной ленты или поворотных лопаток в цепи включения ее электропривода устанавливается монитор нагрузки, разработанный компанией АДЛ (Россия). Схема включения цифрового монитора приведена на рисунке 1.

Цифровой монитор нагрузки измеряет нагрузки на валу электродвигателя, являющегося приводом транспортерной ленты и поворотных лопаток. Монитор нагрузки подключается к кабелю питания и использует электродвигатель как датчик. Нагрузка на валу электродвигателя вычисляется монитором исходя из потребляемой мощности и учитывая потери в двигателе. Мощность на валу электродвигателя эквивалентна нагрузке приводимых им поворотных лопаток и транспортерной ленты. Таким образом, если произошло заклинивание, в случае попадания крупного мусора на лопатки или транспортерную ленту, монитор нагрузки обеспечивает надежную защиту электродвигателя путем его остановки. После устранения причины

заклинивания (механическое освобождение транспортной ленты и лопаток) электропривод вновь включается оператором, и работа устройства возобновляется. Монитор имеет встроенный цифровой код для подачи сигналов: автонастройка, перезапуск или блокировка, а также аналоговый выход с возможностью установки диапазона аналогового сигнала пропорционально нагрузке.

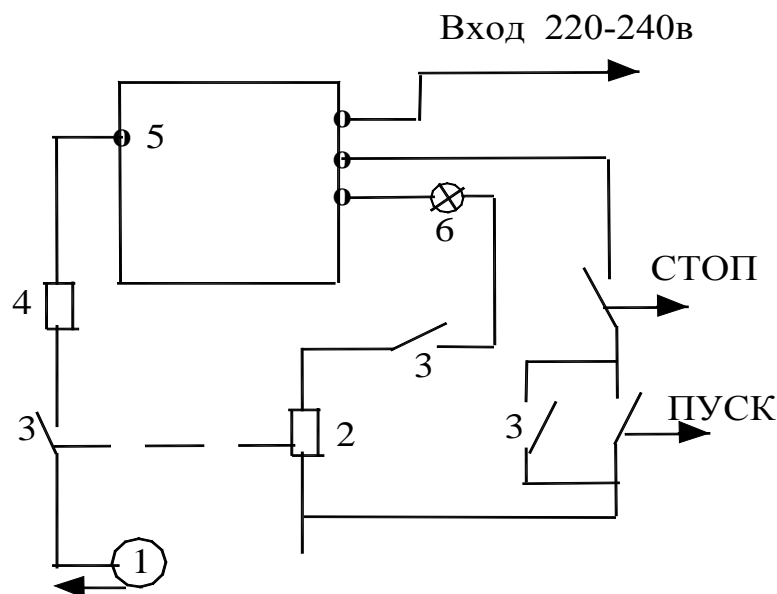


Рисунок 1 – Схема включения цифрового монитора:
1 – электродвигатель; 2 – реле; 3 – контакты реле; 4 – сопротивление;
5 – выход на электродвигатель

При перекачке собранных нефтяных загрязнений из нефтеприемного лотка, установленного на опорной поверхности, в нефтесборную емкость обычно сталкиваются с проблемой включения или отключения насоса при достижении уровнем жидкости порогового значения. Для ее решения нами применяется простой контактный (кондуктометрический) датчик уровня, схема которого представлена на рисунке 2.

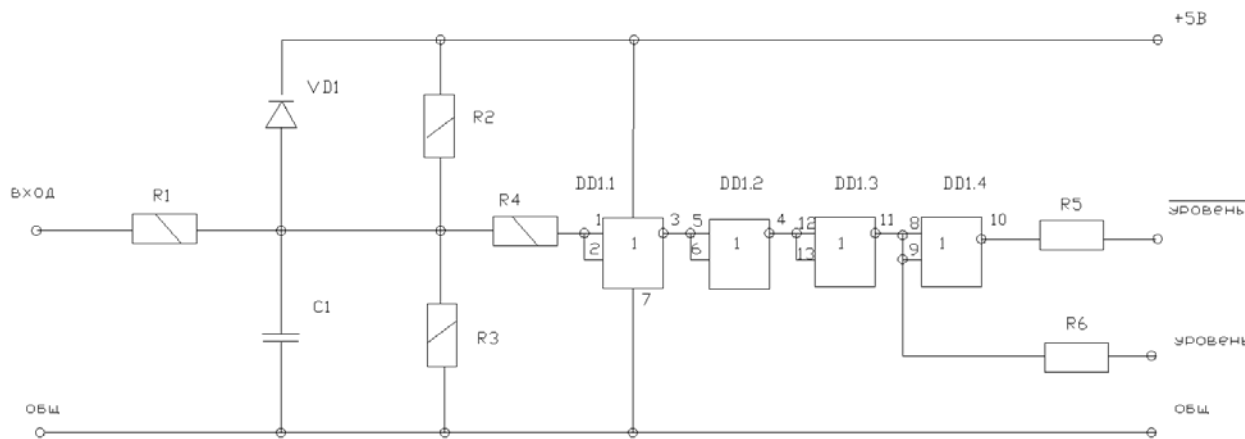


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная контактного датчика уровня

К входу датчика (ВХОД-ОБЩ) подключается группа контактов (два открытых контакта), смонтированная в нефтеприемном лотке. Нефть (нефтепродукты) обладает электропроводящими свойствами (сопротивление между контактами, погруженными в жидкость менее 500 кОм). При разомкнутых входных контактах значение сигнала «УРОВЕНЬ» равно логическому нулю, а сигнала «-УРОВЕНЬ» – логической единице,

при замкнутых контактах – наоборот: «УРОВЕНЬ» равно 1, «-УРОВЕНЬ» равно 0. Эти сигналы используются для системы управления насоса, который откачивает нефтяные загрязнения из нефтеприемного лотка в нефтесборную емкость. Напряжение питания схемы может находиться в пределах от + 5 до + 15 В.

Для автоматического определения угла наклона платформы в схеме включения гидроцилиндров устанавливается контактный датчик. Дополнительно в точке соединения платформы с каждой из стяжек могут быть установлены два контактных датчика для этой же цели. В этом случае вдоль каждой из стяжек проходит изолированный провод до электропривода, который также обеспечивает работу (включение, выключение) гидроцилиндров по команде от датчиков. При установке платформы в воду угол ее наклона изменяется до тех пор, пока не происходит контакт датчиков с водой — гидроцилиндры выключаются. Затем производится механическая фиксация платформы под заданным углом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время актуальной задачей является разработка эффективных технических средств локализации и ликвидации нефтяных загрязнений. Одним из путей решения этой проблемы является дальнейшая автоматизация существующих технических средств и разработка новых автоматизированных технических средств.

Разработанные нами технические устройства локализации и ликвидации нефтяных загрязнений, включающие в себя элементы автоматизации, позволяют более эффективно бороться с аварийными разливами нефти на водных объектах в различных условиях. Изготовление данных технических устройств предполагает использование только отечественных материалов и комплектующих без использования импортной элементной базы. Поэтому внедрение данных устройств позволит сэкономить валютные средства.

Список использованных источников

1. Жужжалов, В. Е. Технические средства автоматизации : учебно-практическое пособие / В. Е. Жужжалов [и др.]. — Москва : МГУТУ, 2004. Режим доступа : <http://www.studfiles.ru/dir/cat40/subj1338/file14205/view153198.html>
2. Савенок, В. Е. Применение комбинированного бона на водотоках для минимизации экологического ущерба / В. Е. Савенок, А. А. Шишакова, С. А. Чепелов // ЧС: предупреждение и ликвидация : сборник докладов VI Межд. НПК, Минск 8 – 9 июня 2011 г. / НИИ ПБиЧС МЧС РБ. – Минск, 2011. – С. 274-279.
3. Защита водных объектов : монография / Д. П. Комаровский [и др.] ; под общ. ред. В. К. Липского. – Новополоцк : УО «ПГУ», 2008. – 220 с.
4. Липский, В. К. Технические средства защиты водных объектов при аварийных разливах нефти / В. К. Липский, И. И. Лиштван. – Новополоцк : ПГУ, 2009. – 304 с.
5. Заявка а20110358 Респ. Беларусь, МПК E02B 15/04. Устройство для улавливания и удаления нефтепродуктов с поверхности водотоков / В. Е. Савенок, С. А. Чепелов, А. А. Шишакова ; заявитель Витебск. гос. ун-т им. П. М. Машерова. – №а20110358; заявл. 23.03.2011, опубл. 30.10.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 5. – С. 23.
6. Шишакова, А. А. Автоматизация комбинированной платформы / А. А. Шишакова, С. А. Чепелов, В. Е. Савенок // Проблемы устойчивого развития регионов РБ и сопредельных стран : сборник научн. статей 2-й Межд. НПК, Могилев 27 – 29 марта 2012 г. / МГУ им. А. А. Кулешова. – Могилев, 2012. Ч. 2. – С.309 – 312.

Статья поступила в редакцию 15.10.2012.

SUMMARY

The question of automation of the means intended for liquidation of emergency floods of oil and oil products on water objects is actual. The automation of the offered means of water objects protection from oil pollution was the purpose of the given work.

The combined mechanical boom and the combined mechanical platform with automation elements are developed. The given technical devices for localisation and liquidation of oil pollution allow to struggle more effectively with oil emergency floods on water objects in various conditions.

УДК 677.4.022:62

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОТДЕЛКИ СУКОННЫХ ТКАНЕЙ

Н.Н. Ясинская, Л.Е. Соколов

Шерстяные суконные ткани вырабатывают из аппаратной пряжи, которую производят в основном из мытой сорной шерсти, содержащей разные растительные примеси. Особенностью аппаратной системы прядения шерсти является то, что на подготовительных этапах технологического процесса подготовки волокон к переработке на прядильных машинах удаляется только небольшая часть растительных примесей – в основном легкоотделяемых. Большая же их часть остается в пряже, снижая качество и повышая жесткость получаемых из нее тканей. Вместе с тем, для производства высококачественных суконных тканей необходимо полное удаление растительных примесей, что невозможно достичь при использовании только классического способа очистки шерстяных волокон – карбонизации. Единственным решением этой задачи является проведение специальной обработки при заключительной отделке тканых полотен.

Из практики тонкосуконного производства известны возможности повышения мягкости тканых полотен за счет воздействий, затрагивающих разные структурные уровни текстильного материала. Для этого используют методы химической модификации отдельных волокон, изменения их фрикционных и деформационных свойств в результате обработки специальными химическими реагентами – смягчителями. Кроме того, существенное повышение мягкости ткани обеспечивается в результате образования на ее поверхности ворсового застила из кончиков волокон, выдергиваемых с помощью игольчатых гарнитур, как правило, из уточных нитей полотна.

Для устранения жесткости шерстяные суконные ткани на стадии заключительной отделки подвергают умягчению за счет проведения химической модификации элементарных волокон. Традиционные химические способы умягчающей отделки суконных тканей обеспечивают достижение эффекта за счет нанесения на материал различных видов смягчителей и при необходимости последующей их термофиксации. В качестве смягчителя используют эмульсии жиров, восков, масел, продукты конденсации жирных кислот, производные четвертичных аммониевых оснований, полисилоксановые эмульсии, а также анионоактивные и неионогенные поверхностно-активные вещества.

Однако существенным недостатком известных химических способов умягчающей отделки является кратковременность достигаемого результата и его неустойчивость к бытовым обработкам: в процессе стирок смягчители вымываются из волокна и достигнутый при отделке эффект смягчения заметно снижается при последующей эксплуатации тканей и изделий из них. В частности, уже после первой стирки ткани, обработанной препаратом Котекс М, ее жесткость увеличивается на 15 – 30 %. Кроме

того, применяемые синтетические реагенты в композиционных составах смягчителей значительно ухудшают экологические характеристики производства и могут вызывать дерматологические реакции при эксплуатации текстильных изделий.

Одним из условий для эффективного умягчения суконных тканей является модификация структуры шерстяного волокна. На сегодня для разрушения кутикулы шерстяного волокна можно использовать окислители, проводить щелочную обработку, а также обработку в среде низкотемпературной плазмы.

Однако при применении этих технологий в результате разрушения чешуйчатого слоя волокна возникает опасность ухудшения физико-механических свойств шерсти. Это обусловлено тем, что деструкция может не закончиться чешуйчатым слоем, а затронуть и плотно к нему прилегающий корковый слой.

Поэтому на современном этапе развития текстильной химии для решения компромиссной задачи – придать необходимую мягкость материалу и при этом не ухудшить исходные свойства – предлагается использовать энзимные препараты с последующей обработкой полимерными композициями. Энзимная обработка может быть проведена до или после крашения. Обработка осуществляется периодическим способом.

Таким образом, целью научно-исследовательской работы, которая проводилась совместно с ОАО «Сукно», являлось разработка энерго-, ресурсосберегающей технологии умягчающей отделки суконных тканей с использованием современных экологически чистых препаратов. В качестве образца для проведения исследований выбрана пальтовая ткань «Изабелла».

Из препаратов, включающих ферменты и поверхностно-активные вещества, предлагаются композиции отечественного и зарубежного производства, отличающиеся активностью, стабильностью, оптимальными условиями действия и сроками хранения (таблица 1).

Для выбора энзимного препарата образец шерстяной суконной ткани обработали в растворе, содержащем 2 % фермента от массы обрабатываемого субстрата, при условиях, рекомендуемых фирмами-производителями (таблица 1).

В качестве показателей для выбора препарата выбраны: потеря массы, % и разрывная нагрузка, Н.

Таблица 1 – Современные ферментативные препараты протеаз и липаз для обработки шерстяных суконных тканей

| Название препарата | Культура | Оптимум действия | Фирма-производитель | Область применения |
|--------------------|------------------------------|---|-----------------------|---|
| Новолан | Протеаза (Bacillus subtilis) | $T = 55^{\circ}\text{C}$, pH 6 | Novozymes (Дания) | Удаление целлюлозных примесей, придание высокой мягкости, снижение пиллинга и пушистости |
| Савиназа 16 L | Протеаза (Bacillus subtilis) | $T = 45 - 55^{\circ}\text{C}$, pH 9 - 10,5 | Novozymes (Дания) | Удаление загрязнений, имеющих белковую основу, направленная модификация поверхности шерстяных волокон |
| Протосубтилин ГЗх | Протеаза (Bacillus subtilis) | $T = 45 - 55^{\circ}\text{C}$, pH 9 - 10,5 | АОО «Восток» (Россия) | Удаление загрязнений, имеющих белковую основу, направленная модификация поверхности шерстяных волокон |
| Бактозоль WO | Смесь ферментов | $T = 30 - 60^{\circ}\text{C}$, pH 6 - 9 | Clariant (Швейцария) | Удаление жировых и белковых загрязнений, отбеливание, |

| | | | | |
|--|----------|--|--|---|
| | гидролаз | | | придание эффекта несвойлачиваемости, мягчение |
|--|----------|--|--|---|

Результаты исследований представлены на рисунке 1 и рисунке 2.

В результате анализа экспериментальных исследований установлено, что при обработке тканей в растворе фермента Протосубтилин ГЗх потеря массы составляет 14 %, однако при этом значительно уменьшается разрывная нагрузка по основе и утку. Можно предположить, что одновременно с удалением растительных примесей и загрязнений происходит разрушение волокна. Наилучшие результаты достигаются при обработке ферментным препаратом Савиназа 16 L: происходит наиболее полное удаление примесей и загрязнений, а также при воздействии фермента не происходит повреждения волокнообразующего полимера.

Кроме того, наблюдается значительное увеличение объемности полотна за счет повышения извитости шерстяного волокна после ферментативной обработки.

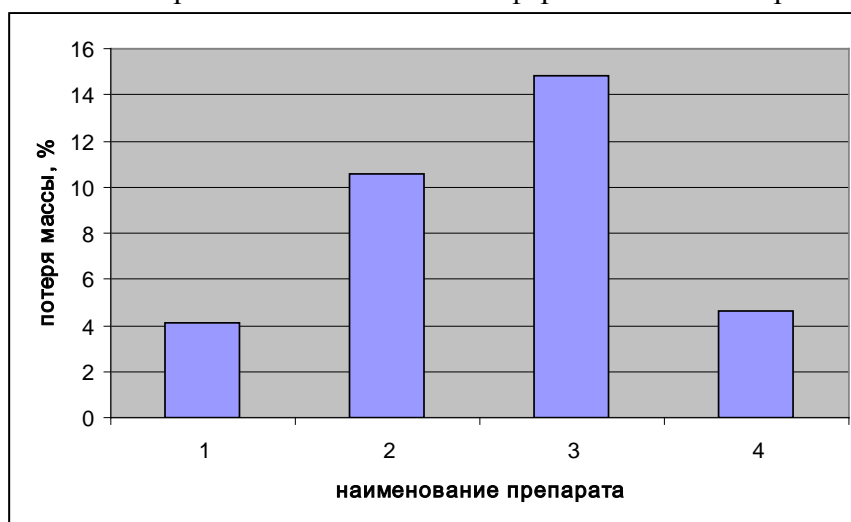


Рисунок 1 – Результаты исследований потери массы образцов суконных тканей после обработки ферментными препаратами:

- 1 – ферментный препарат Новолан;
- 2 – ферментный препарат Савиназа 16 L;
- 3 – ферментный препарат Протосубтилин ГЗх;
- 4 – ферментный препарат Бактозоль WO

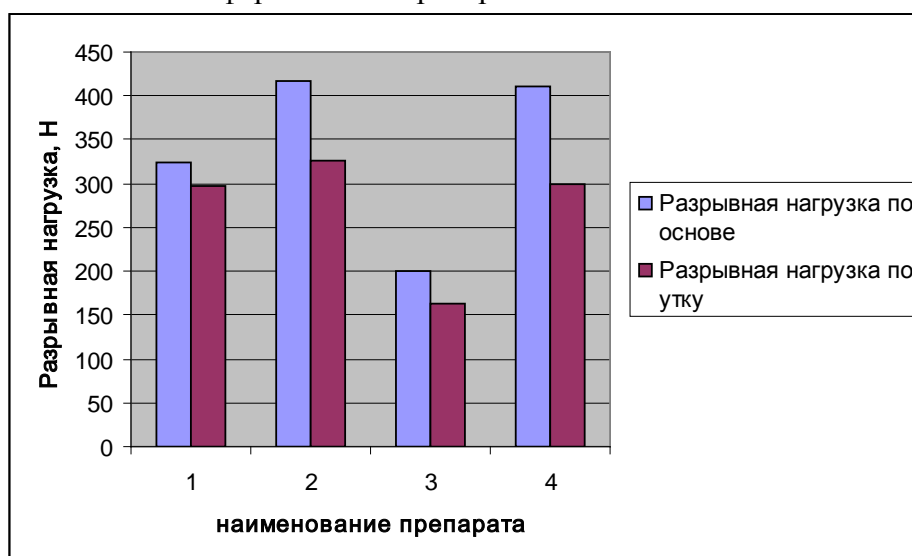


Рисунок 2 – Результаты исследований разрывной нагрузки образцов суконной ткани после обработки ферментными препаратами:

- 1 – ферментный препарат Новолан; 2 – ферментный препарат Савиназа 16 L;
 3 – ферментный препарат Протосубтилин ГЗх;
 4 – ферментный препарат Бактозоль WO

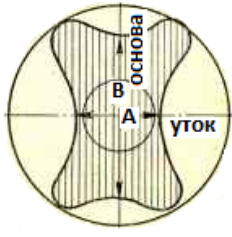
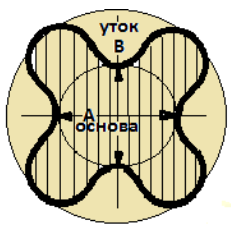
Для оценки эффективности умягчающей отделки суконных тканей с использованием энзимных препаратов в производственных условиях ОАО «Сукно» наработаны опытные образцы пальтовой ткани «Изабелла» по традиционной технологии умягчения гидрофильным силиконовым мягчителем ф. BASF Силиген SIC-B, а также по разработанной технологии с предварительной обработкой в растворе фермента Савиназа 16L. Новый технологический процесс умягчающей отделки шерстяных суконных тканей состоит из следующих основных операций:

1. Удаление чешуйчатого слоя – обработка энзимсодержащим препаратом: Савиназа 16L 1 – 2 % (от массы тканого полотна) в зависимости от поверхностной плотности ткани;
 - pH = 8 – 8,5 (устанавливается 80 %-ной уксусной кислотой);
 - температура обработки 45 – 55 °С;
 - продолжительность 30 мин.;
 - модуль ванны 1 : 10 – 1:20;
 - промывка водой (температура 70 °С) и нейтрализация;
 - отжим 80 %.
2. Химическое мягчение – обработка силиконовым препаратом Силиген SIC – В (ф. BASF):
 - плюсование раствором аппрета (25 – 30 г/л);
 - отжим 100 %;
 - сушка при температуре 120 °С.

Полученные промышленные образцы суконных тканей были исследованы на мягкость грифа. Определение мягкости грифа суконных тканей осуществлялось посредством исследования косвенных показателей, которые являются следствием мягкости тканей. К таким косвенным показателям относят драпируемость тканей и их жесткость.

Драпируемость определялась дисковым методом, результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний опытных образцов тканей на драпируемость

| Показатели испытаний и расчетов | Используемый для отделки тканей препарат | |
|--------------------------------------|--|---|
| | Силиген-SIC-B | Савиназа 16L + Силиген-SIC-B |
| Коэффициент драпируемости, K_d , % | 31,2 | 62,5 |
| Соотношение осевых нитей $X = B / A$ | >1.1 | 0,95-1.1 |
| Вид проекции образца |  |  |
| Оценка драпируемости | Плохая | Удовлетворительная |

Жесткость полотен определяли по методу консоли на приборе ПТ-2 в соответствии с ГОСТ 10550–93 «Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе». Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний опытных тканей на жесткость

| Используемый для отделки тканей препарат | Коэффициент жесткости, K_{EI} | Условная жёсткость, $\text{мкН}\cdot\text{см}^2$ | |
|--|---------------------------------|--|---------|
| | | по основе | по утку |
| Силиген-SIC-B | 1,3 | 6770 | 5099 |
| Савиназа 16L + Силиген-SIC-B | 1,5 | 3054 | 1980 |

При разработке технологии умягчающей отделки шерстяных суконных тканей с использованием энзимных препаратов необходимо учитывать сложность контроля гидролитических реакций и возможность повреждения шерстяного волокна в результате глубокого гидролиза пептидных связей, поэтому необходимо осуществлять контроль над соблюдением технологических режимов обработки, а также проводить их оптимизацию при изменении физико-механических и физико-химических свойств полотен.

Таким образом, проведенные исследования доказывают эффективность новой умягчающей отделки суконных тканей с использованием операции предварительной ферментной обработки. Биотехнологический способ является одним из альтернативных традиционным процессам заключительной умягчающей отделки шерстяных материалов, использование которого помогает решить такие важные задачи, как создание более чистого, мягкого, экологичного, неагрессивного и экономичного, с точки зрения энергозатрат, производства, а также максимально снизить повреждение волокна при одновременном повышении эффективности отделочных операций.

Список использованных источников

1. Кричевский, Г. Е. Химическая технология текстильных материалов : учебник для студ. хим. вузов / Г. Е. Кричевский. – Москва : Высшая школа, 2001. – 503 с.
2. Чешкова, А. В. Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи, меха : учебное пособие для вузов / А. В. Чешкова. – Иваново : ГОУВПО ИГХТУ, – 2007. – 282 с.
3. Шустов, Ю. С. Основы текстильного материаловедения : учебное пособие / Ю. Н. Шустов. – Москва : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007. – 302 с.
4. Николов, А. Энзимы фирмы Ново Нордикс для текстильной промышленности / А. Николов // Текстильная химия. – 1998. – № 2 – С. 65-67.
5. Соколов Л. Е. Умягчающая отделка суконных тканей / Л. Е. Соколов, Н. Н. Ясинская // Современные технологии и оборудование текстильной промышленности : сб. тезисов Международной научно-технической конференции (Текстиль – 2012). – Москва, 2012.

Статья поступила в редакцию 19.02.2013.

SUMMARY

Raising of quality of coating wool and semi-wool fabrics was studied in this article. A new biotechnological method for softening treatment for coating wool fabrics is developed. It allows to increase the efficiency of treatment operations.

УДК 658 (476)

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ЗВЕНЬЕВ ЦЕПОЧЕК СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ

А.А. Быков, Т.Г. Авдеева, А.Е. Зезюлькина

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Стратегический анализ в менеджменте зародился в конце 1960-х годов и первоначально применялся для оценки и планирования направлений деятельности диверсифицированных компаний. Одним из основоположников стратегического анализа называют И. Ансоффа, предложившего методику выбора портфельных стратегий. Позднее инструментарий стратегического анализа был дополнен методами кратко- и долгосрочного прогнозирования, анализа внешней и внутренней среды организаций, выбора стратегий развития. В настоящее время, в условиях доминирования в мировом бизнесе таких сложных структур, как транснациональные корпорации и глобальные производственные сети, все большую популярность приобретает концепция цепочек создания стоимости (ЦСС), в наибольшей степени соответствующая условиям деятельности предприятий в глобальной экономической среде. Применение данной концепции в отраслях белорусской промышленности требует некоторой ее адаптации к реалиям национальной экономики, а также – разработки новых специализированных методов стратегического анализа.

Управление цепочками создания стоимости (value chain management) представляет собой концепцию анализа и планирования материальных и финансовых потоков в сложных пространственно распределенных хозяйственных системах. Объектом управления в данном случае выступает замкнутый бизнес-процесс производства конечной продукции, охватывающий стадии обеспечения предприятий-производителей материально-сырьевыми ресурсами, собственно производства и доведения конечной продукции до потребителей. Подавляющее большинство экономических субъектов специализируется на определенных стадиях производства конечной продукции, ее распределения, а также поставки сырья и материалов, поэтому замкнутый бизнес-процесс охватывает, как правило, группу юридически и финансово самостоятельных субъектов.

Решения, разрабатываемые и реализуемые в процессе управления цепочками создания стоимости, должны быть актуальны, по меньшей мере, на двух уровнях: уровне отдельного предприятия как национального субъекта ЦСС, а также на региональном уровне. Примерами типичных решений в данной сфере могут быть: выбор решения о собственном производстве либо работы в качестве субподрядчика на давальческом сырье; поиск субподрядчиков среди отечественных и зарубежных компаний; выделение определенных бизнес-процессов и их перенос в другие регионы страны или мира; принятие решений о создании и размещении новых предприятий, специализирующихся на определенных стадиях технологического процесса; создание распределительных сетей и сетей послепродажного обслуживания; создание специализированных отраслевых логистических систем. Ощутимого успеха в управлении стоимостными цепочками достигли китайские компании, сумевшие в посткризисный период сформировать мощные производственно-распределительные сети в различных отраслях и потеснить более именитых конкурентов на мировых рынках. Китайский опыт пока что мало описан в отечественной экономической литературе и заслуживает подробного изучения, но уже сейчас очевидно, что

конкурентоспособность китайской продукции определяется не только дешевым трудом. Не меньшую, а может быть и ключевую роль в успехе китайских компаний играет их внимание к планированию и формированию замкнутых воспроизводственных процессов, позволяющих контролировать все этапы создания конечной продукции и возобновления затраченных факторов производства.

Исходя из особенностей концепции цепочек создания стоимости в процессе стратегического анализа предприятий как звеньев ЦСС решаются следующие задачи:

- оценка и прогнозирование финансового состояния предприятия;
- оценка вклада предприятия – звена ЦСС – в развитие региона своего базирования и макроэкономической системы в целом;
- выбор рекомендаций на основании результатов диагностики по стратегическому развитию стоимостной цепочки и отдельных ее звеньев.

Обоснование критериев диагностики предприятий как звеньев ЦСС

Первым шагом к эффективному управлению стоимостными цепочками является обоснование критериев диагностики и принятия решений. Традиционно в качестве важнейших индикаторов эффективности предприятий используются показатели прибыли и рентабельности, но в данном случае их применение не в полной мере способно учесть интересы всех субъектов, связанных с функционированием ЦСС. Ввиду пространственной распределенности последних необходимо учесть эффекты функционирования ЦСС на региональном уровне.

Выбрав в качестве объекта настоящего исследования отрасль легкой промышленности Беларуси, включающую предприятия текстильного, трикотажного, швейного и кожевенно-обувного производства, рассмотрим типичный для отрасли пример. Фирма, специализирующаяся на производстве мягких игрушек, которое отличается высокой трудоемкостью, столкнулась с проблемой снижения прибыли вследствие роста затрат на оплату труда. Первоначально производственные мощности компании располагались в Минске, и предприятие вынуждено было поддерживать размер оплаты труда на уровне, сопоставимом с аналогичными предприятиями в городе. Впоследствии производство было перенесено в пригород, где заработки значительно ниже минских, и это позволило на какое-то время увеличить прибыль. Далее, для поддержания высокой конкурентоспособности по цене, было принято решение о сотрудничестве с китайскими фирмами-субподрядчиками, которым передавалось выполнение производственных заказов. Белорусская компания оставила за собой только функции разработки и дизайна, финансов, распределения продукции в торговые сети. Через какое-то время бренд стал менее узнаваем среди аналогичных товаров китайского производства, компания потеряла значительную долю рынка.

Наряду с описанным примером, конечно же, известны случаи успешного перемещения производственных мощностей в страны с более дешевыми факторами производства, такая стратегия в той или иной степени свойственна наиболее известным европейским и американским производителям одежды. Успех в данном случае тем более вероятен, чем более узнаваем данный бренд и чем сильнее компания–владелец бренда в финансовом отношении. Немаловажную роль в получении владельцем торговой марки прибыли после организации производства на принципах субподряда также играет организация долгосрочного сотрудничества с крупными торговыми сетями, обеспечивающими продвижение товаров к потребителю [1, с. 615].

Но даже если такая виртуальная компания контролирует производителей-субподрядчиков, и ее владелец получает прибыль, отказ от производства в регионе базирования компании влечет за собой определенные потери местного сообщества и общества в целом – это снижение налоговых поступлений, снижение доходов населения, снижение чистого экспорта. Перечисленные факторы должны быть учтены

при диагностике предприятия как элемента пространственно распределенной ЦСС. Это позволило бы выработать решения, отвечающие не только интересам владельца бизнеса, но также его работников, местного сообщества и общества в целом.

Рассматривая возможные показатели, характеризующие развитие отраслей экономики, в том числе легкой промышленности, большинство исследователей упоминают критерий добавленной стоимости. В частности, профессор Бруклинского колледжа К. Арнольд по результатам анализа стратегий производителей одежды в азиатских странах делает вывод о том, что успеху в долгосрочном развитии предприятий отрасли способствует отказ руководителей предприятий от высоких прибылей, акцентирование внимания на росте добавленной стоимости [1, с. 616, 618]. Данный вывод подтвержден результатами исследований деятельности большого массива фирм (465 итальянских, 4165 французских, 873 норвежских, 5729 канадских) за 1993 – 1998 гг., в результате которых установлено, что в большинстве случаев не наблюдается ни увеличения их прибыльности, ни роста рентабельности. Вместе с тем отмечается рост производительности, рыночной доли, конкурентоспособности и цены фирмы [2]. Схожие выводы делает американский экономист К. Сно, сопоставляя целевые приоритеты крупных японских и американских компаний: максимизация добавленной стоимости позволила японским компаниям увеличить инвестиции в новое оборудование и научные разработки, что привело к увеличению конкурентоспособности предприятий в долгосрочной перспективе. Практика показала, что когда фирма, максимизирующая прибыль, вступает в прямую конкуренцию с фирмой, максимизирующей добавленную стоимость, ее шансы невелики [3, с. 39].

Российские экономисты С. Губанов и А. Грачев также утверждают, что «...максимизация добавленной стоимости открывает куда больший простор для развития производительных сил, чем максимизация прибыли, поскольку предполагает также неуклонное увеличение заработной платы, ... и эффективности воспроизводства: трудовой, организационно-структурной, технологической, продуктовой» [4]; «...добавленная стоимость выступает как важнейший оценочный показатель предприятия...» [5, с. 111] и «...оказывает решающее влияние на его платежеспособность и финансовую устойчивость...» [5, с. 117]. Важность максимизации валовой добавленной стоимости как важнейшего целевого критерия развития белорусской промышленности подчеркивается в работе И. Телеша [6].

В противовес высказанным мнениям следует заметить, что саму величину добавленной стоимости достаточно сложно использовать в качестве критерия диагностики и мониторинга предприятий. Трудности возникают, в частности, с поиском нормативного размера добавленной стоимости, по которому все предприятия можно было бы делить на успешные и проблемные. Для устранения данного недостатка могут быть использованы относительные показатели, построенные на основе добавленной стоимости. Так, И. Телеш предлагает оценивать отрасли экономики по размеру добавленной стоимости в расчете на одного занятого [6, с. 25], но применимость данного показателя на уровне предприятий не рассматривалась.

Использование критерия добавленной стоимости в качестве единственного диагностического признака предприятий оставляет вне рассмотрения ряд прочих характеристик, определяющих финансовый успех бизнеса в ближайшей и долгосрочной перспективе. В частности, высокий размер добавленной стоимости не исключает убыточности, которая, в свою очередь, создает предпосылки для неплатежеспособности компании. В диагностических целях важно разделять предприятия исследуемой выборки на прибыльные и убыточные, поскольку наличие убытков относится к основным признакам кризиса на предприятии.

Важной характеристикой субъектов экспортноориентированной экономики является их деление на импортеров и экспортеров. Использование критериев прибыли и добавленной стоимости не дает такого деления. Приоритет в развитии в условиях малой открытой экономики Беларуси должен оставаться за экспортерами. Оценочным критерием по данному признаку может выступать величина чистого экспорта, или внешнеторгового сальдо предприятия, определяемая как разница между экспортом и импортом.

Применяемые на практике способы обеспечения роста чистого экспорта во многом совпадают с традиционными методами роста эффективности производства, прибыли и добавленной стоимости – это снижение материало- и энергоемкости продукции, увеличение выпуска наукоемкой продукции, производство брендовых товаров. Существуют также методы, которые могут увеличивать чистый экспорт без роста прибыли, которые не обязательно характеризуются высокой коммерческой эффективностью. К ним относятся, к примеру, ориентация на использование местного сырья для производства экспортируемых товаров – в легкой промышленности таким сырьем является льноволокно, синтетические ткани и материалы, кожевенное сырье.

На основе рассмотрения перечня целевых показателей, используемых руководством концерна Беллегпром для анализа и планирования деятельности подотчетных предприятий (следовательно – доступных для оценки), а также с учетом проведенных выше рассуждений, нами были выбраны три показателя для использования в качестве критериев диагностики:

- **ЧП** – величина чистой прибыли предприятия за год, руб.;
- **ФОТ** – годовой размер фонда оплаты труда, руб.;
- **ЧЭ** – чистый экспорт (сальдо внешней торговли), долл.

С одной стороны, эти показатели наиболее просты, доступны и не требуют дополнительного сбора информации, а с другой стороны – разносторонне характеризуют деятельность предприятия как элемента ЦСС. Следует пояснить некоторые детали, также повлиявшие на выбор данных показателей:

- показатель чистой прибыли наилучшим образом позволяет разграничить рентабельные и убыточные предприятия, в отличие, скажем, от показателей прибыли от реализации и прибыли отчетного периода; последние показатели не учитывают доходы и затраты от неосновного вида деятельности (например, курсовые разницы, проценты по кредитам), которые в условиях макроэкономической нестабильности могут быть сопоставимы с основными статьями производственных затрат;

- сумма показателей прибыли и фонда оплаты труда формируют основу для расчета чистой добавленной стоимости, величина которой, в свою очередь, характеризует стратегические перспективы предприятия, а также его вклад в развитие экономики региона;

- величина чистого экспорта характеризует вклад предприятия в увеличение такого важнейшего макроэкономического показателя, как сальдо внешней торговли. Приоритет в поддержке и развитии должен устанавливаться для ЦСС с максимальным значением чистого экспорта. И наоборот, расширение деятельности высокорентабельных компаний–импортеров не в полной мере способствует достижению макроэкономических целей государства.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАНЖИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КОНЦЕРНА БЕЛЛЕГПРОМ

Рассмотренные показатели использованы для ранжирования предприятий легкой промышленности, подчиненных концерну Беллегпром. При этом нами ставились цели определения наиболее значимых предприятий отрасли, которые займут первые строчки рейтинга, а также апробации предложенных критериев диагностики. Выбор критериев можно признать корректным, если сформированный с их помощью рейтинг

предприятий-производителей соответствует реальным представлениям покупателей о качестве выпускаемой ими продукции, рыночной доле, популярности торговой марки, и полученная оценка при этом является устойчивой во времени.

Для апробации трех выбранных критериев диагностики использовалась выборка из 88 производственных предприятий концерна Беллегпром, предоставивших данные за 2010 г. Формирование общего рейтинга проведено в несколько этапов:

1. На первом этапе сформированы три рейтинга по каждому из трех оценочных критериев, наименьшее число баллов получает фирма с самым высоким значением каждого показателя в выборке.

2. По каждому предприятию суммируются баллы, характеризующие рейтинг по каждому показателю. Общее число баллов делится на 3.

3. Определяется рейтинг по общему числу баллов. Наивысший рейтинг у предприятий, получивших наименьшее количество баллов.

В таблице 1 показаны 20 первых в сформированном рейтинге предприятий концерна Беллегпром из общего числа предприятий.

Таблица 1 – Топ-20 предприятий концерна Беллегпром по совокупности абсолютных показателей, по данным 2010 г.

| Место в рейтинге | Наименование предприятия | <i>ЧП</i> , млн. руб. | <i>ФОТ</i> , млн. руб. | <i>ЧЭ</i> , тыс. долл. |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | СП ЗАО "МИЛАВИЦА" | 23706 | 2812 | 30029 |
| 2 | ОАО "Світанак", г. Жодино | 12241 | 3092 | 15214 |
| 3 | ОАО "Моготекс" | 8781 | 2543 | 25414 |
| 4 | ОАО "Элема" | 9681 | 1808 | 7429 |
| 5 | СООО "Марко" | 32510 | 1928 | 3684 |
| 6 | ОАО "Витебские ковры" | 7930 | 1344 | 8336 |
| 7 | ОАО "Коминтерн" | 5658 | 1231 | 4575 |
| 8 | ОАО "Полесье" | 1091 | 2472 | 16654 |
| 9 | ОАО "Славянка" | 3246 | 1189 | 9854 |
| 10 | ОАО "Лента", г. Могилев | 4270 | 1167 | 7201 |
| 11 | ОАО "Белфа", г. Жлобин | 2837 | 1333 | 6690 |
| 12 | ЗАО СП "Отико" | 5836 | 815 | 3521 |
| 13 | ЗАО "Добрушский фарфоровый завод" | 3787 | 1172 | 3314 |
| 14 | ОАО "Слонимская КПФ" | 2806 | 867 | 5210 |
| 15 | ОАО "8 Марта" | 5014 | 1547 | 1372 |
| 16 | ОАО "Купалинка", г. Солигорск | 3875 | 1211 | 1473 |
| 17 | ОАО "Брестский чулочный комбинат" | 5338 | 1441 | 839 |
| 18 | ОАО "Красный Октябрь" | 9648 | 797 | 1153 |
| 19 | ЗАО "СИВЕЛЬГА" | 6263 | 812 | 1113 |
| 20 | РУПТП "Оршанский льнокомбинат" | -784 | 3946 | 23150 |

Как видно, перечисленные предприятия в основном представляют наиболее узнаваемые на рынке Республики Беларусь торговые марки – Милавица, Элема, Марко, Коминтерн и др. Полученные в результате ранжирования оценки можно назвать устойчивыми, поскольку большинство компаний, занявших первые позиции в рейтинге по состоянию на 2010 г., и через два года сохранили свое присутствие на рынке и занимали лидирующие позиции.

Ранжирование проводилось на основе абсолютных показателей прибыли, размеров оплаты труда и чистого экспорта, поэтому лидирующие позиции в рейтинге заняли крупнейшие предприятия отрасли, но не значит, что наиболее эффективные и продуктивные. Чтобы выявить лидеров отрасли по эффективности использования

ресурсов, без учета размера предприятий, проведем их ранжирование согласно представленной выше методике. В таблице 2 показаны лидирующие предприятия отрасли, ранжированные по совокупности относительных показателей. При ранжировании трем ранее выбранным оценочным критериям были поставлены в соответствие следующие относительные показатели:

- размеру чистой прибыли (**ЧП**) – рентабельность произведенной продукции (**РП**), %;
- величине фонда оплаты труда (**ФОТ**) – среднемесячный размер зарплаты на одного работника (**ЗП**), долл./мес.;
- сумме чистого экспорта (**ЧЭ**) – показатель импортоемкости экспортируемой продукции, рассчитываемый как процентное отношение объема импорта предприятия к объему экспорта в исследуемом периоде (**ИЕ**), %. Критерий, обратный **ИЕ**, можно назвать продуктивностью экспорта – он характеризует экспортную выручку, полученную в расчете на 1 доллар затрат на импортируемое сырье, материалы, комплектующие.

В процессе ранжирования наивысший ранг получают предприятия с максимальными показателями **ЧП** и **ЗП**, и с минимальными показателями **ИЕ**.

Таблица 2 – Топ-20 предприятий концерна Беллегпром по совокупности относительных показателей, по данным 2010 г.¹

| Место в рейтинге | Наименование предприятия | РП , % | ЗП , \$/мес. | ИЕ , % |
|------------------|---------------------------------------|---------------|---------------------|---------------|
| 1 | ЗАО "Несвиж-Лен" | 76 | 387 | 0 |
| 2 | СП "ГАТОВО-ТЕННЕРИ" ООО | 20 | 477 | 8 |
| 3 | ЗАО СП "Отико" | 26 | 476 | 45 |
| 4 | РУП "Гродненское ПКО" | 17 | 448 | 6 |
| 5 | СП ЗАО "МИЛАВИЦА" | 21 | 582 | 50 |
| 6 | ОАО "Світанак", г. Жодино | 21 | 380 | 33 |
| 7 | ОАО "Элема" | 23 | 427 | 67 |
| 8 | ЗАО "СИВЕЛЬГА" | 21 | 403 | 72 |
| 9 | СООО "Марко" | 30 | 405 | 89 |
| 10 | ОАО "Белфа", г. Жлобин | 11 | 348 | 32 |
| 11 | ОАО "8 Марта" | 19 | 371 | 68 |
| 12 | ОАО "Коминтерн" | 21 | 317 | 66 |
| 13 | ОАО "Лента", г. Могилев | 14 | 316 | 40 |
| 14 | ОАО "Смиловичская вал.-войл. фабрика" | 10 | 376 | 52 |
| 15 | ИП "Актив Шуз" | 10 | 376 | 55 |
| 16 | ОАО "Витебский КШТ" | 6 | 349 | 29 |
| 17 | ОАО "ЭКТЬ" | 22 | 390 | 148 |
| 17 | ЗАО "Добрушский фарфоровый завод" | 13 | 322 | 57 |
| 19 | ОАО "Центр Моды" | 17 | 331 | 73 |
| 20 | ОАО "Витебские ковры" | 12 | 364 | 68 |

В результате сопоставления рейтингов, рассчитанных на основе абсолютных (табл. 1) и относительных (табл. 2) показателей, сделаны следующие выводы:

1. Некоторые крупнейшие предприятия отрасли занимают лидирующие позиции в двух рейтингах. Эти предприятия выделены в таблице 2. Отмеченные относительно крупные компании демонстрируют высокую эффективность использования ресурсов, что свидетельствует о достижении ими конкурентного преимущества в долгосрочном периоде. Следовательно, размер компании не является препятствием к достижению

¹ Выделены предприятия, одновременно присутствующие в рейтинге в таблице 1.

высокой эффективности в данной отрасли, а, возможно, наоборот способствует росту конкурентоспособности. Также вполне вероятно, что крупные компании в силу своего значительного финансового, технического и маркетингового потенциала могут целиком контролировать цепочку создания стоимости конечной продукции, что позволяет им достигать преимущества в конкурентоспособности и эффективности.

2. Верхние позиции в таблице 2 занимают относительно небольшие фирмы, специализирующиеся на экспорте сырья и продуктах его первичной переработки: ЗАО «Несвиж-Лен» экспортирует льноволокно и рапсовое масло; СП «Гатово-Теннери» и РУП «Гродненское ПКО» экспортирует натуральную кожу. Среднесписочная численность персонала отмеченных предприятий в 2010 г. составила, соответственно, 29, 36 и 290 чел., на обувном предприятии Марко, для сравнения, занято более 1500 чел. Вполне очевидно, что производственные мощности наиболее эффективных белорусских компаний, производящих сырье для кожевенно-обувной промышленности, ориентированы на экспорт полуфабрикатов и не в состоянии удовлетворить спрос на свою продукцию на внутреннем рынке. Более крупные производители промежуточной продукции: Оршанский льнокомбинат, Минское производственное кожевенное объединение – находятся в кризисном состоянии и работают с убытками. Их убыточность не всегда обусловлена неблагоприятной рыночной ситуацией.

К примеру, расположенное в пос. Гатово под Минском Минское ПКО было оснащено самым современным для своего времени технологическим оборудованием, но к настоящему времени находится в предбанкротном состоянии. Проведенная на предприятии департаментом финансовых расследований КГК проверка вскрыла факты злоупотреблений менеджмента: на мощностях данного предприятия было организовано несколько СП, которые экспортировали полуфабрикаты, сырье также закупалось через посредников [7].

Приведенный пример характеризует такое явление, как разрыв в цепочке создания стоимости между производителями конечной продукции и производителями сырья и материалов. Предприятия, выпускающие конечную продукцию (в данном случае – обувь), ввиду отсутствия собственной сырьевой базы закупают материалы и компоненты за рубежом. В результате в 2010 г. ряд крупнейших производителей обуви сработали с отрицательным внешнеторговым сальдо: Белвест – минус 17 млн. долл., Белкельме – минус 0,85 млн. долл. Проблема необходимости обеспечения производителей обуви отечественным сырьем была озвучена Президентом на совещании по вопросам кожевенной и обувной промышленности 8 ноября 2012 г. В качестве варианта решения проблемы рассматривалось строительство в Беларуси крупного кожевенного завода, способного обеспечить сырьем предприятия Марко и Белвест [8].

МАТРИЧНЫЙ МЕТОД СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ЗВЕНЬЕВ ЦСС

В практике стратегического менеджмента положительно зарекомендовали себя матричные методы, совмещающие стратегический анализ с выработкой рекомендаций по выбору стратегий развития бизнеса или достижения конкурентного преимущества. Широко известны такие матричные методы, как матрица Портера (описывает выбор конкурентной стратегии), матрицы БГК и МакКинси (выбор продуктовой стратегии во взаимосвязи с жизненным циклом товара), SWOT- и SPACE-анализ (выбор стратегии развития бизнеса) и др. Преимущество матричных методов в сравнении с более сложными количественными методами обоснования решений – в их простоте, визуальном представлении информации, четкой логике обоснования решений.

Ниже представлен матричный метод, позволяющий осуществлять предварительный выбор стратегии развития предприятия как звена ЦСС, на основе

результатов диагностики с применением выбранных ранее критериев. Для оценки выбраны два критерия – величина чистой прибыли (*ЧП*), в млн. руб. (по горизонтали) и размер чистого экспорта (*ЧЭ*), в тыс. долл. (по вертикали), каждый из которых может принимать положительное или отрицательное значение. В результате формируется матрица из четырех квадрантов, каждому из которых ставится в соответствие определенная стратегия развития предприятий (рис. 1).

| | | | |
|----------------|-----|-------------------------------|---|
| | | Чистая прибыль | |
| | | (-) | (+) |
| чистый экспорт | (+) | 1 Модернизация | 2 Стремление к контролю ЦСС |
| | (-) | 3 Антикризисное управление | 4 Импортозамещение сырья и компонентов |

Рисунок 1 – Матрица выбора стратегий предприятий как звеньев ЦСС

Квадрант 1 матрицы объединяет предприятия, работающие с убытками, но имеющими положительное сальдо внешней торговли. Как правило, в данную группу попадают предприятия, выпускающие экспортно-ориентированную продукцию, пользующуюся спросом на внешних рынках, но терпящие убытки вследствие недостаточного покрытия постоянных затрат маржинальной прибылью. Внутренний рынок слишком мал для удовлетворения спроса, производственная мощность предприятий позволяет производить больше продукции, но вследствие невысокого ее качества спрос на зарубежных рынках ограничен. Предварительный анализ показал, что в данный квадрант попадают производители промежуточной продукции, стоящие в начале цепочек создания стоимости. Требования к ее качеству и цене определяют производители конечной продукции. Банкротство таких предприятий, особенно крупных, не только привело бы к негативным социальным последствиям, но также лишило бы белорусских представителей швейной, трикотажной и обувной отраслей отечественного сырья и комплектующих, а также сократило бы объем экспортных поступлений в экономику.

Рекомендуемая стратегия для квадранта 1 – **технологическая модернизация**. В результате переоснащения предприятий современным технологическим оборудованием качество продукции будет соответствовать мировым стандартам, возрастут объемы экспорта, что позволит выйти на уровень безубыточности. Кроме того, выпускаемая промежуточная продукция заместит импортируемое белорусскими производителями конечной продукции сырье и компоненты. В данном случае произойдет встраивание модернизированных производств в цепочки создания стоимости, контролируемые отечественными производителями конечной продукции, и будет достигнут дополнительный эффект от модернизации в виде роста совокупной добавленной стоимости, произведенной внутри ЦСС. Подтверждением практической целесообразности выбора данной стратегии для квадранта 1 служат реализуемые или планируемые проекты технологической модернизации: в частности, подобный проект сейчас реализуется на Оршанском льнокомбинате.

Квадрант 2 включает предприятия, демонстрирующие чистую прибыль и положительное внешнеторговое сальдо. Наиболее крупные из них являются лидерами в отрасли и отличаются высокой конкурентоспособностью. Приоритетами развития таких компаний как субъектов экономики являются упрочнение позиций на рынке, увеличение объемов продаж, поддержание высокой эффективности использования ресурсов, технологическое лидерство и позиционирование себя в сегментах брендовой одежды и обуви. Немаловажным также является решение лидирующими компаниями отрасли задач, относящихся к приоритетам регионов их базирования, а также национальной экономики – увеличения налоговых поступлений в бюджет, поддержание занятости и высокого уровня доходов персонала, рост валютной выручки.

Достижению данных приоритетов способствовало бы установление контроля над ключевыми элементами цепочки создания стоимости, включая каналы распределения продукции, поставщиков сырья, материалов и комплектующих. Это позволит снизить неопределенность внешнего окружения, аккумулировать доходы для последующих инвестиций в результате согласованной ценовой политики внутри ЦСС, согласованно осуществлять исследования и разработки, ассортиментную политику, что ускорит выход на рынок новых продуктов. Рекомендуемая стратегия для данной группы предприятий – **стремление к контролю над цепочкой создания стоимости**.

В **квадранте 3** позиционированы убыточные предприятия, имеющие отрицательное сальдо внешней торговли. Это наиболее проблемные компании, находящиеся в состоянии экономического кризиса. Поддержание их функционирования за счет средств государства или деловых партнеров не в полной мере способствует решению макроэкономических задач, в частности, росту внешнеторгового сальдо. Предлагается применять к данной группе предприятий стандартные процедуры антикризисного управления. На первом этапе возможно использовать практику присоединения убыточных предприятий к более крупным предприятиям-донорам. В случаях, когда такие действия будут признаны нецелесообразными либо не дадут должного эффекта, следует руководствоваться нормами действующего законодательства в сфере экономической несостоятельности: на первом этапе проводить досудебное оздоровление предприятия, далее, в случае неудачи, – его санацию или ликвидацию [9]. Рекомендуемая стратегия – **антикризисное управление**.

В **квадранте 4** находятся прибыльные, но имеющие отрицательное сальдо внешней торговли предприятия. Это, как правило, импортозамещающие производства, продукция которых в основном реализуется на внутреннем рынке; в производственном процессе может использоваться достаточно современная технология. Сырье, материалы и компоненты для выпуска конечной продукции этими предприятиями импортируются. Рост прибыли таких предприятий, достигаемый вследствие увеличения объемов продаж на внутреннем рынке, будет сопровождаться увеличением импорта, что не в полной мере отвечает задачам развития отраслей в экспортно-ориентированной экономике. Приоритетными целями для данной группы предприятий является увеличение сбыта на зарубежных рынках. В свою очередь, задачей концерна Беллегпром становится создание в республике современных производств сырья и компонентов, используемых белорусскими производителями конечной продукции. При замещении импортируемых компонентов отечественными цепочка создания стоимости расширится, охватив начальные этапы технологического процесса, что приведет к росту общей добавленной стоимости и чистого экспорта. Таким образом, рекомендуемой стратегией в управлении стоимостными цепочками с участием предприятий в квадранте 4 является **импортозамещение сырья и компонентов**.

На основании показателей чистой прибыли и чистого экспорта, рассчитанных для 88 предприятий концерна Беллегпром по состоянию на 2010 г., была построена матрица выбора стратегий предприятий как звеньев ЦСС (рис. 2). Точками на рисунке обозначены крупнейшие предприятия отрасли.

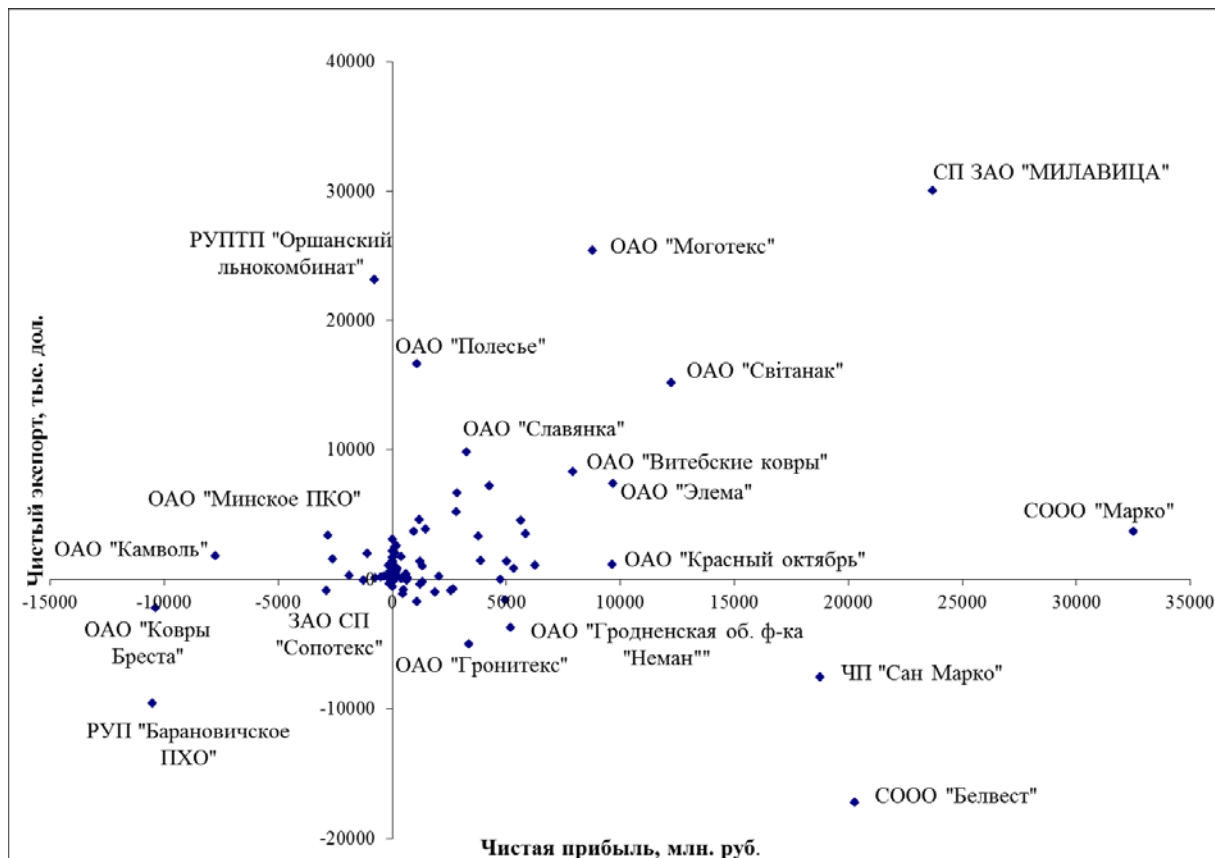


Рисунок 2 – Матрица выбора стратегий предприятий концерна Беллегпром

ВЫВОДЫ

Разработка и апробация инструментария стратегического анализа предприятий легкой промышленности в целом показала применимость основных положений концепции стоимостных цепочек в управлении данной отраслью. Многие предприятия концерна Беллегпром находятся в кризисном состоянии, о том же свидетельствует длительное снижение доли отрасли в общем объеме промышленного производства. Традиционно используемый в Беларуси инструментарий антикризисного управления ориентирован на исследование обособленных предприятий, что заранее ограничивает выбор мер противодействия кризису доступным для субъекта хозяйствования арсеналом средств. Отличительной особенностью концепции ЦСС является ориентация не столько на сами предприятия, сколько на взаимосвязи между ними, что является характеристикой системного подхода к управлению.

Проведенное исследование показало, что наиболее действенными решениями по развитию существующих ЦСС могут стать проекты модернизации действующих предприятий и создания новых в определенных звеньях стоимостных цепочек, нацеленное на формирование замкнутых технологических процессов в отрасли. Такие решения способны обеспечить долгосрочную устойчивость и конкурентоспособность хозяйственных систем. Реализуемые и планируемые белорусским правительством проекты по модернизации отрасли подтверждают справедливость данного вывода.

Другой особенностью применяемого подхода является исследование предприятий во взаимосвязи с экономикой региона и макроэкономической системы в целом.

Рациональные решения в стоимостных цепочках должны совмещать в себе коммерческий и макроэкономический эффекты. В случае, если интересы какой-либо из сторон не учтены и ЦСС негативно влияет на входящие в нее предприятия либо регион их базирования, закладываются предпосылки будущих кризисов на микро- либо макроуровнях экономики.

Список использованных источников

1. Arnold, C. E. Where the Low Road and the High Road Meet: Flexible Employment in Global Value Chains // *Journal of Contemporary Asia*. – 2010. – Vol. 40, No. 4. – P. 612–637.
2. Чулок, А. А. Анализ показателей эффективности инноваций на микро- и макроуровне [Электрон. ресурс] — *Инновации* — 2004. — №5. — Режим доступа: <http://mag.innov.ru/>.
3. Сно, К. К. *Управленческая экономика* / К. К. Сно. – Москва : Инфра-М, 2000. — 671 с.
4. Губанов, С. Теория воспроизводства: новые данные / С. Губанов // *Экономист*. — 2006. — № 1. — С. 26 — 37.
5. Грачёв, А. В. *Анализ и управление финансовой устойчивостью предприятия : учебно-практическое пособие* / А. В. Грачёв. – Москва : Издательство Финпресс, 2002. — 208 с.
6. Телеш, И. Л. Прогнозирование валовой добавленной стоимости в промышленности Республики Беларусь / И. Л. Телеш // *Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь*. – 2012. – № 10. – С. 24 – 30.
7. Почему кожевенный завод в поселке Гатово пришел в упадок? – Электрон. ресурс. – Режим доступа : <http://news.tut.by/economics/155957.html>. Дата доступа : 23.12.2009 г.
8. Завод по переработке кожевенного сырья в Витебске построят с привлечением иностранного инвестора – Электрон. ресурс. – Режим доступа: <http://www.interfax.by/news/belarus/121174>. Дата доступа : 29.11.2012 г.
9. Об экономической несостоятельности (банкротстве). Закон Республики Беларусь от 13.07.2012 N 415-З // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 19 июля 2012 г. N 2/1967

Статья поступила в редакцию 14.02.2013.

SUMMARY

The criteria and techniques for diagnostics and strategic decision-making have been worked out and approved on 88 firms of Bellegprom concern. They are based on fundamentals of the value chain concept. Ranking of enterprises belonging to the concern by three utter factors as net profits, salaries and net exports has been provided; then ranking by three compliant relational indexes has been provided. As a result the breakdowns in apparel value chains between raw material producers and final goods producers have been revealed. The matrix method has been developed and approved, which allows choosing one of four strategies for the company: modernization, urge towards control on value chain, crisis-proof management, displacement of imported raw materials and components.

ЗНАЧЕНИЕ И МЕХАНИЗМ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В ПОТРЕБИТЕЛЬСКУЮ КООПЕРАЦИЮ

А.В. Герасенко

ВВЕДЕНИЕ

При рассмотрении современных экономических условий невозможно не заметить финансово-экономические проблемы в развитии хозяйствующих субъектов любой организационно-правовой формы. Одной из составляющих этих проблем являются инвестиционные операции и инвестиционная деятельность. В таких условиях организации вынуждены искать направления высокоэффективного вложения собственных денежных средств и привлекать инвесторов для финансирования низкорискованных вариантов капиталовложений.

Цель исследования – теоретическое обоснование и разработка механизма привлечения прямых иностранных инвестиций в потребительскую кооперацию.

В соответствии с целью поставлены следующие задачи:

1. Раскрыть сущность и значение иностранных инвестиций, в том числе прямых, для Белкоопсоюза.
2. Определить наиболее выгодный вариант привлечения прямых иностранных инвестиций.
4. Выявить факторы, сдерживающие привлечение прямых иностранных инвестиций.
3. Разработать механизм привлечения прямых иностранных инвестиций.

Механизм привлечения прямых иностранных инвестиций подробно изучен такими российскими учеными, как Аксенов Д.Б., Борисов И.Б., Володина Т.В., Колбин У.В., Пак А.Г., Тарабцев А.Г., в свою очередь белорусскими авторами данной проблематике достаточного внимания уделено не было. Тем более актуальной становится данное исследование для потребительской кооперации, поскольку если в Республику Беларусь прямые иностранные инвестиции привлекались и в значительных объемах, то в систему потребительской кооперации привлечены не были.

Белорусский республиканский союз потребительских обществ (Белкоопсоюз) ежегодно разрабатывает и утверждает инвестиционную программу, отраслевые программы развития материально-технической базы, участвует в реализации Государственных программ.

Однако в настоящее время в инвестиционной сфере Белкоопсоюза имеется серьезная проблема – отсутствие реальных источников финансирования инвестиций.

За период с 2004 по 2011 годы на развитие материально-технической базы потребительской кооперации направлено 1438 млрд. руб. В 2001 году освоено 23,4 млрд.руб. инвестиций, а в 2011 – 354,0 млрд. руб. Таким образом, рост инвестиций в 2011 году к 2001 году составил 15,1 раза.

В то же время, вложение инвестиций в предыдущие годы осуществлялось за счет собственных средств и кредитов банка, что негативно отразилось на финансовом состоянии системы.

Отвлечение собственных средств из оборота на капитальные вложения привело к тому, что подведомственные организации полностью утратили собственные оборотные средства, наличие которых в большинстве организаций характеризуется отрицательной величиной, а также к отсутствию залогового обеспечения для получения кредитов.

Средства республиканского и местного бюджетов кооперативным организациям выделяются в недостаточном количестве, и их доля в общем объеме инвестиций Белкоопсоюза незначительна.

В данных условиях, когда Белкоопсоюз не располагает в достаточном количестве собственными источниками финансирования проектов, особое значение придается привлечению внешних инвестиций и в первую очередь – прямых иностранных инвестиций.

В соответствии с Инвестиционным кодексом Республики Беларусь под иностранными инвестициями понимаются инвестиции, вкладываемые иностранными инвесторами в объекты предпринимательской и других видов деятельности в целях получения дохода [1].

Прямые иностранные инвестиции представляют собой совокупность иностранных инвестиционных вложений прямых инвесторов в денежной и вещественной форме, дающих право на частичное либо полное участие в управлении совместным или иностранным предприятием.

Иностранцами инвесторами в Республике Беларусь признаются: иностранные государства; международные организации; иностранные юридические лица; иностранные организации, не являющиеся юридическими лицами, созданные в соответствии с законодательством иностранных государств; иностранные граждане; физические лица, постоянно проживающие за пределами Республики Беларусь.

Инвестиционная деятельность в Республике Беларусь осуществляется в следующих формах:

- создание юридического лица;
- приобретение имущества или имущественных прав, а именно: доли в уставном фонде юридического лица; недвижимости; ценных бумаг; прав на объекты интеллектуальной собственности; концессий; оборудования; других основных средств.

Иностранные инвесторы вправе создавать на территории Республики Беларусь юридические лица Республики Беларусь с любым объемом иностранных инвестиций и в любых организационно-правовых формах.

ЗНАЧЕНИЕ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И СИСТЕМЫ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ

Прямые инвестиции чрезвычайно выгодны, поскольку они служат катализатором развития бизнеса, поддерживают инновации, причем не только в сфере производства товаров и услуг, но и в отношении новых моделей развития бизнеса, способствуют выходу предприятий на новые рынки, переходу на международный уровень качества производства, использованию современных технологий управления.

В настоящее время в республике прямые иностранные инвестиции осуществляются в основном путем долевого участия в капитале местных предприятий, создания новых, расширения существующих филиалов, предприятий, предоставления долгосрочных займов на установление и поддержание длительных экономических связей.

Наиболее экономически выгодными для сотрудничества сторон являются совместные предприятия, которые имеют следующие преимущества: доступ к новым технологиям, рынкам сбыта; возможность разделения высокой стоимости проекта между его участниками; перемещение некоторой доли риска на партнера-инвестора; сочетание опыта иностранного инвестора с накопленным местным. В свою очередь для зарубежных партнеров совместные предприятия – это рост загрузки собственных предприятий, повышение конкурентоспособности, дополнительная прибыль.

Преимуществами привлечения иностранных инвестиций для системы потребительской кооперации являются: ввоз нового производственно-

технологического оборудования, сырья и материалов; привлечение передовых и высоких технологий, управленческого опыта, мировых брендов; повышение квалификации работников; создание новых рабочих мест; дополнительный приток свободно конвертируемой валюты; повышение конкурентоспособности и качества производимой продукции, уровня обслуживания населения; активизация инновационной деятельности создаваемых совместных предприятий; повышение эффективности инвестиционных проектов; повышение экономического развития регионов, в которых функционируют организации потребительской кооперации, стимулирование спроса; насыщение внутреннего рынка качественными потребительскими и промышленными товарами; развитие импортозамещающих производств;

В системе потребительской кооперации привлечение прямых иностранных инвестиций может осуществляться посредством создания совместных предприятий. Однако при этом следует учитывать возникающие сложности. К примеру, к ним относятся: необходимость частичной передачи права владения предприятием иностранному инвестору, а также приведения бухгалтерской отчетности объекта инвестирования в соответствие с требованиями международных стандартов финансовой отчетности.

Как правило, иностранный инвестор заинтересован в управлении совместным предприятием, и в ряде случаев требуется доля в размере если не контрольного, то, как минимум, блокирующего пакета акций.

При реализации проектов с иностранными инвестициями в системе потребительской кооперации необходимо применять индивидуальный подход относительно каждого объекта инвестирования с учетом предложений инвесторов, возможных последствий реорганизации объекта и перспектив его развития.

С целью обеспечения экономической безопасности Белкоопсоюзу в большинстве случаев целесообразно сохранить контрольную долю в уставном фонде создаваемого совместного предприятия или контрольный пакет акций. В этом случае для обеспечения заинтересованности инвестора необходимо проводить комплекс мероприятий, направленных на повышение инвестиционной привлекательности объектов инвестирования, а также проявить достаточную убедительность и настойчивость в ходе переговоров. Все вопросы, касающиеся управления совместным предприятием, стратегических планов и целей инвестора, а также вопросы контроля инвестором реализации проекта и механизм выхода инвестора необходимо обсудить на этапе детальных переговоров. Все договоренности относительно долей капитала, принадлежащих инвестору и Белкоопсоюзу, условий инвестирования и управления совместным предприятием, а также иные условия, достигнутые сторонами в ходе переговоров, прописываются в инвестиционном соглашении (например, Белкоопсоюз может прописать как условие необходимость сохранения численности работников или профиля деятельности предприятия и т. д.).

В системе потребительской кооперации целесообразно привлечение иностранных инвестиций в розничную торговлю, промышленность, общественное питание. Высокоэффективным направлением в торговле является развитие новых форматов – переход к сетевым структурам. Актуальными являются также строительство гипермаркетов, создание оптово-логистических центров, торгово-транспортных компаний. Заинтересовать инвестора можно и проектами в промышленной отрасли, в том числе импортозамещающими: организация мини-производств и производств по выпуску различной востребованной рынком продукции – сухие завтраки, чипсы, пряности, кондитерские изделия, мясные изделия и полуфабрикаты, замороженная плодоовощная продукция и т. д.

МЕХАНИЗМ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В СИСТЕМУ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ

На 1.01.2012 в потребительской кооперации имелось свыше 1 500 неэксплуатируемых объектов, которые заданиями Правительства Республики Беларусь подлежат ликвидации, кроме того, большое количество предприятий, в основном в промышленной сфере, являются низкорентабельными.

Для решения двух указанных проблем необходимы значительные финансовые затраты (перепрофилирование, снос и разборка неэксплуатируемых объектов, техническое перевооружение низкорентабельных производств), которые в настоящее время в потребительской кооперации отсутствуют.

Решить данные проблемы возможно путем создания совместных предприятий с иностранными инвесторами.

Преимуществом для иностранных инвесторов будет экономия финансовых средств для организации производственной деятельности, поскольку нет необходимости в возведении нового здания производства, организовать производство можно в уже имеющихся цехах, в приобретении основного технологического оборудования (если это работающее предприятие), наборе квалифицированных специалистов.

Таким образом, потребительская кооперация, в условиях отсутствия собственных источников финансирования инвестиционных проектов, в качестве вклада (доли) готова предложить иностранному инвестору всю необходимую инфраструктуру.

Механизм создания совместного предприятия будет следующим:

1. Подписание договора о намерениях.
2. Формирование уставного фонда путем внесения паевых взносов. Для Белкоопсоюза, ввиду отсутствия финансовых средств, в качестве пая может выступать земля, здания (неэксплуатируемые или эксплуатируемые), объекты со сверхнормативным сроком незавершенного строительства, технологическое оборудование и др. Со стороны иностранного участника – денежные средства, технологии и оборудование.
3. Определение доли каждого участника, исходя из стоимостной оценки паевых взносов, на основании которых впоследствии будет распределяться полученная прибыль и осуществляться совместное управление созданной организацией.
4. Заключение инвестиционного договора с юридическим закреплением внесенной каждым участником доли, прав и обязанностей участников, механизма принятия решения по управлению организацией и разрешения споров.
5. Унификация порядка составления финансовой отчетности на основе международных стандартов финансовой отчетности.

ПРИВЛЕЧЕНИЕ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В КАЧЕСТВЕ ПАЕВОГО ВЗНОСА

Наиболее предпочтительным с точки зрения организаций потребительской кооперации способом привлечения иностранных инвестиций является оформление инвестиции в качестве паевого взноса. Порядок вступления в потребительское общество для иностранного инвестора должен регламентироваться Уставом потребительского общества и законодательством Республики Беларусь.

В соответствии со ст. 7 Закона «О потребительской кооперации (потребительских обществах и их союзах) в Республике Беларусь» учредителями потребительского общества могут быть граждане либо граждане и юридические лица [2]. Число учредителей потребительского общества должно быть не менее трех. Количество членов в потребительском обществе не ограничивается. Соответственно данным Законом не запрещено участие иностранных юридических лиц в качестве пайщика в потребительском обществе.

Юридическое лицо, желающее стать пайщиком общества, должно представить в союз потребительских обществ заявление в письменной форме о приеме в Союз. В заявлении юридического лица необходимо указать его наименование, место нахождения и банковские реквизиты. Заявление с просьбой о приеме в члены союза потребительских обществ должно содержать обязательства соблюдения требований устава, в том числе внесения предусмотренных уставом вступительного и обязательного паевого взносов, несения субсидиарной ответственности по обязательствам Союза и выполнения иных обязанностей члена Союза.

Согласно ст. 14 Закона при прекращении членства в потребительском обществе паевой взнос подлежит возврату.

Отметим, что пунктом 4.1 Устава Белорусского республиканского союза потребительских обществ в последней редакции определено, что членами Союза могут быть только юридические лица (потребительские общества), созданные в установленном порядке на территории Республики Беларусь. Следовательно, членство для нерезидентов в Уставе Белкоопсоюза не предусмотрено. Это обстоятельство препятствует привлечению иностранных инвестиций в качестве паевого взноса и должно быть, по нашему мнению, устранено путем внесения соответствующих изменений в нормативный правовой акт [3].

Юридическим лицам, принятым в союз и внесшим вступительный и паевой взносы, должен быть выдан документ, удостоверяющий их членство: официально заверенная выписка из реестра членов союза потребительских обществ, в которой указываются: размер оплаченных вступительного и паевого взносов в рублях и сроки их фактического внесения; форма паевого взноса (денежная, земельная, имущественная, имущественные права или другое); размер кооперативных выплат, начисленных, выданных, зачисленных в увеличение пая, дата совершения этих операций; размер выплат стоимости паевых взносов и даты этих выплат.

Для нерезидентов могут быть определены дополнительные положения.

Недостатком такого варианта привлечения инвестиций является наличие у пайщика одного голоса независимо от размера его паевого взноса. Это обстоятельство может послужить существенным препятствием для привлечения инвестиций, поскольку стратегические инвесторы в большинстве случаев заинтересованы в приобретении контроля над бизнесом, в который они инвестируют свои деньги. Кооперативный принцип «один член – один голос» не позволит в полной мере реализовать эту заинтересованность. Кроме того, при внесении иностранным инвестором паевого взноса у него отсутствует возможность получения прибыли в зависимости от финансового результата по итогам деятельности совместного предприятия, так как в соответствии со ст. 24 Закона имущество потребительского общества является неделимым и не распределяется по долям (вкладам) между членами потребительского общества.

СОЗДАНИЕ КОММЕРЧЕСКОЙ СОВМЕСТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ УЧРЕЖДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБЩЕСТВА

Многое в процессе повышения инвестиционной привлекательности и привлечения иностранных инвестиций зависит от того, в какой организационно-правовой форме зарегистрирован субъект хозяйствования. В силу ряда причин, обусловленных требованиями законодательства, для функционирования каждой из таких форм наиболее предпочтительными с точки зрения делового сотрудничества оказываются те, функционирование которых наиболее прозрачно и надежно.

В этом смысле создание акционерного общества или общества с ограниченной ответственностью, как наиболее распространенной организационно-правовой формой за рубежом, является подходящим способом привлечения прямых иностранных инвестиций. При этом организации системы потребительской кооперации должны

рассматриваться как учредители или соучредители (акционеры) вновь создаваемого общества.

Создание совместного предприятия может осуществляться на основе объединения вкладов учредителей без привязки инвестиционного проекта к какому-либо унитарному кооперативному предприятию либо на базе унитарного предприятия или нескольких предприятий системы потребительской кооперации.

В качестве соучредителя при создании коммерческой совместной организации со стороны потребительской кооперации могут выступать:

– во-первых, сами потребительские общества и союзы (районные потребительские общества, областной союз потребительских обществ, Белорусский республиканский союз потребительских обществ);

– во-вторых, унитарные предприятия, которые находятся в собственности райпо, облпотребсоюзов и Белкоопсоюза, в случае, если собственник данных предприятий уполномочит их на участие в качестве соучредителя в создании коммерческой совместной организации.

Хозяйственными обществами признаются коммерческие организации с разделенным на доли (акции) учредителей (участников) уставным фондом. Имущество, созданное за счет вкладов учредителей (участников), а также произведенное и приобретенное хозяйственным обществом в процессе его деятельности, принадлежит ему на праве собственности [4].

Хозяйственные общества могут создаваться в форме акционерного общества, общества с ограниченной ответственностью или общества с дополнительной ответственностью.

В соответствии со ст. 6 Гражданского кодекса акционерным обществом признается общество, уставный фонд которого разделен на определенное число акций, имеющих одинаковую номинальную стоимость. Участники акционерного общества (акционеры) не отвечают по его обязательствам и несут риск убытков, связанных с деятельностью общества, в пределах стоимости принадлежащих им акций (ст. 96 Гражданского кодекса).

Обществом с ограниченной ответственностью признается учрежденное двумя или более лицами общество, уставный фонд которого разделен на доли определенных учредительными документами размеров. Участники общества с ограниченной ответственностью не отвечают по его обязательствам и несут риск убытков, связанных с деятельностью общества, в пределах стоимости внесенных ими вкладов (ст. 86 Гражданского кодекса) [4].

Общества с дополнительной ответственностью, как и унитарные предприятия, являясь нераспространенными организационно-правовыми формами, не имеющими точных аналогов за рубежом, требуют более пристального изучения особенностей их функционирования со стороны нерезидента, поэтому их не следует рассматривать в качестве основы для привлечения прямых иностранных инвестиций.

Участники хозяйственных обществ имеют обязательственные права в отношении этих обществ, а также могут иметь вещные права только на имущество, которое они передали хозяйственным обществам в пользование в качестве вкладов в уставные фонды [5].

Таким образом, законодательством закреплено право собственности участников на свою долю в обществе, что в свою очередь выступает стабилизирующим фактором в психологическом контексте сохранения кооперативной собственности.

При выборе организационно-правовой формы учреждаемого общества – коммерческой совместной организации, для системы потребительской кооперации целесообразно учитывать особенности образования и функционирования акционерных обществ открытого и закрытого типа, а также обществ с ограниченной

ответственностью. В частности, в отличие от обществ с ограниченной ответственностью акционерные общества в большей степени характеризуются как открытые структуры, которым свойственна определенная мобильность в изменении размера уставного фонда в зависимости от потребностей бизнеса и решаемых текущих тактических, а также стратегических инвестиционных задач. В случае, если инвестиционный проект имеет потенциал дальнейшего развития и, соответственно, в будущем потребуется привлечение дополнительных инвестиционных ресурсов и проведение дополнительной эмиссии акций, то для иностранного инвестора наиболее приемлемой формой будет являться акционерное общество.

СОЗДАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБЩЕСТВА (АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА, ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ)

Учреждение хозяйственного общества (общества с ограниченной ответственностью, акционерного общества) осуществляется путем заключения учредителями договора о создании хозяйственного общества [5]. Договор составляется в письменной форме и определяет:

- порядок осуществления учредителями совместной деятельности по созданию хозяйственного общества, их права и обязанности по созданию хозяйственного общества, в том числе порядок подготовки проектов учредительных документов хозяйственного общества;

- распределение между учредителями обязанностей по подготовке к государственной регистрации хозяйственного общества, в том числе по согласованию в установленном порядке наименования хозяйственного общества, открытию временного счета для аккумуляции денежных средств, предназначенных для формирования его уставного фонда, по совершению иных действий, установленных законодательством;

- размер уставного фонда, порядок внесения учредителями вкладов в уставный фонд;

- сведения об учредителях акционерного общества;

- категории акций (простые (обыкновенные) и привилегированные), подлежащих распределению среди учредителей, их номинальную стоимость и количество акций каждой категории;

- порядок размещения акций среди учредителей акционерного общества.

Договор о создании хозяйственного общества не является учредительным документом, поэтому его действие прекращается с момента исполнения всеми учредителями обязательств по данному договору.

В период действия договора о создании хозяйственного общества и до момента государственной регистрации хозяйственного общества по единогласному решению его учредителей в него могут быть внесены изменения и дополнения, совершенные в той же форме, что и договор о создании хозяйственного общества, если из этого договора не вытекает иное.

Договор о создании хозяйственного общества подлежит предъявлению в государственные органы и иные организации, а также третьим лицам в случаях, установленных законодательными актами, либо по решению учредителей.

ФОРМИРОВАНИЕ УСТАВНОГО ФОНДА ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБЩЕСТВА

Уставный фонд хозяйственного общества представляет собой зафиксированный в учредительных документах (в уставе) начальный капитал организации. Он определяет минимальный размер имущества, гарантирующего интересы кредиторов, то есть является своего рода гарантией обеспечения обязательств организации перед кредиторами на начальном этапе осуществления этой организацией финансово-хозяйственной деятельности.

Уставный фонд хозяйственного общества должен быть не менее минимального размера, предусмотренного законодательством.

Размер уставного фонда хозяйственного общества определяются в белорусских рублях исходя из установленного Национальным банком Республики Беларусь официального курса белорусского рубля по отношению к евро на 1-е число месяца, в котором учредительные документы (изменения и дополнения в них) представляются в регистрирующие органы.

Минимальный размер уставного фонда обществ с ограниченной ответственностью – 1600 евро, закрытых акционерных обществ – 3000 евро, акционерного общества – 12500 евро.

В случаях нарушения сроков и порядка формирования минимального размера уставного фонда коммерческая организация может быть ликвидирована по решению регистрирующего органа.

При определенных обстоятельствах минимальные размеры уставных фондов могут быть снижены.

Так, хозяйственное общество, указавшее в своих учредительных документах один из видов производственной деятельности, вправе сформировать уставный фонд в размере не менее 50 % от минимального размера уставного фонда, установленного для коммерческой организации соответствующей организационно-правовой формы. Если коммерческая организация в течение 6 месяцев со дня государственной регистрации не осуществляет ни один из видов производственной деятельности, указанных в ее учредительных документах, либо по окончании второго и каждого последующего финансового года объем реализованных этой организацией товаров (выполненных работ, оказанных услуг) собственного производства составит менее половины общего объема реализованных ею товаров (выполненных работ, оказанных услуг), то такая организация обязана в течение 6 месяцев увеличить уставный фонд до минимального размера, установленного для коммерческой организации соответствующей организационно-правовой формы, и внести необходимые изменения в свои учредительные документы.

Вкладом в уставный фонд хозяйственного общества могут быть вещи, включая деньги и ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, либо иные отчуждаемые права, имеющие денежную оценку.

Вносимое в уставный фонд хозяйственного общества имущество должно:

- принадлежать учредителям (участникам) на праве собственности, праве хозяйственного ведения или оперативного управления;
- быть необходимым и пригодным для использования в деятельности этого общества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам приведенного материала целесообразно подвести итоги и сделать следующие выводы:

1. Прямые инвестиции являются дополнительным источником финансирования обновления и расширения материально-технической базы системы потребительской кооперации, реализации инвестиционных проектов, Государственных и отраслевых программ.

2. Прямые инвестиции являются выгодными для Белкоопсоюза, поскольку служат катализатором развития бизнеса, поддерживают инновации, способствуют выходу предприятий на новые рынки, переходу на международный уровень качества производства, использованию современных технологий управления.

3. Законодательством Республики Беларусь не запрещено участие организаций потребительской кооперации некоммерческой и коммерческой направленности в

качестве соучредителей при создании коммерческих организаций, в том числе с иностранным участием.

4. Сдерживающим фактором привлечения прямых иностранных инвестиций в систему потребительской кооперации и создания совместных предприятий на принципах непосредственного акционирования кооперативных организаций является правовая база, регулирующая общественные отношения в сфере деятельности потребительских обществ, кооперативной собственности, принципов создания и функционирования потребительских обществ. К примеру, отчуждение, продажа или передача имущества осуществляется только с положительного решения общего Собрания представителей членов Белорусского республиканского союза потребительских обществ, которое проводится не чаще 1 – 2 раза в год.

5. При решении вопросов привлечения прямых иностранных инвестиций следует обеспечить сохранение кооперативной сущности потребительской кооперации Республики Беларусь (выполнение социальной функции), проявляющейся в том числе и в особенностях управления кооперативной собственностью, а самое главное – достичь баланса в соотношении интересов кооперативных организаций с одной стороны (улучшение качества жизни сельских жителей и жителей малых населенных пунктов), и интересов потенциальных прямых инвесторов – с другой (получение прибыли).

Список использованных источников

1. Инвестиционный кодекс Республики Беларусь : принят Палатой представителей 30 мая 2001 г. : одобрен Советом Республики 8 июня 2001 г. : // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – 9 июля (№ 62, 2/780).
2. О потребительской кооперации (потребительских обществах и их союзах) в Республике Беларусь : Закон Респ. Беларусь от 25 февр. 2002 г., № 93-3 (в ред. Закона Респ. Беларусь от 9 ноября 2009 г., № 55-3) // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – 20 ноября (№ 276).
3. Устав Белорусского республиканского союза потребительских обществ (новая редакция), утвержденный девятым (внеочередным) общим Собранием представителей членов Белорусского республиканского союза потребительских обществ 14 мая 2004 г.
4. Гражданский кодекс Республики Беларусь : принят Палатой представителей 28 октября 1998 г. : одобрен Советом Респ. 19 ноября 1998 г. : // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – 14 января (№ 6, 2/1650).
5. О хозяйственных обществах : Закон Респ. Беларусь от 9 декабря 1992 г., № 2020-ХП (в ред. Закона Респ. Беларусь от 8 июля 2008 г., № 372-3) // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – 1 февраля (№ 2/1197).

Статья поступила в редакцию 18.03.2013.

SUMMARY

Belcoopsyuz doesn't dispose the sufficient proper sources for financing the investment projects nowadays, that's why great emphasis is put on attracting external investments, first direct investments. Foreign direct investments are highly profitable as they incite business development, sustain innovations not only in the sphere of services and goods production but also in regard to new business models development, promote new markets approach, transition to international quality production level, using modern ways of management.

**ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ***Т.В. Касаева, О.Г. Цынкович, Г.Е. Белов***ВВЕДЕНИЕ**

В условиях рыночной экономики субъекты хозяйствования подвержены постоянному влиянию негативных факторов внешней среды, вызванных различными изменениями обстоятельств как внутри государства, на территории которого эти субъекты находятся, так и за его пределами. Результаты воздействия таких факторов могут иметь для организации самые серьёзные последствия и привести как к снижению тех или иных показателей, характеризующих её деятельность, так и к полной остановке последней. Субъект хозяйствования должен обладать соответствующим уровнем устойчивости для того, чтобы противостоять таким явлениям.

Особенную актуальность вопросы устойчивости организации обретают в последние годы по причине регулярно распространяющихся глобальных финансовых и экономических кризисов, негативное воздействие которых часто ощущается и через много лет после их условного окончания.

Для сохранения занимаемых позиций на рынке организация должна обладать высоким уровнем финансовой устойчивости. Именно финансовая устойчивость, по мнению многих видных исследователей-экономистов, способна обеспечить организации возможность противостоять негативным факторам воздействия внешней среды.

Залогом формирования высокого уровня финансовой устойчивости является правильно организованная коммерческая деятельность организации, обеспечивающая необходимый уровень ритмичности производства и продаж и, как следствие, своевременный и равномерный приток денежных средств. Следовательно, фундаментом, основой финансовой устойчивости организации может рассматриваться соответственно высокий уровень её коммерческой устойчивости. Несмотря на указанную закономерность, вопросы изучения коммерческой устойчивости не получили до настоящего времени широкого освещения в научной литературе.

ЦЕЛЬ настоящего исследования состоит в разработке и апробации модели оценки уровня коммерческой устойчивости производственной организации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ «КОММЕРЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ»

Переходя к подробному рассмотрению категории коммерческой устойчивости организации необходимо отметить, что данный термин является достаточно новым для мировой экономической науки и применяется преимущественно при рассмотрении деятельности кредитно-финансовых организаций (банков) [1, 2], в то время как в отношении коммерческих организаций он либо не используется, либо используется крайне редко. На сегодня среди ведущих экономистов нет единого мнения относительно трактовки данной категории, отсутствует чётко сформулированный категорийный аппарат и не выявлены основные показатели, посредством которых можно определить её уровень.

Так, по мнению Д.Г. Ахметзяновой [3], «коммерческая устойчивость – это устойчивость отдельно взятого субъекта, хозяйственная деятельность которого обеспечивает выполнение всех его обязательств». Однако, как отмечалось выше, основополагающими направлениями коммерческой деятельности организации, способными обеспечить её устойчивое развитие, является деятельность в сферах

материально-технического обеспечения и реализации продукции. Следовательно, для характеристики коммерческой устойчивости первоочередное значение будет иметь способность выполнения обязательств перед поставщиками и потребителями готовой продукции, в то время как способность выполнения прочих обязательств необходимо отнести к финансовой устойчивости.

Е.А. Дуванова [4] утверждает, что «коммерческая устойчивость – это способность организаций поддерживать в определённой области значений величину продаж, рыночной доли, дебиторской задолженности за счёт эффективной ассортиментной политики, сбора и анализа информации о состоянии рынка». Автор данного определения соотносит коммерческую устойчивость сугубо с деятельностью организации в сфере сбыта продукции, в то время как вопросы приобретения материальных ресурсов остаются вне поля его зрения.

В свою очередь Е.В. Корчагина [5] предлагает определять коммерческую устойчивость уровнем деловой активности, надёжностью экономических связей, конкурентным потенциалом компании, её долей на рынке сбыта.

Соотнеся данное определение с выводами, сделанными ранее, можно заключить, что оно наиболее полно раскрывает содержание категории коммерческой устойчивости. Однако существенным его недостатком является то, что, выделяя показатели оценки коммерческой устойчивости, автор не даёт чёткого её определения как таковой.

Обобщение существующих точек зрения на определение категории «коммерческая устойчивость организации» позволило сформулировать следующее определение.

КОММЕРЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ – это такое её состояние, которое обеспечивает при положительной тенденции изменения величины объёмов реализации продукции способность субъекта хозяйствования противостоять негативному воздействию внешней среды посредством рационально организованной деятельности в сферах материального обеспечения и сбыта продукции.

Таким образом, возникает интерес возможности оценки уровня коммерческой устойчивости промышленной организации.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КОММЕРЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Вопросы оценки коммерческой устойчивости организации на сегодня не получили широкого освещения в научной литературе. Большинство исследователей, так или иначе затрагивающих данную категорию, ограничиваются лишь упоминанием её как таковой и попытками определить её место в общей системе устойчивого развития коммерческой организации.

Что касается непосредственно оценки коммерческой устойчивости, то в научной теории и практике не выработан единый подход и не сформулированы конкретные показатели, позволяющие комплексно оценить её уровень.

В таблице 1 представлен обзор существующих подходов к оценке коммерческой устойчивости организации.

На основании данных, представленных в таблице 1, авторы могут сделать следующие выводы:

- на сегодня среди исследователей отсутствует единая точка зрения о природе коммерческой устойчивости организации;
- ни одна из рассматриваемых методик при определении уровня коммерческой устойчивости не акцентирует внимание на деятельности организации в сфере материально-технического снабжения, которая является неотъемлемой составляющей коммерческой деятельности;
- существуют проблемы с исчислением отдельных показателей, на основании которых рядом авторов предлагается оценивать уровень коммерческой устойчивости.

К примеру, указывая в качестве показателя уровня коммерческой устойчивости надёжность экономических связей, исследователи не приводят методики его расчёта. С другой стороны, расчёт данного показателя носит субъективный характер и зависит, в первую очередь, от степени квалификации персонала, производящего оценку, что также будет сказываться на достоверности оценки. То же касается и таких показателей, как успешность логистической деятельности и уровень конкурентного потенциала.

Таблица 1 – Существующие подходы к оценке коммерческой устойчивости организации

| Показатели, предлагаемые для оценки коммерческой устойчивости | Исследователи-экономисты | | | | | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|---------------|--------------|--------------|----------------------------------|
| | Е.В. Корчагина, Г.И. Эседова | Н.В. Хорева, О.Ю. Павлова | Е.Н. Процок, М.А. Каминский, В.Б. Артеменко, О.В. Карлова | Е.Н. Кучерова | Т.Б. Лейберт | Д.В. Зиньков | Д.Е. Ковалёв, Т.А. Сухорукова |
| Уровень деловой активности | + | | | | | + | |
| Надёжность экономических связей | + | | | | | | |
| Конкурентный потенциал | + | + | + | | + | | |
| Доля на рынке сбыта | + | + | + | + | | | |
| Успешность логистической деятельности | | | | | | | + |
| Коэффициент общей оборачиваемости капитала и фондоотдачи | | | | | | + | |

Источник: собственная разработка.

Основными показателями, посредством которых можно оценить уровень коммерческой устойчивости организации, на чём сходятся большинство исследователей, являются уровень конкурентного потенциала и доля на рынке сбыта. Следует отметить, что потенциал отражает желаемое состояние системы, которое может перейти в реальное лишь при благоприятном стечении обстоятельств, в то время как оценка уровня коммерческой устойчивости должна отражать реальное состояние дел субъекта хозяйствования.

Вместе с тем ряд подходов, предлагаемых экономистами, для определения уровня коммерческой устойчивости соответствует определению коммерческой устойчивости, предложенному авторами. На наш взгляд, ключевыми в оценке коммерческой устойчивости должны быть достигнутые организацией **уровень деловой активности, надёжность экономических связей и доля на рынке сбыта.**

Указанные показатели могут иметь различные методики расчёта и последующие экономические интерпретации. То есть на сегодня не разработано чёткой системы взаимосвязанных критериев и, следовательно, вывод о коммерческой устойчивости

организации может зависеть не столько от реального состояния дел, сколько от выбранной методики оценки.

Установив ключевые параметры в оценке коммерческой устойчивости организации, авторы предлагают следующий подход к их определению.

Так, под уровнем деловой активности предлагается понимать количество направлений производственной деятельности, осуществляемой организацией. То есть, вводится предположение, что наиболее устойчивой в коммерческом плане будет та организация, которая, в случае изменения конъюнктуры рынка, сможет быстро изменить профиль своей производственной деятельности и развивать альтернативный продукт на альтернативном рынке.

Под надёжностью экономических связей предлагается понимать количество и географическое расположение поставщиков основного сырья и потребителей готовой продукции как контрагентов, от которых в первую очередь зависят объёмы производства и реализации продукции.

Для достижения непрерывности процесса снабжения производитель должен быть уверен в надёжности своих партнёров (поставщиков). Тем не менее, необходимо понимать, что партнёры той или иной организации, равно как и сама организация, функционируют во внешней среде, обладающей определённой степенью изменчивости и непредсказуемости. Для того, чтобы обеспечить достаточный уровень коммерческой устойчивости в изменяющихся условиях внешней среды, организация должна строить свою работу с поставщиками таким образом, чтобы свести к минимуму риск оказаться в зависимости от конкретного поставщика. Следовательно, для достижения коммерческой устойчивости организации необходимо вести постоянную работу по поиску потенциальных поставщиков сырьевой продукции и распределять свои сырьевые потоки так, чтобы разрыв партнёрских связей с некоторыми из них не привёл к остановке производственного процесса.

На основании выявленных закономерностей можно сделать вывод, что более устойчивой в коммерческом плане будет та организация, которая сотрудничает в сфере снабжения сырьём для основной производственной деятельности с несколькими поставщиками, в то время как организация, ограничивающаяся сотрудничеством с одним поставщиком, будет менее коммерчески устойчива.

Вместе с тем, как уже отмечалось выше, любая организация подвержена влиянию факторов внешней среды (политических, демографических, правовых, социокультурных и т. д.). Это свидетельствует о том, что субъекты хозяйствования, расположенные в одном географическом регионе, могут быть подвержены воздействию одних и тех же факторов. Тогда, чтобы свести к минимуму риски при работе с поставщиками и *обеспечить наиболее высокий уровень коммерческой устойчивости, необходимо помимо количества поставщиков основной сырьевой продукции учитывать ещё и их географическое положение.* При этом наиболее высокий уровень коммерческой устойчивости будет иметь организация, которая сотрудничает с поставщиками, расположенными на территории различных географических регионов и государств.

Как и в случае с деятельностью организации в сфере материально-технического снабжения, осуществляя сбытовую деятельность, организация должна стремиться к увеличению числа партнёров-потребителей её готовой продукции. Ведь в случае, когда организация поставляет весь объём произведённой ею продукции одному единственному партнёру, то, даже при условии его абсолютной надёжности, производитель попадает в зависимость от него. Нивелировать же негативное воздействие факторов внешней среды организация, как и в случае с рассмотренными вопросами материально-технического снабжения, может посредством рассредоточения своего присутствия по различным географическим регионам. Иными

словами, субъект хозяйствования, поставляющий свою продукцию в различные географические регионы и государства, будет более устойчив к воздействию негативных факторов внешней среды, чем субъект хозяйствования, осуществляющий сбыт своей продукции на территории одного региона.

Что касается показателя доли на рынке сбыта, то под ней следует понимать не её абсолютную величину, а направление вектора динамики объёма реализации готовой продукции, поскольку устойчивое развитие коммерческой организации имеет место только для субъекта хозяйствования, у которого наблюдается тенденция роста объёма производства и реализации продукции [6].

Акцент должен делаться непосредственно на объём реализации продукции, поскольку именно данный показатель определяет реальный уровень деловой активности, в то время как объём производства характеризует её потенциальный уровень.

Основные показатели оценки уровня коммерческой устойчивости организации были положены в основу предлагаемой модели определения уровня коммерческой устойчивости организации, которая имеет матричный вид.

ПОСТРОЕНИЕ МАТРИЦЫ КОММЕРЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

В общем виде последовательность построения матрицы коммерческой устойчивости имеет следующий вид:

- определение вектора динамики объёма реализации готовой продукции в исследуемом периоде;
- определение количества направлений производственной деятельности, способных оказывать влияние на уровень коммерческой устойчивости;
- определение для каждого направления деятельности количества и географического расположения поставщиков основного сырья, способных оказывать влияние на уровень коммерческой устойчивости организации;
- определение для каждого направления деятельности количества и географического расположения потребителей готовой продукции, способных оказывать влияние на уровень коммерческой устойчивости организации;
- построение для каждого направления деятельности матрицы коммерческой устойчивости организации.

Внешний вид разработанной матрицы коммерческой устойчивости организации представлен на рисунке 1.

В матрице отображена степень коммерческой устойчивости организации в зависимости от её возможности противостоять факторам внешнего воздействия, оказывающим влияние на деятельность в сферах материально-технического снабжения и сбыта готовой продукции.

Так как коммерчески устойчивой может быть признана только та организация, у которой в исследуемом периоде отмечается рост объёмов продаж, в качестве основополагающего фактора при построении матрицы коммерческой устойчивости будет принят вектор изменения данного показателя. В связи с этим матрица будет разделена на два сегмента («зелёный» и «красный») в зависимости от динамики объёма реализации готовой продукции. При этом в «зелёный» сегмент попадают организации, у которых в рассматриваемом периоде отмечается увеличение объёма продаж по отношению к предшествующему периоду, а в «красный» сегмент попадают организации, у которых в рассматриваемом периоде наблюдается тенденция снижения объёма продаж.

Если при анализе деятельности организации было выявлено, что объект исследования имеет несколько направлений производственной деятельности,

способных оказывать влияние на уровень коммерческой устойчивости, матрица коммерческой устойчивости строится отдельно для каждого из направлений.

Для определения значимости того или иного направления производственной деятельности предлагается использовать следующую формулу:

$$ВП_1 / ВП \cdot 100 \approx 100/n, \quad (1)$$

где **ВП** – общий объём произведённой продукции в стоимостном выражении; **ВП₁** – объём произведённой продукции в рамках выделенного направления производственной деятельности в стоимостном выражении; **n** – предполагаемое количество направлений деятельности.

Таким образом, при определении количества направлений деятельности необходимо в первую очередь провести предварительный анализ имеющихся данных и предположить, в скольких направлениях деятельности работает организация. После чего с использованием приведённой формулы определить, соответствует ли сделанный вывод действительности.

При этом в случае, когда результат расчётов можно описать неравенством (2) рассматриваемый вид деятельности принимается за превалирующий в безусловном порядке.

$$ВП_1 / ВП \cdot 100 \geq 100/n. \quad (2)$$

Вместе с тем может возникнуть ситуация, когда неравенство принимает следующий вид (3):

$$ВП_1 / ВП \cdot 100 \leq 100/n. \quad (3)$$

Тогда рассматриваемое направление производственной деятельности может быть принято в качестве оказывающего влияние на показатели коммерческой устойчивости при условии, что разница между правой и левой сторонами неравенства (3) не превышает десяти процентных пунктов.

Данный подход позволяет оценить вклад каждого направления деятельности в формирование общего уровня коммерческой устойчивости организации. С другой стороны это позволит выявить наименее устойчивый в коммерческом плане продукт (группу однородной продукции), на основании чего администрацией может быть принято решение либо об отказе от такого направления деятельности либо, если данный вид деятельности признан перспективным или стратегическим, о сосредоточении внутренних резервов организации и направлении их на его развитие.

Следующим этапом при построении модели коммерческой устойчивости является определение количества поставщиков сырья и потребителей готовой продукции, способных оказывать влияние на её уровень в рамках выделенных направлений деятельности.

Принимая во внимание тот факт, что организация в процессе осуществления своей производственно-хозяйственной деятельности, как правило, сотрудничает с большим количеством поставщиков и потребителей, возникает необходимость произвести их структурирование в зависимости от объёмов поставки и продаж соответственно.

Расчёт проводится по формулам, аналогичным формулам (1 – 3).

При этом общий уровень коммерческой устойчивости данной организации определяется по наихудшему полученному варианту матрицы. Это обусловлено тем, что коммерческая устойчивость является фундаментом (основой) финансовой устойчивости. Следовательно, если то или иное направление деятельности способно оказывать определённое влияние на уровень коммерческой устойчивости, то такое же влияние с большой вероятностью будет оказано и на уровень финансовой устойчивости.

| | | Тенденция роста объёмов реализации готовой продукции | | | Тенденция снижения объёмов реализации готовой продукции | | | | | |
|--|---|--|---|----------------------|--|---|----------------------|--|--|--|
| | | Несколько поставщиков, расположенных на территории разных государств | Несколько поставщиков, расположенных на территории одного государства | Один поставщик сырья | Несколько поставщиков, расположенных на территории разных государств | Несколько поставщиков, расположенных на территории одного государства | Один поставщик сырья | | | |
| Потребители | Поставщики | | | | | | | | | |
| | | Тенденция роста объёмов реализации готовой продукции | Несколько потребителей, расположенных на территории разных государств | | | | | | | |
| Несколько потребителей, расположенных на территории одного государства | | | | | | | | | | |
| Один потребитель готовой продукции | | | | | | | | | | |
| Тенденция снижения объёмов реализации готовой продукции | Несколько потребителей, расположенных на территории разных государств | | | | | | | | | |
| Несколько потребителей, расположенных на территории одного государства | | | | | | | | | | |
| Один потребитель готовой продукции | | | | | | | | | | |

- Зона А – наивысший уровень коммерческой устойчивости
- Зона В – высокий уровень коммерческой устойчивости
- Зона С – достаточный уровень коммерческой устойчивости
- Зона D – условно достаточный уровень коммерческой устойчивости
- Зона E – условно низкий уровень коммерческой устойчивости
- Зона F – низкий уровень коммерческой устойчивости
- Зона G – критический уровень коммерческой устойчивости
- Зона H – неприемлемый уровень коммерческой устойчивости

Рисунок 1 – Матрица коммерческой устойчивости

Источник: собственная разработка.

Матрица состоит из восемнадцати квадрантов, объединённых в цветовые зоны, обозначенные авторами как «зона А», «зона В», «зона С» и т. д.

При этом каждая зона определяется следующими характеристиками:

– Зона А – уровень коммерческой устойчивости производственной организации, помещённой в данную зону, может быть оценён как «наивысший». Для организации, попавшей в данную зону, характерна тенденция роста объёмов реализации продукции и сотрудничество с несколькими поставщиками основного сырья и потребителями готовой продукции, расположенными на территории разных государств. При этом в случае, когда хотя бы по одному из выделенных критериев указанное условие (нахождение партнёров на территории различных государств) не выполняется, организация смещается в следующую зону (зону В). Для организаций, помещённых в зону А, наиболее высока вероятность достижения высокого уровня финансовой устойчивости и, как следствие, высокого уровня общей устойчивости организации.

– Зона В – уровень коммерческой устойчивости производственной организации помещённой в данную зону, может быть оценён как «высокий». Для организации попавшей в данную зону, характерна тенденция роста объёмов реализации продукции и сотрудничество с несколькими поставщиками основного сырья и потребителями готовой продукции, расположенными на территории одного государства. При этом в случае, когда хотя бы по одному из выделенных критериев указанное условие (сотрудничество с несколькими партнёрами) не выполняется, организация смещается в следующую зону (зону С). Организацией, помещённой в данную зону, может быть достигнут высокий уровень финансовой устойчивости и, как следствие, высокий уровень общей устойчивости организации.

– Зона С – уровень коммерческой устойчивости производственной организации, помещённой в данную зону, может быть оценён как «достаточный». Для организации, попавшей в данную зону, характерна тенденция роста объёмов реализации продукции и сотрудничество с одним поставщиком либо одним потребителем готовой продукции. Организация, находящаяся в данной зоне, должна сосредоточить внимание на вопросах повышения уровня коммерческой устойчивости, так как велика вероятность её перемещения в зону D.

– Зона D – уровень коммерческой устойчивости производственной организации, помещённой в данную зону, может быть оценён как «условно достаточный». Для организации, попавшей в данную зону, характерна тенденция роста объёмов реализации продукции и сотрудничество только с одним поставщиком и одним потребителем готовой продукции. Уровень коммерческой устойчивости организации, помещённой в данную зону, может быть определён как наихудший среди организаций, у которых наблюдается рост объёмов реализации готовой продукции.

– Зона E – уровень коммерческой устойчивости производственной организации, помещённой в данную зону, может быть оценён как «условно низкий». Для организации, попавшей в данную зону, характерна тенденция снижения объёмов реализации продукции и сотрудничество с несколькими поставщиками основного сырья и потребителями готовой продукции, расположенными на территории разных государств. При этом в случае, когда хотя бы по одному из выделенных критериев указанное условие (нахождение партнёров на территории различных государств) не выполняется, организация смещается в следующую зону (зону F). Организации, помещённой в зону E, необходимо работать над повышением объёмов реализации готовой продукции как залога перемещения в «зелёный» сегмент матрицы коммерческой устойчивости.

– Зона F – уровень коммерческой устойчивости производственной организации, помещённой в данную зону, может быть оценён как «низкий». Для организации,

попавшей в данную зону, характерна тенденция снижения объёмов реализации продукции и сотрудничество с несколькими поставщиками основного сырья и потребителями готовой продукции, расположенными на территории одного государства. При этом в случае, когда хотя бы по одному из выделенных критериев указанное условие (сотрудничество с несколькими партнёрами) не выполняется, организация смещается в следующую зону (зону G). Организацией, помещённой в данную зону, для повышения уровня коммерческой устойчивости необходимо работать над расширением международных партнёрских связей.

– Зона G – уровень коммерческой устойчивости производственной организации, помещённой в данную зону, может быть оценён как «критический». Для организации, попавшей в данную зону, характерна тенденция снижения объёмов реализации продукции и сотрудничество с одним поставщиком либо одним потребителем готовой продукции. Организация, находящаяся в данной зоне, несмотря на уровень общей устойчивости организации находится на грани его снижения и полной остановки производственной деятельности.

– Зона H – уровень коммерческой устойчивости производственной организации, помещённой в данную зону, может быть оценён как «неприемлемый». Для организации, попавшей в данную зону, характерна тенденция снижения объёмов реализации продукции и сотрудничество только с одним поставщиком и одним потребителем готовой продукции. Руководству организации, находящейся в данной зоне, несмотря на уровень общей устойчивости организации необходимо уделить пристальное внимание поиску альтернативных поставщиков основного сырья и потенциальных потребителей готовой продукции.

Резюмируя вышеперечисленное, можно заключить, что всем производственным организациям, помещённым в «красный» сегмент, необходимо работать над увеличением объёмов реализации готовой продукции и над пересмотром ассортиментной стратегии.

АПРОБАЦИЯ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КОММЕРЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Апробация предложенной модели коммерческой устойчивости производственной организации будет осуществляться на примере двух субъектов хозяйствования, расположенных в городе Витебске (Республика Беларусь) – ОАО «Витебский приборостроительный завод» (далее ОАО «ВПЗ») и ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов» (далее ОАО «ВЗЭП»).

Выбор данных организаций обусловлен целым рядом объективных факторов. Так, указанные организации работают в одном направлении производственной деятельности, который можно условно обозначить как приборостроение, однако при этом они не являются конкурентами, так как производимые ими приборы имеют различное назначение. Данные организации сопоставимы по численности персонала и имеют одинаковую форму собственности. Они расположены в одном регионе и связаны исторически, так как в конце восьмидесятых годов прошлого века составляли единое производственное объединение.

Построив по предложенной методике матрицы коммерческой устойчивости, было определено, что уровень коммерческой устойчивости ОАО «ВПЗ» можно оценить как «низкий» (зона F), а уровень коммерческой устойчивости ОАО «ВЗЭП» как «достаточный» (зона C).

В первую очередь разница в уровне коммерческой устойчивости данных организаций связана с тем обстоятельством, что у ОАО «ВПЗ» в 2011 году отмечалось снижение объёмов отгруженной продукции по сравнению с 2010 годом, в то время как ОАО «ВЗЭП» объём отгруженной продукции увеличило по сравнению с 2010 годом.

Однако необходимо отметить, что ОАО «ВПЗ» работает в двух направлениях производственной деятельности, условно обозначенных как производство фурнитурной продукции и производство часовой продукции, и в случае снижения спроса на товары, производимые в одном из направлений, остаётся вероятность того, что сохранится устойчивый спрос на товары, производимые в другом направлении производственной деятельности. В свою очередь, ОАО «ВЗЭП» работает в одном направлении производственной деятельности и в случае падения спроса на приборы, применяемые при производстве автотракторной техники, может оказаться на грани остановки производственного процесса.

Уровень успешности деятельности данных организаций в сфере снабжения основным сырьём, необходимым для осуществления оказывающих влияние на уровень коммерческой устойчивости направлений деятельности, можно, с определёнными оговорками, назвать сопоставимым.

Однако ОАО «ВПЗ» в каждом направлении производственной деятельности работает с несколькими потребителями готовой продукции, в то время, как ОАО «ВЗЭП» 67,5 % произведённых автотракторных приборов поставляет одному единственному потребителю, что ставит его в некоторую зависимость от него.

Направления производственной деятельности ОАО «ВПЗ», оказывающие влияние на уровень его коммерческой устойчивости, помещены в результате построения матрицы в различные квадранты. Из этого следует, что они обладают различным уровнем коммерческой устойчивости. Так, производство часовой продукции (зона F) является менее коммерчески устойчивым, нежели производство фурнитурной продукции (зона E). Следовательно, для повышения уровня коммерческой устойчивости ОАО «ВПЗ» необходимо, помимо проведения работы по увеличению объёмов отгружаемой потребителям продукции, либо повысить уровень устойчивости направления производственной деятельности, обозначенного нами как производство часовой продукции, либо, сократив объёмы производства данных изделий, использовать высвободившиеся производственные мощности для увеличения объёмов производства и реализации фурнитурной продукции.

В свою очередь ОАО «ВЗЭП» для повышения уровня коммерческой устойчивости необходимо сохранить положительное изменение динамики объёмов отгружаемой продукции, проработать вопрос о возможности приобретения части основного, применяемого при производстве автотракторных приборов, сырья за пределами Республики Беларусь и, что имеет наиболее существенное значение, расширить рынки сбыта готовой продукции. Поскольку выявленная ситуация, при которой 67,5 % производимой в рамках единственного, способного оказывать влияние на уровень коммерческой устойчивости направления деятельности поставляет одному единственному потребителю готовой продукции, может привести к самым тяжёлым последствиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка коммерческой устойчивости согласно представленной модели в первую очередь актуальна для организаций, осуществляющих производство продукции производственно-технического назначения, которая имеет достаточно ограниченный круг партнёров.

Необходимо отметить тот факт, что данная модель в первую очередь ориентирована на товары, находящиеся на стадии зрелости и роста, как товары, обеспечивающие максимальный уровень продаж. Что касается оценки устойчивости товаров, находящихся на стадии внедрения на рынок, то на уровень общей устойчивости организации они оказывают лишь незначительное влияние, которое усиливается лишь при переходе товара на следующую стадию жизненного цикла.

Практическая значимость представленной модели заключается в возможности оценить действительный уровень коммерческой устойчивости промышленной организации в настоящих условиях согласно каждому из осуществляемых организацией видов деятельности. На основании полученных данных руководство организации сможет принимать обоснованные управленческие решения в части проведения ассортиментной политики, а также разработать ряд мероприятий по повышению уровня коммерческой устойчивости организации.

Список использованных источников

1. Тавасиев, А. М. Банковское дело: базовые операции для клиентов / под ред. А. М. Тавасиева. – Москва : Финансы и статистика, 2005. – 63 с.
2. Стоянова, Е. С. Финансовый менеджмент – теория и практика / Е. С. Стоянова. – Москва : Эскмо, 2001. – 134 с.
3. Ахметзянова, Д. Г. Бухгалтерский учёт и анализ в системе обеспечения финансовой устойчивости коммерческой организации / Д. Г. Ахметзянова. – Казань : Черника, 2010. – 115 с.
4. Дуванова, Е. А. Развитие механизма повышения устойчивости торговых организаций / Е. А. Дуванова. – Ульяновск : Ульяновская областная типография, 2010. – 84 с.
5. Корчагина, Е. В. Анализ и оценка экономической устойчивости в структурах предпринимательства / Е. А. Корчагина. – Санкт-Петербург : СПбГУЭФ, 2002. – 145 с.
6. Булгаков, Ю. В. Бизнес-планирование темпов и пропорций развития / Ю. В. Булгаков // Финансовый менеджмент. – 2008. – № 10. – С. 44-48.

Статья поступила в редакцию 25.10.2012.

SUMMARY

The definition of the commercial sustainability of the organization is given. Indicators are defined and the matrix estimation model of the commercial sustainability of the organization is developed. Matrix model of the commercial sustainability is approbated practically at the example of the two instrument engineering organizations what confirms its viability.

УДК 658

СБАЛАНСИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ: ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Т.В. Касаева, В.С. Рябиков

В современном мире многие компании внедряют новые технологии управления бизнесом, ориентированные на стратегию. Вместе с тем поставленных целей достигает незначительная часть компаний: по результатам статистических исследований [1] их доля составляет только 10 %. Основная причина такой ситуации – это несогласованность стратегических, тактических и оперативных планов. Следовательно, необходим действенный инструментарий реализации выбранной стратегии, основанный на координации управленческих решений и ориентированный на долгосрочную и краткосрочную реализацию.

На сегодня наиболее популярным и действенным инструментальным средством, позволяющим добиться синхронизации и сопряжения стратегических, тактических и оперативных целей, а также осуществлять управление на основе согласованных изменений, является сбалансированная система показателей (ССП).

Сбалансированная система показателей, как система комплексной оценки эффективности функционирования организации, позволяет обеспечить целенаправленный мониторинг деятельности организации, прогнозировать и предотвращать появление проблем, органично сочетает уровни стратегического и оперативного управления, контролирует наиболее существенные финансовые и нефинансовые показатели деятельности предприятия.

Степень достижения стратегических целей, эффективность бизнес-процессов и работы всего предприятия в целом, каждого его подразделения и каждого сотрудника определяется значениями так называемых ключевых показателей эффективности, которые тесно связаны с системой мотивации сотрудников. Показатели с их целевыми / плановыми значениями определяются таким образом, чтобы максимально охватить все критические области, влияющие на реализацию стратегии.

Сбалансированная система показателей позволяет руководству оценивать работу компании по четырем основным составляющим:

- финансовый аспект, задача которого заключается в том, чтобы дать представление о состоянии компании собственникам и инвесторам, используя финансовые показатели эффективности, отражающие влияние действующих направлений развития компании на улучшение состояния организации; в качестве направлений обычно выступают такие финансовые цели, как повышение рентабельности, темпов роста доходности для собственников; финансовые показатели тесно связаны с тремя группами других показателей и, по сути, являются результирующим фактором, характеризующим уровень устройства производственно-хозяйственной деятельности;

- аспект внутренних процессов, отвечающий на вопрос, какие процессы требуют оптимизации, на каких организации стоит сосредоточиться, от каких отказаться, то есть организация должна выявить и оценить основные области своей специализации, важнейшие технологии, необходимые для достижения устойчивого лидерства рынке, в каких областях следует совершенствоваться, подобрав соответствующие показатели;

- аспект отношений с потребителями необходим для оценки восприятия покупателей продукции организации, поскольку в современном мире мнение клиента о работе компании приобретает одно из первостепенных значений;

- аспект обновления и развития характеризует возможности, существующие для роста и развития компании, так как острая конкуренция на мировом рынке требует, чтобы компании постоянно совершенствовали уже выпускаемую ими продукцию, существующую технологию, повышали уровень квалификации сотрудников организации.

Согласно методике внедрения, разработанной авторами ССП Р. Капланом и Д. Нортеном, процесс ввода в действие сбалансированной системы показателей должен включать в себя следующие этапы:

- подготовительный этап разработки ССП;
- непосредственное создание ССП;
- каскадирование ССП;
- автоматизация процесса обеспечения ССП управленческой информацией.

На этапе подготовки к построению ССП необходимо разработать стратегию, определить перспективы и принять решение, для каких организационных единиц и уровней нужно разработать ССП. Одним из важных мероприятий при подготовке к разработке ССП является выбор перспектив. Рассмотрение различных перспектив при формировании и реализации стратегии является характерной чертой концепции сбалансированной системы показателей и ее ключевым элементом.

На этапе построения разрабатывается ССП для одной организационной единицы. Это может быть компания в целом, подразделение или отдел. При этом разработка ССП осуществляется путем выполнения следующих шагов: конкретизация стратегических целей; связывание стратегических целей причинно-следственными цепочками; выбор показателей и определение их целевых значений; определение связи показателей с бизнес-процессами; разработка стратегических мероприятий.

Этап каскадирования необходим для повышения качества стратегического управления во всех вовлеченных организационных подразделениях, поскольку цели и стратегические мероприятия из вышестоящих подразделений могут быть последовательно переданы в ССП нижестоящих подразделений. Тем самым повышается вероятность, что стратегические цели всего предприятия или крупных подразделений будут достигнуты.

Как правило, основная проблема, с которой сталкиваются предприятия, решившие внедрить у себя данную методологию, заключается в том, как в автоматическом режиме постоянно обеспечивать ССП новыми данными и поддерживать ее в рабочем состоянии. Поэтому полноценное использование ССП невозможно без специализированного компьютерного обеспечения.

В результате внедрения сбалансированной системы показателей организация должна получить современную, прогрессивную методику оценки эффективности функционирования, позволяющую руководству видеть состояние организации в целом, не упуская из внимания всех важнейших параметров.

Тем не менее, анализ текущих условий функционирования субъектов национальной экономики позволяет сделать вывод о том, что существует ряд проблем, препятствующих внедрению ССП в отечественных организациях. Среди них можно выделить:

- отсутствие полноценного параметрического описания всех процессов, связанных с производственно-хозяйственной деятельностью организации;
- нехватка информации о состоянии рынка и тенденциях его изменения и развития;
- недостаточное внимание к постоянно изменяющимся процессам в среде функционирования организации;
- незрелость рыночных механизмов и следующая из этого невозможность расчета некоторых ключевых, с точки зрения разработчиков ССП, показателей.

Исходя из этого, авторами ставилась основная задача: исследовать возможности адаптации ССП для условий хозяйствования субъектов национальной экономики и разработать инструментарий ее использования для реальной промышленной организации. Прежде всего, авторами предлагаются следующие этапы разработки и внедрения сбалансированной системы показателей, подходящие для использования в белорусских реалиях:

- описание ключевых процессов функционирования организации;
- формирование параметров, описывающих эти процессы, и накопление по ним управленческой информации;
- определение показателей, способных охарактеризовать сформированные параметры;
- определение стратегических перспектив развития организации;
- выбор ключевых показателей эффективности и установление их целевых значений;
- непрерывное отслеживание значений ключевых показателей эффективности как относительно целевых значений, так и в динамике;
- автоматизация режима обеспечения ССП новыми данными и поддержка ее в рабочем состоянии.

Процедуру внедрения ССП предлагается начать снизу вверх – через параметрическое описание процессов компании сформировать систему показателей эффективности, постепенно преобразовывая представления в количественные данные, которые можно измерить и на которые можно повлиять.

Это связано с тем, что на большинстве отечественных организаций отсутствует полнота информации о внутренних процессах. И поскольку последние не формализованы, не задокументированы, то организация функционирует по сложившимся традициям, а не по четким внутренним законам, что невозможно и не имеет смысла при использовании ССП. Кроме того, реалии белорусской экономики таковы, что зачастую у компаний нет достоверной информации о состоянии и развитии рынков, имеющаяся в распоряжении информация носит описательный характер.

По мере накопления информации осуществлять необходимо анализ внутренней и внешней среды, добиваться понимания их взаимодействия. И уже на этой основе, посредством расширения имеющейся системы показателей эффективности, трансформировать ее в полноценную сбалансированную систему показателей, основанную на стратегических перспективах развития организации, включающую необходимые показатели эффективности.

Этап отслеживания значений показателей не заканчивается при внедрении ССП и длится в течение всего времени использования ССП. Отслеживание проводится как относительно целевых значений, что позволит оценить степень развития организации в рамках стратегических целей, так и в динамике, что поможет определить направление и темп продвижения, а также даст возможность принимать меры до появления кризисных ситуаций.

Автоматизация режима обеспечения ССП новыми данными необходима для того, чтобы проделанная в каждой конкретной организации работа по внедрению ССП не была напрасной, и руководство как организации в целом, так и его структурных подразделений имело возможность видеть состояние организации в целом, а также степень ее продвижения к поставленным целям.

С учетом различий в среде и условиях функционирования зарубежных и отечественных организаций, вариация показателей, которые могут быть использованы в ССП, существенна. В таблице представлены ключевые показатели с точки зрения предприятий в развитой рыночной экономике и рекомендуемые авторами работы для использования в условиях РБ.

Следует сказать, что основным критерием для включения того или иного показателя в состав рекомендуемых выступало мнение отечественных специалистов в области оценки эффективности функционирования организаций, занимающихся как теоретическими вопросами развития организаций, так и практическим применением новых методик оценки функционирования организаций.

Следует добавить, что, например, такие показатели, как прибыль на одну акцию, рентабельность чистых активов, коэффициент маржинального дохода и т. д., применяемые повсеместно за рубежом, могут быть рассчитаны и для отечественных организаций, но, по опросу отечественных экономистов, их смысловая нагрузка и ценность для собственников и инвесторов существенно ниже, чем для организаций, функционирующих в рыночной экономике.

Апробация предложенной методики использования ССП была проведена на примере ОАО «Витебские ковры».

Основанием для определения ключевых процессов функционирования организации и их параметров являлись характеристики базовых процессов для среднестатистической организации данного профиля. Далее на основании полученных параметров подобраны показатели эффективности.

Таблица – Показатели, включаемые в сбалансированную систему показателей

| Возможные показатели | Рекомендуемые в условиях РБ |
|--|--|
| Финансовые показатели | |
| <ul style="list-style-type: none"> – прибыль на одну акцию (EPS); – коэффициент соотношения рыночной и балансовой стоимости акций (М/В); – экономическая добавленная стоимость (EVA); – рыночная добавленная стоимость (MVA); – показатель совокупной акционерной доходности (TSR); – рентабельность чистых активов (RONA); – коэффициент маржинального дохода; – добавленная стоимость на одного сотрудника и др. | <ul style="list-style-type: none"> – коэффициенты ликвидности; – запас финансовой устойчивости; – коэффициент платежеспособности; – коэффициенты деловой активности; – рентабельность активов (ROA); – рентабельность продаж / продукции; – рентабельность краткосрочного / долгосрочного / перманентного капитала; – длительность самофинансирования; – показатели финансовой устойчивости и др. |
| Показатели внешнего окружения (клиентский аспект) | |
| <ul style="list-style-type: none"> – объем продаж на одного потребителя; – удельный вес заключенных сделок в общем количестве контактов с потребителями; – количество потерянных покупателей; – расходы на обслуживание одного потребителя; – доля рынка; – доля новых товаров в общем объеме продаж; – удовлетворенность потребителей др. | <ul style="list-style-type: none"> – доля рынка; – уровень цен по отношению к среднему по рынку; – доля новых покупателей в общем количестве; – объем продаж на одного потребителя; – количество рекламаций; – удельный вес качественно выполненных заказов; – рекламные затраты и др. |
| Показатели внутренних процессов | |
| <ul style="list-style-type: none"> – среднее время принятия решения; – затраты на исправление ошибочных управленческих решений; – длительность инновационного цикла; – удельный вес расходов на информационные системы в общей сумме административных расходов; – уровень совершенства производственных процессов и др. | <ul style="list-style-type: none"> – затраты на 1 руб. товарной продукции; – прибыль на 1 руб. материальных затрат; – материалоотдача / материалоемкость; – прирост производительности труда; – фондоотдача / фондоемкость; – средняя трудоемкость изделия; – затраты на инновационную деятельность и др. |
| Показатели обновления и развития | |
| <ul style="list-style-type: none"> – количество зарегистрированных патентов; – индекс доверия сотрудников компании; – индекс удовлетворенности сотрудников компании; – индекс мотивированности персонала; – индекс лидерства; – продолжительность проектов по исследованиям и разработкам; – коэффициент эффективности управления и др. | <ul style="list-style-type: none"> – коэффициент эффективности управления (выручка на 1 рубль административных расходов); – количество реализованных инновационных проектов; – прибыль на одного сотрудника; – коэффициент текучести кадров; – доля затрат на переподготовку и повышение квалификации персонала; – производительность труда сотрудников управления и др. |

Источник: собственная разработка.

Принципиальная сложность этапа определения целевых значений тех или иных показателей состоит в том, чтобы найти реально достижимый уровень, однако это действительно важно и способно принести наивысшие результаты. Как основу, от которой можно отталкиваться при определении целевых значений показателей, предлагается использовать значения ключевых показателей эффективности у организаций-конкурентов, в особенности отечественных и из стран ближнего зарубежья, поскольку среда функционирования для них примерно одинакова, и по значениям показателей эффективности можно судить о степени адаптированности организации к текущим условиям.

Например, при установлении целевых значений показателей ОАО «Витебские ковры» критерием для их определения были использованы значения показателей эффективности компаний-конкурентов: ОАО «Люберецкие ковры» (РФ), ООО «Нева-Тафт» (РФ), ООО «Балттекстиль» (РФ), ЗАО «Меринос ковры и ковровые изделия» (РФ). Также другим параметром, от которого отталкивались авторы при определении целевых значений, является точка зрения сотрудников каждого конкретного подразделения организации по поводу целевых значений показателей эффективности в ближайшей перспективе.

Результаты проводимого анализа авторами статьи предлагается изображать в виде схемы общего состояния организации, характеризующей состояние каждого из основных параметров в отдельности, и их общее влияние на организацию в целом.

На рисунке 1 представлена общая схема состояния ОАО «Витебские ковры» в 2011 г. с точки зрения достижения целевых значений показателей эффективности.

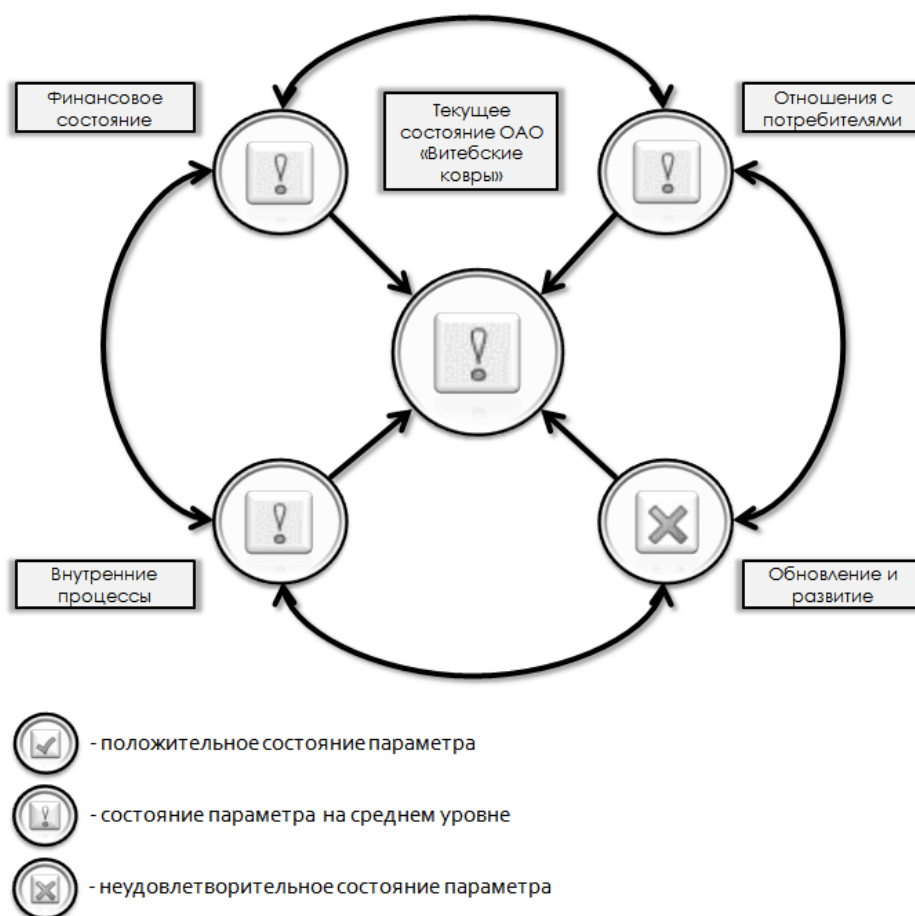


Рисунок 1 – Схема общего состояния ОАО «Витебские ковры» с точки зрения достижения целевых значений показателей

Источник: собственная разработка.

Анализ важнейших аспектов, охваченных ССП, позволил сделать вывод, что организации необходимо больше внимания уделять таким важным параметрам работы, как внутренние процессы и обновление и развитие организации, так как в перспективе негативное состояние данных параметров может привести к крайне неблагоприятному ее состоянию, в то же время положительное состояние позволит улучшить состояние остальных параметров функционирования, приобрести дополнительные конкурентные преимущества, стабильно и динамично развиваться.

Несмотря на то, что зарубежная методика использования сбалансированной системы показателей предполагает анализ значений показателей эффективности только относительно их целевых значений, при применении ССП, по мнению авторов, целесообразно учитывать и динамику изменения ключевых показателей эффективности.

Так, при анализе динамики основных показателей эффективности ОАО «Витебские ковры» за 2010 – 2011 гг. были получены следующие результаты (рисунок 2).

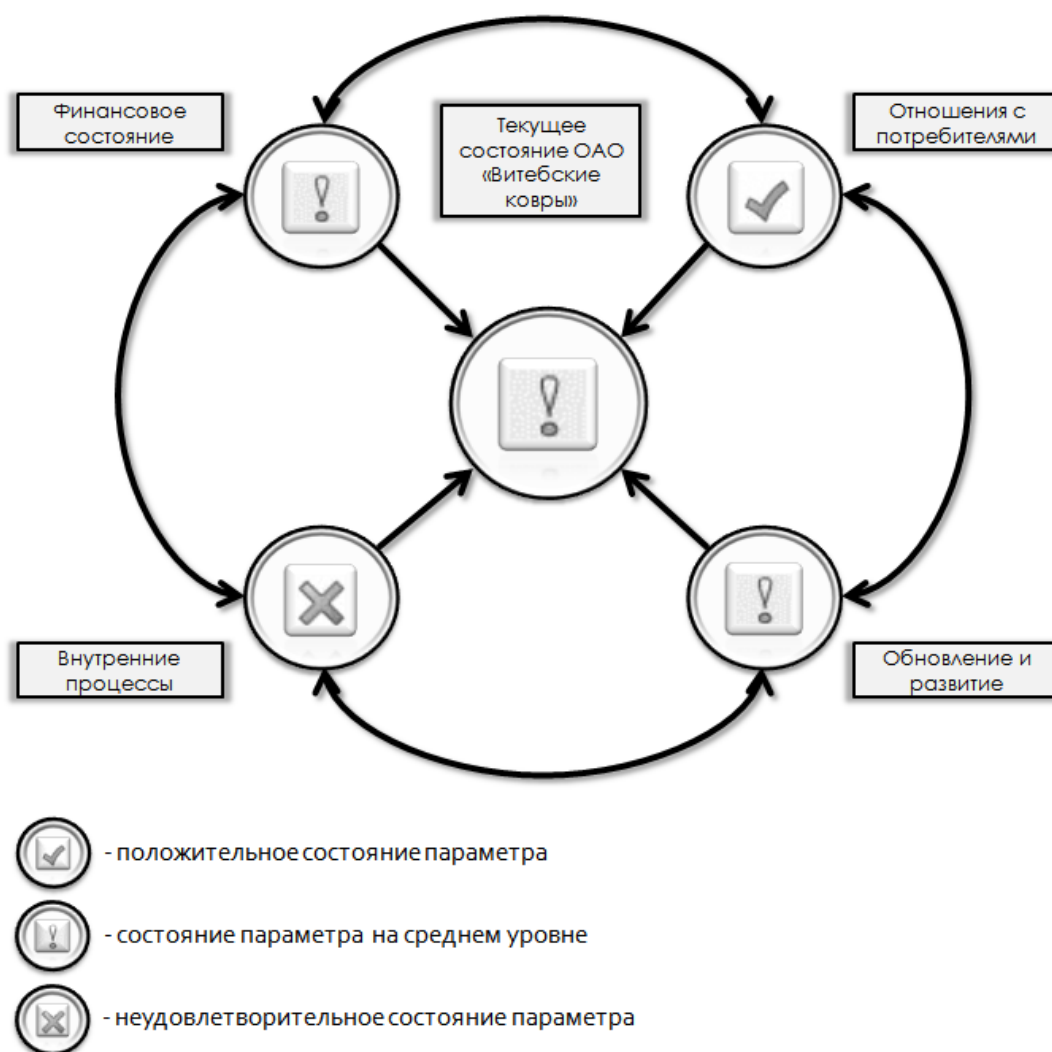


Рисунок 2 – Схема общего состояния ОАО «Витебские ковры» на основе динамики изменения показателей эффективности

Источник: собственная разработка.

Анализ динамики изменения показателей эффективности позволяет определить тенденции в изменении состояния основных параметров функционирования организации, степень их влияния на общий результат. Может сложиться такая ситуация, что в данном отчетном периоде параметры имеют положительные значения,

но при этом наблюдается тенденция их снижения по сравнению с прошлым периодом. Это означает, что у организации существует риск получить в перспективе по этому параметру неудовлетворительное состояние. В исследуемой организации, например, это касается параметров, характеризующих внутренние процессы. В то же время параметры обновления и развития, имеющие положительную тенденцию, могут достигнуть с большей вероятностью целевых значений.

Для выполнения последнего этапа внедрения ССП – автоматизации процесса обеспечения сбалансированной системы показателей информацией и поддержка ее в рабочем состоянии – авторами статьи было разработано компьютерное приложение Имперіум 1.0, представляющее собой готовое решение для оперативной и качественной оценки эффективности работы компании посредством автоматизации системы управления ключевыми показателями эффективности. Созданное приложение поможет разработать всесторонний и детальный план, который в то же время может быть достаточно гибким, позволяя умело действовать при возникновении неожиданных ситуаций, поможет не только держать в уме, но и зримо видеть общую картину и фокусироваться на конечной цели, но при этом не забывать о небольших, но важных деталях.

Программа позволяет спроектировать системы показателей компании любой сложности, используя как уже существующие концепции, в частности, сбалансированную систему показателей, так и формируя свою собственную систему ключевых показателей эффективности. При этом программа решает весь спектр задач, связанных с автоматизацией системы ключевых показателей эффективности.

В приложении предусмотрено создание целевых показателей, отображающих значение в контексте целевых / плановых показателей и зон риска. Расчет производится с использованием формул и алгоритмов как на основе введенных вручную данных, так и на основе значений других показателей. Логика расчетов показателей реализуется в программе посредством использования: всевозможных формул и алгоритмов расчета. Система настройки и расчета показателей реализована с использованием объектно-ориентированного подхода, что обеспечивает гибкость, прозрачность, простоту и удобство управления.



Рисунок 3 – Интерфейс программы Имперіум 1.0.
Фрагмент панели выбора показателей

Источник: собственная разработка.

Удобство и наглядность представления показателей и их систем существенно влияют на скорость восприятия и качество анализа большого объема разнородных данных, отражающих деятельность компании. Система позволяет осуществлять контроль как операционных показателей, так и ключевых показателей деятельности компании.

На рисунке 4 представлен один из элементов интерфейса приложения – панель показателей. Она служит для наглядного представления наиболее важных показателей, систем показателей в комбинированном виде. Панель показателей используется управленческим персоналом для мониторинга деятельности организации как средство оперативной поддержки принятия управленческих решений. Настройка производится индивидуально для каждого пользователя в соответствии с наиболее значимыми для него показателями, границами ответственности и желаемым графическим видом элементов.



Рисунок 4 – Интерфейс программы Имперium 1.0. Панель показателей

Источник: собственная разработка.

Выгоды от использования разработанного программного обеспечения:

- всестороннее понимание хозяйственной деятельности во всех взаимосвязях внутренних и внешних процессов; рост темпов достижения стратегических целей;
- целенаправленное сосредоточенное распределение всех ресурсов организации;
- оценка эффективности управленческих решений в рамках поставленных целей компании;
- получение первостепенной управленческой информации в обобщенном систематизированном виде, доступном для понимания; персональная ответственность руководящего состава и рядовых сотрудников за выполнение закрепленных за ними показателей;
- возможность видеть полную картину состояния организации, не упуская ни одного из параметров деятельности организации.

Интерфейс программы Имперіум 1.0 реализован в едином стиле. С одной стороны, он сочетает в себе простоту и интуитивную понятность, а с другой – достаточность необходимого инструментария для анализа и мониторинга систем показателей и аналитики компании (рисунок 5).

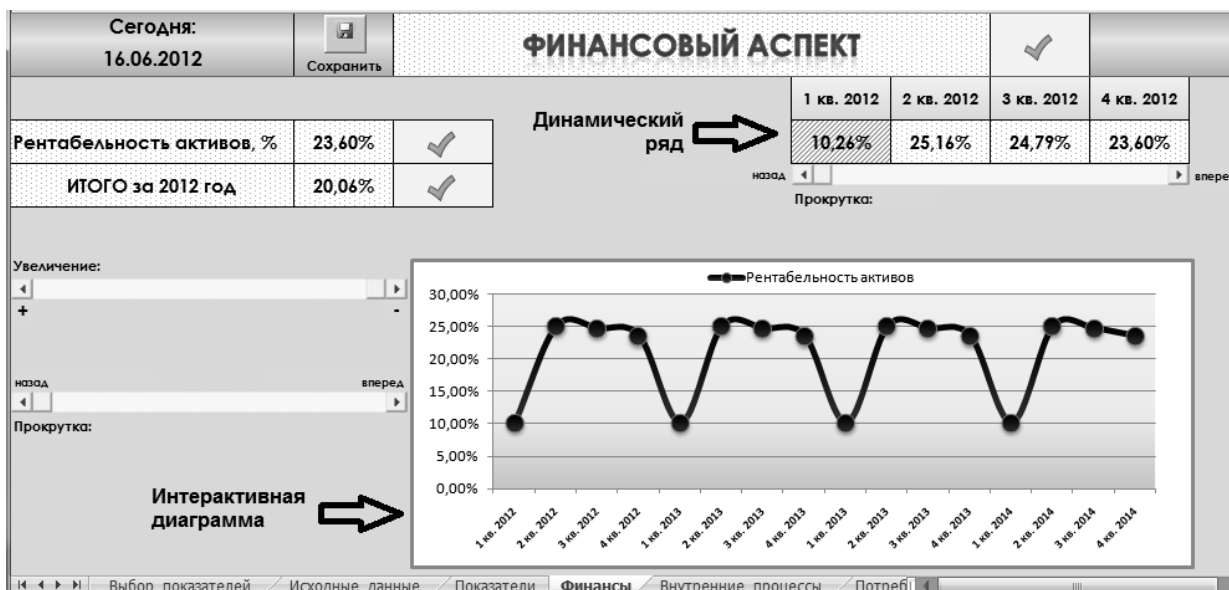


Рисунок 5 – Интерфейс программы Имперіум 1.0. Аналитические инструменты

Источник: собственная разработка.

Разработанное программное обеспечение полностью соответствует требованиям, предъявляемым методикой ССП, позволяет осуществлять комплексную оценку эффективности функционирования организации, делает более четким видение состояния предприятия, так как обращает внимание пользователя на наиболее важные параметры работы, требующие принятия мер по улучшению, при этом информация предоставляется в максимально наглядном виде, так как разработанный интерфейс, обеспечивает интерактивность и анимацию всех форм представления данных и сочетает в себе с одной стороны простоту и интуитивную понятность, а с другой – достаточность необходимого инструментария для мониторинга систем показателей.

Таким образом, сбалансированная система показателей является одной из наиболее ярких методик, позволяющих в максимальной степени отражать потребности компании в управленческой информации и способствовать ее развитию. Главным преимуществом данной системы необходимо назвать возможность рассмотрения показателей эффективности во взаимосвязи и взаимодействии, а также выявления влияния каждого из них на общее состояние организации. Кроме того, другим достоинством данной системы является многоаспектность рассматриваемых ею параметров эффективности функционирования организации. Несмотря на то, что применение оригинальной методики внедрения и использования ССП в полном объеме для большинства отечественных организаций в текущих условиях сопряжено с большими сложностями, существует возможность модифицировать способы и приемы ССП для условий национальной экономики, что было изложено авторами статьи в виде адаптированной методологии внедрения и использования сбалансированной системы показателей, включающей поэтапное описание процесса ввода в действие ССП, способы подбора показателей эффективности и определения их целевых значений. Предложенное решение полностью соответствует требованиям сбалансированной системы показателей и делает процесс внедрения более результативным и качественным.

Список использованных источников

1. Бойко, Н. Е. Интеграция сбалансированной системы показателей в систему управления предприятием / Н. Е. Бойко // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2007. – № 43 – 1. – С. 58-60.

Статья поступила в редакцию 11.03.2013.

SUMMARY

Investigation of application possibility of the Balanced Scorecard in the conditions of national economy is conducted. The adapted technique of BSC implementation and using by national organizations including step-by-step description of the implementation process and formation technique of the key performance indicators system is developed. The software for increasing the efficiency and BSC application quality is created.

УДК 658.8:005.523

МАРКЕТИНГОВОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВЫХ ИННОВАЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е.И. Нагорный

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДО НАЧАЛА ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ АВТОРАМИ

На современном этапе развития постсоветских экономик особое значение приобретает процесс создания инновационной продукции. Из многочисленных литературных источников известно [1, 2, 3, 4, 5], что он состоит из определенных последовательных этапов, начиная от формирования целей и генерации идей и заканчивая пробным пуском и выводом инновационной продукции на рынок. Общность подходов к видению процесса создания инновационной продукции воспринимается как свидетельство его правильности. На практике использование процесса позволяет создать инновационный продукт, но не гарантирует его успеха на рынке из-за высокого риска (табл. 1).

Таблица 1 – Масштабы провалов на рынке новых и инновационных продуктов (составлено по результатам [6; 7; 8; 9; 10; 11])

| | Источника информации | Год | Страна | Все продукты | Потребительские продукты | Продукты промышленного назначения |
|---|---------------------------|-----------|--------|--------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Booz, Allen & Hamilton | 1963-1968 | США | - | 33 % | - |
| 2 | Nielsen Research Company | 1971 | США | - | 53 % | - |
| 3 | Hopkins P.S., Bailey C.L. | 1971 | США | 80 % | - | - |
| 4 | Pomykalski F. | 1975 | Польша | - | - | 46 % |
| 5 | Crawford C.M. | 1979 | США | 35 % | 30 – 35 % | 20 – 25 % |
| 6 | Booz, Allen & Hamilton | 1982 | США | - | 35 % | - |

Окончание таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|----------------|---------------------------|------------------|--------------|--------|
| 7 | The Association of National Advertisers | 1984 | США | 27 % – 46 % | - | - |
| 8 | Krawiec F. | 1988 – 1989 | Польша | - | - | 22 % |
| 9 | Edgett S, Shipley D., Forbes G. | 1990 – 1992 | Япония, Великобритания | 40,2 % 45,7 % | - - | - - |
| 10 | Page, Albert L. | 1990- 1993 | США | - | - | 42 % |
| 11 | Jasiriski A. | 1990 – 1994 | Польша | 16 % | 14 % | 17 % |
| 12 | Kuczmarski & Associates | 1993 | США | - | - | 47 % |
| 13 | Nielsen Bases (Booz Allen Sales Estimating System) и Ernst & Young | 1998- 1999 | США Европа | - - | 95 % 90 % | - |
| 14 | Cooper R.G. | 1999 | Канада | 25 – 45 % | - | - |
| 15 | Чухрай Н.И. | 2002 | Украина (Львовская обл.) | 28 % | - | - |
| 16 | Kevin J. Clancy | 2006 | США | 90 % | - | - |

Так, в США и Канаде, по разным подсчетам, обречены на провал в среднем 55 % потребительских товаров и 37 % промышленных товаров, в странах ЕС – соответственно 50 % и 28 %, а в Японии – 40 % всех товаров. В Украине данный показатель составляет 28 %.

Также необходимо представить результаты смертности идей инновационных товаров (табл. 2). В целом только каждая 200-я идея получает коммерческое воплощение, то есть всего 0,5 % замыслов становятся реальностью.

Таблица 2 – Смертность идей новых продуктов [6, 11, 12, 13, 14]

| | Источник информации | Год | Количество провальных идей | Количество успешных идей |
|---|------------------------|------|----------------------------|--------------------------|
| 1 | Page, Albert L. | 1990 | 11 | 1 |
| 2 | Theys F. | 1994 | 19 | 1 |
| 3 | Group EFO | 1995 | 25 | 1 |
| 4 | Booz, Allen & Hamilton | 1998 | 58 | 1 |
| 5 | Перерва П.Г. | 2005 | 100 | 1 |
| 6 | Длигач А. | 2009 | 200 | 1 |

Высокая смертность новых товаров связана с рядом причин как технического, так и маркетингового характера, а также практически полным отсутствием маркетингового тестирования инновационной продукции производителем, целевыми потребителями, обществом, рынком.

Маркетинговое тестирование является новым для практики деятельности отечественных предприятий и по-разному трактуется в литературных источниках, хотя некоторые его виды и инструменты широко применяются на этапах инновационного цикла (например, инструменты и методы пробного маркетинга). Исследованию проблематики маркетингового тестирования посвящены работы таких отечественных и зарубежных ученых, как С.Н. Ильяшенко [16], Ю.В. Каракая [15], Ф. Котлера [2], Р.Г. Купера [9], Ж.-Ж. Ламбена [6], П.Г. Перервы [13], О.М. Хотящевой [17]. Все они рассматривают лишь отдельные, единичные процессы тестирования инновационных продуктов на отдельных этапах разработки, определенным образом раскрывают их содержание. Одновременно в научной литературе отсутствует комплексный подход к проведению маркетингового тестирования на протяжении всего инновационного цикла разработки продукции. Отсутствие требования комплексности свидетельствует о высокой вероятности совершить ошибку при проектировании и разработке инновационной продукции. Это в конечном итоге приведет к появлению на рынке неподготовленной продукции или продукции, которая не только не будет соответствовать потребностям и запросам потребителей, но и доходы от ее продажи не покроют всех понесенных расходов.

ЦЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕННОЙ РАБОТЫ И ЗАДАЧИ, КОТОРЫЕ БЫЛИ РЕШЕНЫ ДЛЯ ЕЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Целью данной работы является разработка научно-методических основ маркетингового тестирования промышленной инновационной продукции. Согласно поставленной цели был сформулирован следующий комплекс задач: проанализировать организационно-экономические предпосылки необходимости внедрения процедуры маркетингового тестирования; усовершенствовать теоретико-методический подход к маркетинговому тестированию на этапах инновационного цикла разработки продукции; предложить научно-методический подход, с помощью которого принимается решение о готовности инновационной продукции к выходу на рынок.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ Методологической основой данного исследования является диалектический метод научного познания, положения современной экономической теории, экономического риска, современные концепции управления инновационной деятельностью. Для решения поставленных задач были использованы: сравнительный и статистический анализ – при исследовании необходимости внедрения процедуры маркетингового тестирования; системно-структурный анализ – для определения видов маркетингового тестирования на этапах инновационного процесса разработки продукции; метод логического обобщения – для уточнения понятия «маркетинговое тестирование», «пробный маркетинг»; экономико-математический анализ – при расчете комплексного показателя маркетингового тестирования.

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ, ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Обобщение литературных источников позволило сформировать авторское определение понятия «маркетинговое тестирование», как комплексный процесс выбора, оценки и отбора предмета маркетинговой апробации, проводимый на каждом этапе создания продукции, для поэтапного и общего определения уровня успешности инновационной продукции на рынке и в глазах целевых потребителей, а также определения степени готовности продукции к выходу на рынок. Предметом апробации могут быть – направления инновационного развития предприятия, источники идей, сами идеи, концепции, опытные образцы инновационной продукции, ее рыночные атрибуты, а также маркетинговая стратегия в целом.

Не следует путать понятие «маркетинговое тестирование» с понятиями «рыночное тестирование», «рыночный тест», «рыночная адекватность», «испытание в рыночных

условиях», «апробация продукции» и др., которые являются синонимами понятия «пробный маркетинг». Что касается пробного маркетинга, то его определение состоялось и сводится к следующему: пробный маркетинг – это заключительный этап процесса разработки, предусматривающий коммерческую реализацию небольшого количества продукции на одном или нескольких регионах рынка (репрезентативных ко всему рынку) на основе специально разработанной маркетинговой программы и в условиях, максимально приближенных к рыночным. Предмет апробации – опытный образец и маркетинговая стратегия.

Рассмотрим этапы полного инновационного цикла и соответствующие маркетинговые фильтры (инструменты тестирования), через которые должны просеиваться инновационные идеи, прежде чем одна из них воплотится в инновационную продукцию (табл. 3).

Таблица 3 – Проблемы, которые решает маркетинговое тестирование на этапах инновационного цикла разработки товара

| Этап инновационного цикла разработки товара | Вид маркетингового тестирования | Основные проблемы (задача), которые решаются | Маркетинговые фильтры (инструменты тестирования) |
|--|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Анализ соответствия внутренних возможностей развития внешним | Тестирование направлений и видов инновационной деятельности | Проверка, насколько существующие направления и виды деятельности предприятия отвечают современным условиям; анализ и оценка направлений и вариантов рыночных возможностей развития, которые открываются перед предприятием | Портфельные методы; SWOT-, PEST-, SNV-анализ |
| Генерация идей | Тестирование источников идей | Определение целевых потребителей, их потребностей, оценка и отбор оптимальных источников идей, а также методов генерации идей в рамках выбранных источников идей | Маркетинговые исследования потребителей; методы генерации идей инноваций |
| Отбор идей | Тестирование идей | Определение критериев отбора идей; критериальная оценка и отбор оптимальных идей продукции; тестирование возможности доведения идеи до уровня новых технологий, конструкций, продуктов, решений; предварительная оценка рыночных перспектив идеи; определения уровня новизны идеи и потребительской привлекательности, оценка рисков | Метод контрольных вопросов; метод критериев фильтрации; методика рейтинга идей; метод оценочной шкалы; маркетинговые исследования потребителей; пробные продажи идей |
| Разработка концепции продукции и ее проверка | Тестирование концепции продукции | Исследование концепции продукции целевыми потребителями, анализ, оценка и отбор оптимального из возможных альтернатив концепции продукции; оценка рыночных перспектив концепции и инновационного потенциала разработчика концепции, определение уровня новизны концепции, оценка рисков | Метод контрольных вопросов; модели балльной оценки; маркетинговые исследования потребителей; совместный анализ; матрица предпочтений потребителей |

Окончание таблицы 3

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|--|---|
| Исследование рынка и разработка стратегии маркетинга | Тестирование маркетинговой стратегии | Детальный анализ существующих и потенциальных потребностей потребителей, анализ потенциала рынка и ситуации его развития, анализ и отбор оптимальной маркетинговой стратегии; тест рыночных атрибутов продукции | Методы прогнозирования спроса; маркетинговые исследования потребителей |
| Бизнес-анализ | Тестирование намеченных целей и возможностей | Анализ и оценка интеллектуальных, научно-технических, производственных, маркетинговых возможностей и ресурсного обеспечения для воплощения инноваций в разрабатываемую продукцию; оценка экономической эффективности производства и реализации | Экономические методы (IRR, NPV); анализ безубыточности; функционально-стоимостной анализ; методы прогнозирования спроса |
| Разработка продукции | Тестирование опытного образца продукции и производственного процесса | Определение отношения потребителей к предлагаемым опытным образцам; оценка уровня качества опытного образца по сравнению с товарами-аналогами или товарами конкурентов; выбор оптимального опытного образца из нескольких вариантов; лабораторные и потребительские тесты опытных образцов; тест производства, анализ вариантов рабочей документации технической подготовки производства; оценка уровня новизны, оценка рисков | Испытания в лабораторных условиях; испытания в эксплуатационных условиях; портфельные методы; функционально-стоимостной анализ |
| Рыночные испытания продукции | Тестирование рынка (пробный маркетинг) | Финальная рыночная оценка разработанной инновационной продукции и ее маркетингового сопровождения: тестирование цены, сбытовой сети, мероприятий стимулирования сбыта и т.д.; анализ позиционирования разработанной продукции относительно аналогичной продукции конкурентов и собственного продуктового портфеля | Полевые и лабораторные маркетинговые исследования; компьютерное моделирование; потребительские тесты; тестирование продукции на стендах производителя; рыночные тесты |

Теоретико-методологические положения процедуры маркетингового тестирования содержат ряд методов и инструментов оценки, проверки и отбора наиболее жизнеспособных предметов маркетинговой апробации (идей, концепций, опытных образцов, стратегий маркетинга). Однако их выбор осуществлялся среди ряда им подобных, что еще не гарантирует рыночного успеха. Например, на этапе генерации идей может быть изобретено несколько сотен вариантов идей инновационной продукции. Все они пройдут через процедуру маркетингового тестирования, и на выходе предприятие получит несколько лучших идей. Однако лучшая не значит успешная! Поскольку может сработать правило отбора лучшей среди худших. А значит, возникает ситуация в дополнительной (финальной) проверке результатов маркетингового тестирования.

Оценку результатов маркетингового тестирования стоит, как это принято в экономике, осуществлять по определенным показателям-индикаторам. Анализ

многочисленных литературных источников, касающихся маркетинговых положений в области разработки инновационной продукции [2, 16, 18], позволят выделить следующие показатели-индикаторы маркетингового тестирования: новизна и конкурентоспособность инновационной продукции, потенциал инновационного развития, а также инновационный риск субъектов, участвующих в процессе создания новинки. Приведем характеристику каждого из показателей.

1. Новизна продукции. Является ключевым показателем при оценке результатов маркетингового тестирования. Если разработанная продукция не приобретет такого свойства, то после выхода такой продукции на рынок потребители не увидят ее отличительных свойств и не получат улучшения в удовлетворении своих существующих или новых потребностей. Вряд ли такая продукция получит рыночный успех. Во избежание такой ситуации возникает необходимость в расчете значения новизны продукции.

2. Конкурентоспособность продукции. Разработанную в результате инновационной деятельности инновационную продукцию нужно протестировать на ее соответствие условиям конкурентоспособности, то есть наличия в ее составе улучшенных технико-экономических показателей, новых функциональных возможностей, новых потребительских свойств и т. п., которые способны удовлетворить потребности и запросы потребителей более эффективным способом, чем существующая на рынке продукция. Специфика промышленного рынка обуславливает оценку ее конкурентоспособности по следующим частичным показателям:

- уровнем потребительской привлекательности продукции, то есть ее соответствие потребностям и запросам потребителей;
- уровнем качества. Оценка качества выполняется путем сравнения основных характеристик продукции с аналогичными характеристиками продукции конкурентов или с характеристиками «идеального» товара;
- уровнем затрат эксплуатации продукции на протяжении всего ее жизненного цикла.

3. Потенциал инновационного развития субъектов инновационного процесса, то есть их способность развиваться инновационным путем. Потенциал инновационного развития является комплексным показателем и состоит из следующих частных потенциалов, входящих в него как составляющие [16]:

- рыночный потенциал – способность рынка воспринять инновационные товары, то есть существование подкрепленного покупательной способностью фактического или потенциального спроса, или возможность его формирования;
- инновационный потенциал разработчика – способность разработчика воплотить достижения мирового научно-технологического развития в новые конкурентоспособные товары; то есть возможность использования различных новаций, знаний, умений, открытий, изобретений и других объектов интеллектуальной собственности для их перевоплощения разработчиком в инновационные товары;
- производственно-сбытовой потенциал производителя, то есть его способность разработать, изготовить, а потом и продать инновационную продукцию на рынке.

4. Инновационные риски субъектов инновационного процесса. Оценка инновационных рисков нужно проводить постоянно на протяжении всего инновационного цикла, для всех субъектов, принимающих в нем участие (разработчика, производителя, инвестора, потребителя, посредника, различных общественных и государственных институтов).

В рамках данного исследования комплексный показатель оценки результатов маркетингового тестирования предлагается рассчитывать на трех уровнях

представления инновационной продукции: на уровне идеи, концепции и опытного образца. Идея – наиболее общее представление об инновационной продукции и сфере ее использования; концепция – первые образы, макеты инновационной продукции с определенными технико-экономическими параметрами качества; опытный образец – фактически готовый прототип продукта. Необходимость рассмотрения продукции именно на этих уровнях обусловлена прозрачностью расчетов и удобством представления материала.

Комплексный показатель маркетингового тестирования рассчитывается по формуле

$$S^* = (S(x)_1, S(x)_2, S(x)_3, S(x)_4), \quad (1)$$

где S^* – комплексный показатель оценки результатов маркетингового тестирования; $S(x)_{1...4}$ – элементные показатели оценки результатов маркетингового тестирования ($S(x)_1$ – уровня новизны продукции; $S(x)_2$ – уровня конкурентоспособности; $S(x)_3$ – уровня инновационного риска; $S(x)_4$ – уровня потенциала инновационного развития).

Элементные показатели оценки результатов маркетингового тестирования предлагается рассчитывать по функциональной зависимости

$$S(x)_{1...4} = 1, \text{ если } x \geq x_{дост}, \quad (2)$$

$$S(x)_{1...4} = 0, \text{ если } x < x_{дост}, \quad (3)$$

где x – рассчитанное значение показателя-индикатора маркетингового тестирования на конкретном уровне представления продукции; $x_{дост}$ – значение достаточного уровня показателя маркетингового тестирования.

Методики расчета предложенных элементных показателей маркетингового тестирования приведены в многочисленных литературных источниках. В частности оценку уровня потенциала предлагается выполнять по [10, 16, 19], риска – по [10, 16, 20], конкурентоспособности продукции – по [2, 5, 16], а уровня новизны продукции – по [16].

Значения достаточных уровней того или иного показателя показаны на рисунке 1.

| Интегральная новизна идеи, концепции, опытного образца | | Конкурентоспособность идеи, концепции, опытного образца | | Инновационный риск | | Потенциал инновационного развития | |
|--|-----------------|---|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------|
| Значение показателя (N) | Уровень новизны | Значение показателя (K) | Уровень конкурентоспособности | Значение показателя (R) | Область риска | Значение показателя (P) | Уровень потенциала |
| 0, 80-1,00 | Высокий | 0, 80-1 | Высокий | 0, 75-1 | Недопустимый | 0, 80-1 | Высокий |
| 0, 60-0,79 | Значимый | 0, 60-0,79 | Выше среднего | 0, 5-0,75 | Критический | 0, 60-0,79 | Выше среднего |
| 0, 40-0,59 | Достаточный | 0, 40-0,59 | Средний | 0, 25-0,5 | Повышенный | 0, 40-0,59 | Средний |
| 0, 20-0,39 | Незначительный | 0, 20-0,39 | Ниже среднего | 0-0,25 | Минимальный | 0, 20-0,39 | Ниже среднего |
| 0-0,19 | Ошибочный | 0-0,19 | Низкий | 0 | Безрисковый | 0-0,19 | Низкий |

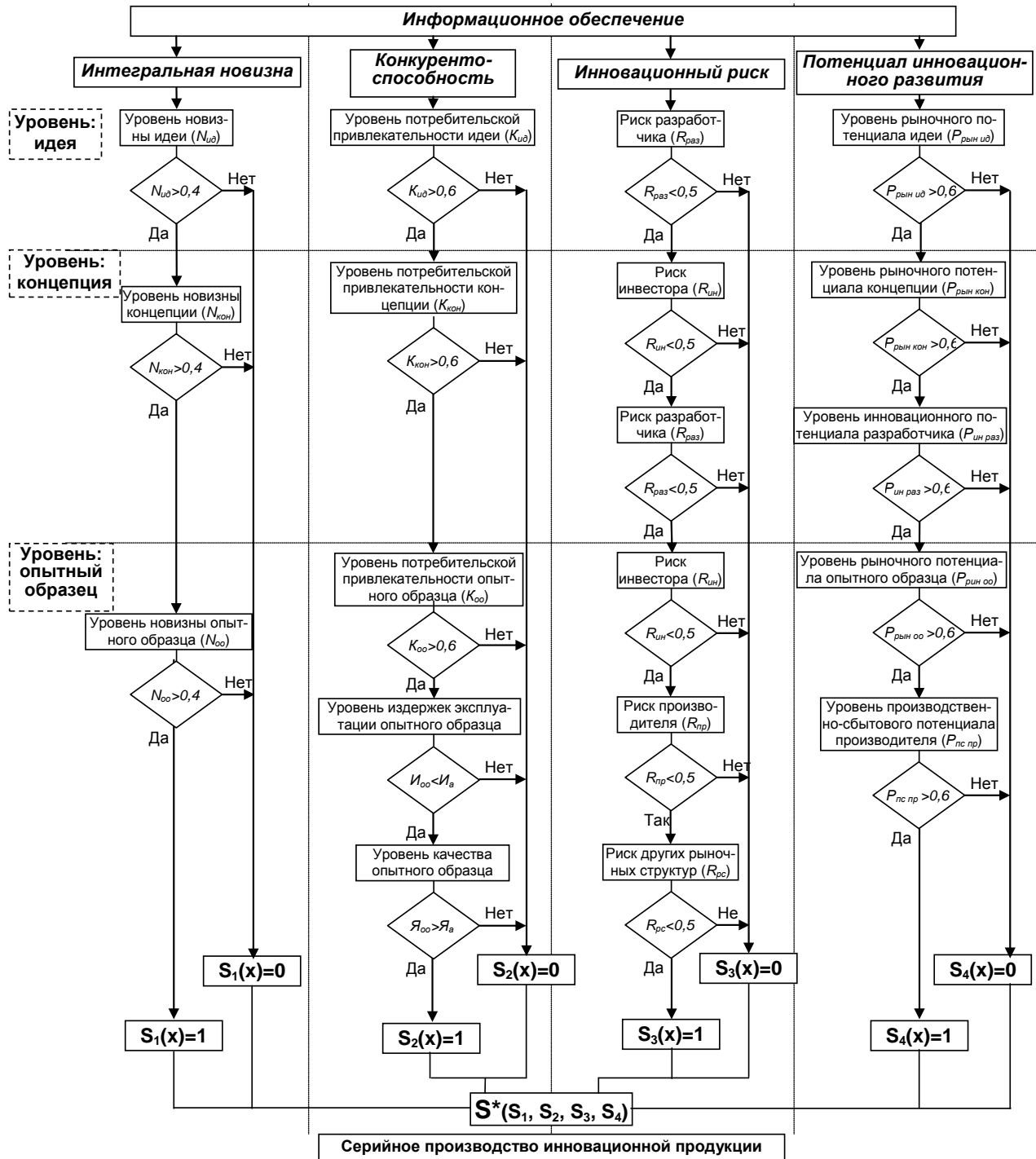
 – достаточность показателя-индикатора соответственно $S(x)_{1...4} = 1$

 – недостаточность показателя-индикатора соответственно $S(x)_{1...4} = 0$

Рисунок 1 – Возможные значения показателей-индикаторов маркетингового тестирования

Риск считаем приемлемым, если коэффициент риска находится в пределах от 0 до 0,5, уровень новизны является достаточным при значении более 0,4, потенциал инновационного развития и уровень конкурентоспособности являются достаточными при значениях более 0,6.

Графически методика формирования комплексного показателя маркетингового тестирования изображена на рис. 2.



Y_a – уровень качества опытного образца; Y_a – уровень качества товара аналога; $I_{оо}$ – уровень издержек эксплуатации опытного образца; I_a – уровень издержек эксплуатации товара аналога

Рисунок 2 – Формирование комплексного показателя маркетингового тестирования

Для расчета комплексного показателя маркетингового тестирования предлагается использовать матричную форму (табл. 4), которая обеспечивает удобство и прозрачность в интерпретации соответствующих результатов.

Таблица 4 – Матрица показателей-индикаторов маркетингового тестирования

| S (S ₁ , S ₂ , S ₃ , S ₄) | | | | Р И С К | | | |
|--|---|---|---------------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| | | | | Приемлемый | | Неприемлемый | |
| | | | | ПОТЕНЦИАЛ | | ПОТЕНЦИАЛ | |
| | | | | Достаточный | Недостаточный | Достаточный | Недостаточный |
| Н О В И З Н А | Д о с т а т о ч н а я | К О Н К У Р Е Н Т О С С О Б Н О С Т Ь | Достаточная | (1,1,1,1) | (1,1,1,0) | (1,1,0,1) | (1,1,0,0) |
| | | | Недостаточная | (1,0,1,1) | (1,0,1,0) | (1,0,0,1) | (1,0,0,0) |
| | Н е д о с т а т о ч н а я | К О Н К У Р Е Н Т О С С О Б Н О С Т Ь | Достаточная | (0,1,1,1) | (0,1,1,0) | (0,1,0,1) | (0,1,0,0) |
| | | | Недостаточная | (0,0,1,1) | (0,0,1,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,0) |

Для рассчитанных показателей-индикаторов может существовать 16 промежуточных значений комплексного показателя, которые сгруппированы в пять групп управленческих решений, принимаемых по результатам прохождения инновационной продукции процедуры маркетингового тестирования. Рассмотрим их.

I группа. S*(1, 1, 1, 1) – инновационная продукция прошла процедуру маркетингового тестирования и готова к коммерческому производству.

II группа. S*(1, 1, 1, 0); S*(1, 1, 0, 1); S*(1, 0, 1, 1); S*(0, 1, 1, 1) – инновационная продукция имеет незначительные недостатки, которые легко устраняются; она может быть принята к коммерческому выпуску.

III группа. S*(1, 0, 1, 0); S*(1, 0, 0, 1); S*(0, 1, 1, 0); S*(0, 1, 0, 1); S*(1, 1, 0, 0); S*(0,0,1,1) – инновационная продукция имеет существенные недостатки и просчеты; после их устранения продукция в целом может быть рекомендована к выводу на рынок.

IV группа. S*(1, 0, 0, 0); S*(0, 1, 0, 0); S*(0, 0, 1, 0); S*(0, 0, 0, 1) – проблемная продукция; целесообразно принять решение об отказе от коммерческого производства.

V группа. S*(0, 0, 0, 0) – инновационная продукция не может быть выведена на рынок.

ВИВОДЫ

Вывод на рынок инновационного товара и обеспечение прохождения им всех этапов инновационного цикла требует постоянного и качественного информационного и аналитического обеспечения, что является результатом проведения процедуры маркетингового тестирования. С его помощью можно оценить рыночную успешность товара-новинки и его маркетинговую программу и принять достаточно обоснованное решение о продолжении работ над новинкой или прекращения их.

Список использованных источников

1. Котлер, Ф. Маркетинговый менеджмент : підручник / Ф. Котлер [та ін.]. – Київ : Видавництво Хімджест, 2008. – 720 с.
2. Котлер, Ф. Основы маркетинга : пер. с англ. / Ф. Котлер [и др.]. – 2-е европ. изд. – Москва ; Санкт-Петербург ; Киев : Вильямс, 2003. – 944 с.: ил. – Парал. тит. англ.
3. Гончарова, Н. П. Маркетинг инновационного процесса : учеб. пособие / Н. П. Гончарова, П. Г. Перерва / отв. ред. А. Н. Алымов ; НАН Украины. Ин-т экономики. – Киев : Вира-Р, 1998. — 264 с.
4. Ілляшенко, С. М. Інноваційний менеджмент : підручник / С. М. Ілляшенко. – Суми : Університетська книга, 2010. – 334 с.
5. Кардаш, В. Я. Товарна інноваційна політика : підручник / В. Я. Кардаш, І. А. Павленко, О. К. Шафалюк. – Київ : КНЕУ, 2002. – 266 с.
6. Ламбен, Жан-Жак. Менеджмент, ориентированный на рынок : пер. с англ. / Ж.-Ж. Ламбен ; под ред. В. Б. Колчанова. – Санкт-Петербург : Питер, 2005. – 800 с.: ил. – (Серия «Классика МВА»).
7. Моделирование рынка : как спрогнозировать успех нового продукта / Кевин Дж. Кленси, Питер С. Крейг, Марианна МакГерри Вольф ; под общ. ред. Олега Чернозуба ; пер. с англ. А. В. Болдышевой. – Москва : Вершина, 2007. – 272 с. : ил., табл.
8. Никишкин, В. В. Роль маркетинговых исследований в разработке стратегии выведения нового продукта на рынок / В. В. Никишкин, И. В. Гурова // Маркетинг в России и за рубежом. – 1999. – № 4.
9. Роберт, Г. Купер. Разработка новых товаров / Роберт Г. Купер ; под ред. М. Бейкера. – Санкт-Петербург : Питер, 2002. – 1200 с.: ил. (Серия «Бизнес-класс»).
10. Чухрай, Н. Товарна інноваційна політика: управління інноваціями на підприємстві : підручник / Н. Чухрай, Р. Патора. – Київ : КОНДОР, 2006. – 398 с.
11. Abbie Griffin. PDMA Research on New Product Development Practices: Updating Trends and Benchmarking Best Practices / Griffin Abbie // Journal of product innovation management. – 1997. – №14. – P. 429-458.
12. Тарнавский, В. Сито для идей. Процесс отбора жизнеспособных концепций и приспособление новинок под нужды потребителей / В. Тарнавский // Новый маркетинг. – 2004. – № 3.
13. Перерва, П. Г. Економіка та організація інноваційної діяльності : підручник / за ред. П. Г. Перерви, С. А. Меховича, М. І. Погорелова. – Харків : НТУ «ХПІ», 2008. – 1080 с.
14. Длигач, А. Проектное управление в маркетинге / А. Длигач // Новый маркетинг. – 2009. – № 5. – С. 41-44.
15. Каракай, Ю. В. Маркетинг інноваційних товарів : монографія / Ю. В. Каракай. – Київ : КНЕУ, 2005. – 226 с.

16. Ілляшенко, С. М. Товарна інноваційна політика / С. М. Ілляшенко, Ю. С. Шипуліна. – Суми : Університетська книга, 2007. – 281 с.
17. Хотяшева, О. М. Инновационный менеджмент : учебное пособие / О. М. Хотяшева. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2007. – 384 с.: ил.
18. Краснокутська, Н. В. Інноваційний менеджмент : навч. посібник / Н. В. Краснокутська. – Київ : КНЕУ, 2003. – 502 с. : рис., табл.
19. Щербань, В. М. Товарна інноваційна політика : навч. посібник / В. М. Щербань, Л. Д. Козубенко. – Київ : Кондор, 2006. – 400 с.

Статья поступила в редакцию 01.04.2012.

SUMMARY

The article is devoted to the development and scientific support of scientific-methodical foundations of innovative industrial products marketing testing. The article investigates the effectiveness of innovation and the creation of new products. The necessity of applying the procedure of innovative products marketing testing proposed by the author is proved. The author defines a place of this procedure on the stages of innovation cycle product development and basic problems that it solves in practice of industrial enterprise. Scientific-methodical approach for accepting a decision on the readiness of new goods to enter the market as a result of calculating complex index of market testing is proposed and substantiated.

УДК 336.64

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИННЫХ СВЯЗЕЙ В РАЗВИТИИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ИНВЕСТОРОВ И ФОНДОВОГО РЫНКА (НА ПРИМЕРЕ УКРАИНЫ)

В.Л. Пластун

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Значение институциональных инвесторов¹ для мировой экономики является определяющим, учитывая суммарное количество активов, находящихся в распоряжении этих финансовых посредников. При этом такие институты почти сравнялись по уровню влияния на мировые финансовые рынки, ведь размеры их активов примерно одинаковые с некоторым преобладанием пенсионных фондов.

Институциональным инвесторам Украине присуща высокая динамичность показателей деятельности. Аналогичная ситуация наблюдается и на фондовом рынке Украины. Поэтому важным является поиск взаимосвязей в их развитии и взаимного влияния, а также, что более важно, нужно ли вообще государству способствовать развитию этих финансовых посредников в условиях слабого фондового рынка, что вполне отражает текущую ситуацию в Украине.

¹ Под институциональными инвесторами будем понимать финансовых посредников, которые размещают привлеченные денежные средства физических и юридических лиц (аккумулированные в фонды денежных средств) в инструменты фондового рынка и другие активы с целью формирования портфелей финансовых активов для получения прибыли на принципах диверсификации вложений и защиты их от потерь, обеспечение стабильного уровня дохода, достижения других инвестиционных целей [14]. В состав институциональных инвесторов отнесены страховые компании, институты совместного инвестирования, негосударственные пенсионные фонды, а также коммерческие банки (отнесение последних является дискуссионным, но они включены, учитывая значительные объемы вложений в украинские ценные бумаги).

Важность фондового рынка для Украины подчеркивалась многими отечественными исследователями в последние годы (С. Ватаманюк, А. Корнейчук, В. Корнеев, Я. Зинченко, И. Школьник, А. Ковальчук). Существуют разработки отдельных зарубежных ученых как теоретического, так и практического характера, которые утверждают, что от развития институциональных инвесторов во многом зависит и развитие фондового рынка. В частности в исследовании Д. Виттаса подчеркнуто, что институциональные инвесторы могут поддерживать развитие фондового рынка на его ранних стадиях, в то время как именно фондовый рынок влияет на развитие институциональных инвесторов на более поздних стадиях своей эволюции [5]. Это утверждение является важным для данного исследования, ведь украинский фондовый рынок находится на начальной стадии развития, поэтому можно не только проверить этот тезис, но и доказать, что институциональные инвесторы являются необходимой составляющей успешной эволюции фондового рынка Украины.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Целью данной статьи является доказательство существования причинных связей в развитии институциональных инвесторов и фондового рынка Украины, а также отображение важности этих финансовых посредников для дальнейшей эволюции фондового рынка.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методология исследования причинных связей развития институциональных инвесторов и фондового рынка включает следующие этапы:

- отбор показателей для анализа и информационно-статистическое обеспечение исследования;
- формулировка эконометрической составляющей исследования;
- проведение расчетов и анализ их результатов;
- формулирование общих выводов.

Выбор показателей, которые могут быть использованы в качестве индикаторов развития фондового рынка, является достаточно сложной задачей, так как они должны одновременно отображать ликвидность, объемы торгов, информационную эффективность, степень концентрации, волатильность, нормативную и институциональную развитость фондового рынка. В этой работе за основу взяты два основных показателя: капитализация фондового рынка и его ликвидность (которая может быть представлена как объем торгов на фондовом рынке). Как показали А. Демирчук-Кунт и Р. Левайн [2], эти индикаторы дают приемлемые результаты, поскольку имеют сильную корреляцию с другими индикаторами развития фондового рынка.

Что касается показателей развития институциональных инвесторов, то в качестве основных индикаторов возьмем активы институциональных инвесторов (в том числе по отдельным типам институциональных инвесторов), а также их вложения в ценные бумаги. Анализ взаимного влияния осуществлен по показателям, взятым в ежемесячном и ежеквартальном разрезе.

Достаточно распространенной процедурой проверки причинных связей между временными рядами данных является тест Грэнджера. Данный тест использует два уравнения регрессии, в которых заменяются независимые и зависимые переменные. В общем виде для того, чтобы определить является ли переменная x причиной переменной y , необходимо выяснить, какую часть дисперсии текущего значения переменной y можно объяснить прошлыми значениями самой переменной y и может ли добавление прошлых значений переменной x улучшить это объяснение. Переменную x называют причиной y , если x помогает в предсказании y с точки зрения уменьшения дисперсии. В контексте векторной авторегрессии переменная x будет

причиной для y , если коэффициенты при лагах x статистически значимы. Может наблюдаться и двусторонняя причинная связь, когда x является причиной y и y является причиной x .

Причинность по Грэнджеру для двух переменных имеет следующий вид:

$$x_t = \sum_{j=1}^p a_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p b_j y_{t-j} + v_t, \quad (1)$$

$$y_t = \sum_{j=1}^p c_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p d_j y_{t-j} + w_t, \quad (2)$$

где x , y – переменные, причинные связи между которыми исследуются; a_j , b_j , c_j , d_j – коэффициенты авторегрессии; v_t , w_t – ошибки измерений.

Отсутствие причинных связей от x к y значит, что $b_j = 0$ при $j = 1, \dots, p$, то есть прошлые значения x не влияют на y . Отсутствие причинных связей от y к x значит, что $d_j = 0$ при $j = 1, \dots, p$. Гипотезу о наличии причинных связей можно проверить с помощью F -статистики. Нулевая гипотеза состоит в том, что одна переменная не является причиной по Грэнджеру для другой переменной. Продолжительность лага следует выбирать таким образом, чтобы полученные результаты помогли в прогнозировании.

Все расчеты, результаты которых агрегованы в табличном виде, получены с помощью программного пакета эконометрического анализа EViews 7 с проведением Granger Causality Test.

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сначала рассмотрим, какие существуют причинные связи между показателями, статистические данные по которым доступны в ежемесячном разрезе. Для анализа возьмем значения (за период с октября 2009 г. по декабрь 2011 г.) капитализации фондового рынка (КАП ФР) и объема биржевых контрактов (КОНТ), которые будут характеризовать развитие фондового рынка, и стоимости чистых активов институтов совместного инвестирования (А ИСИ) и объема вложений банков в ценные бумаги (ЦБ Б), которые будут характеризовать развитие институциональных инвесторов. Отметим, что между этими показателями почти не существует тесной корреляционной связи (кроме пары объемы выполненных биржевых контрактов и объем вложений банков в ценные бумаги, для которой коэффициент корреляции равен 0,84), то есть их изменение в конкретный момент времени осуществляется независимо.

Результаты проведенного тестирования со значениями временных лагов и F -статистики (F -СТАТ) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты теста Грэнджера на причинность между показателями развития фондового рынка и институциональных инвесторов в ежемесячном разрезе за период октябрь 2009 г. – декабрь 2011 г.

| Времен- ной лаг (месяцев) | Показатели | | | | | | | | F – СТАТ |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|
| | А ИСИ – КАП ФР | КАП ФР – А ИСИ | ЦБ Б – КАП ФР | КАП ФР – ЦБ Б | КОНТ – А ИСИ | А ИСИ – КОНТ | КОНТ – ЦБ Б | ЦБ Б – КОНТ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 0,688 | 0,366 | 2,951 | 0,684 | 0,257 | 2,494 | 0,108 | 18,970 | 1,94 |
| 2 | 0,837 | 0,544 | 2,357 | 0,210 | 0,383 | 2,197 | 0,068 | 10,228 | 1,96 |
| 3 | 0,522 | 0,620 | 2,340 | 0,031 | 0,298 | 2,614 | 0,566 | 4,065 | 1,98 |

Окончание таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-------|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|-------|------|
| 4 | 0,441 | 0,570 | 2,574 | 0,269 | 0,365 | 2,742 | 1,149 | 1,764 | 2,00 |
| 5 | 0,383 | 0,923 | 3,264 | 0,584 | 1,634 | 1,939 | 0,988 | 1,264 | 2,03 |
| 6 | 0,255 | 2,138 | 1,356 | 0,345 | 1,559 | 3,150 | 0,522 | 1,057 | 2,08 |
| 7 | 0,991 | 3,942 | 0,489 | 0,277 | 1,079 | 2,780 | 2,732 | 1,793 | 2,12 |
| 8 | 1,735 | 9,560 | 0,567 | 0,223 | 2,842 | 1,838 | 1,334 | 0,911 | 2,16 |

Источник: собственные расчеты автора на основе статистических данных НКЦБФР [11], НБУ [13], УАИБ [15].

Результаты расчетов свидетельствуют, что практически отсутствует причинная связь между воздействием объемов активов ИСИ на капитализацию фондового рынка, капитализации фондового рынка на объемы вложений банков в ценные бумаги, объемов выполненных биржевых контрактов на активы ИСИ (влияние зафиксировано лишь во временном лаге 8 месяцев) и объемов выполненных биржевых контрактов на объемы вложений банков в ценные бумаги (влияние зафиксировано лишь во временном лаге 7 месяцев). С другой стороны, наблюдается существенное влияние капитализации фондового рынка на объемы активов ИСИ, начиная с временного лага 6 месяцев и до 8 месяцев с увеличением такого влияния на 8-месячном интервале. Объем вложений банков в ценные бумаги влияет на капитализацию фондового рынка в промежутках 1 – 5 месяцев. Объем активов ИСИ влияет на объемы выполненных биржевых контрактов почти на всем промежутке временных интервалов (кроме 5 и 8 месяцев, хотя и в эти интервалы полученные значения F-статистики достаточно близки к критическим). Объемы вложений банков в ценные бумаги существенно влияют на объемы выполненных биржевых контрактов на интервалах 1 – 3 месяца с постепенным уменьшением этого влияния.

Таким образом, из четырех пар, в которых имеются причинные связи, на институциональных инвесторов, как источник влияния на фондовый рынок, приходится три пары, а значит уже на этом этапе подтверждается вывод Д. Виттаса о поддержке именно институциональными инвесторами динамики показателей фондового рынка на его ранней стадии развития. Это вполне соответствует ситуации, которая сложилась на Украине, фондовый рынок которой, несмотря на формально 20-летнюю историю существования не получил достаточного развития. Именно поэтому активность институциональных инвесторов является главным фактором, который может изменить ситуацию и стать определяющим в наращивании показателей фондового рынка.

Далее рассмотрим, каким образом проявляются причинные связи между отдельными показателями развития фондового рынка и типами институциональных инвесторов, которые не были рассмотрены выше. Для анализа возьмем показатели эмиссии акций, облигаций, ценных бумаг ИСИ, объемов государственных ценных бумаг в обращении, объемов торгов ценными бумагами, вложения банков в ценные бумаги, объема активов ИСИ, НПФ и страховых компаний за период 2007 – 2011 гг. в ежеквартальном разрезе (общее количество данных по каждому показателю равно 20). Тест Грэнджера на причинность проведем для временных лагов от 1 до 4 кварталов (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты теста Грэнджера на причинность между вложением банков в ценные бумаги и отдельными показателями развития фондового рынка Украины, 2007 – 2011 гг.

| № | Пары показателей | Временной лаг (кварталы) | | | |
|---|--|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Облигации – Вложения банков в ценные бумаги | 2,862 | 1,449 | 1,051 | 0,740 |
| | Вложения банков в ценные бумаги – Облигации | 0,070 | 0,166 | 0,202 | 9,837 |
| 2 | Акции – Вложения банков в ценные бумаги | 0,748 | 0,666 | 0,588 | 1,241 |
| | Вложения банков в ценные бумаги – Акции | 0,182 | 0,120 | 2,853 | 1,578 |
| 3 | Гос. облигации – Вложения банков в ценные бумаги | 6,105 | 6,122 | 3,574 | 4,074 |
| | Вложения банков в ценные бумаги – Гос. облигации | 1,292 | 1,800 | 0,306 | 1,120 |
| 4 | Объемы торгов ценными бумагами – Вложения банков в ценные бумаги | 2,886 | 1,883 | 1,188 | 0,796 |
| | Вложения банков в ценные бумаги – Объемы торгов ценными бумагами | 8,382 | 10,137 | 9,162 | 73,113 |
| 5 | Инвест. сертификаты ИСИ – Вложения банков в ценные бумаги | 1,064 | 0,914 | 0,853 | 0,722 |
| | Вложения банков в ценные бумаги – Инвест. сертификаты ИСИ | 1,667 | 14,141 | 11,070 | 10,435 |
| 6 | Акции ИСИ – Вложения банков в ценные бумаги | 0,011 | 0,823 | 0,404 | 0,261 |
| | Вложения банков в ценные бумаги – Акции ИСИ | 0,150 | 0,133 | 0,028 | 1,075 |
| 7 | Критическое значения F-статистики | 2,16 | 2,19 | 2,23 | 2,28 |

Источник: собственные расчеты автора на основе статистических данных НКЦБФР [11], НБУ [13]

Банки Украины имеют наибольшие вложения в ценные бумаги среди других институциональных инвесторов. Поэтому влияние этих учреждений на показатели фондового рынка должно быть существенным. Проведенное тестирование показывает, что вложения банков в ценные бумаги фактически определяют объемы торгов ими на всем промежутке временных лагов, которые рассматривались. Критические значения F-статистики превышены в несколько раз по этой паре показателей. Отметим, что на временном лаге в 1 квартал наблюдается взаимобратная причинная связь между объемами торгов ценными бумагами и вложениями банков в ценные бумаги.

Также присутствует причинная связь между вложениями банков в ценные бумаги и эмиссией инвестиционных сертификатов ИСИ на временных лагах 2 – 4 квартала. Это объясняется тем, что сами банки осуществляют инвестиции в инвестиционные сертификаты ИСИ, а существования спроса побуждает последних выпускать большее количество таких ценных бумаг.

Кроме этого банки определяют и объемы эмиссии облигаций с временным лагом 1 квартал и акций с временным лагом 3 квартала. Но наиболее интересным является тот факт, что объемы государственных облигаций в обращении напрямую влияют на объемы вложений банков в ценные бумаги на всех временных лагах. Это свидетельствует о повышенном интересе к данным ценным бумагам со стороны банков, что подтверждается официальной статистикой НБУ об объемах вложений банков в различные виды ценных бумаг: на ценные бумаги центральных органов государственного управления в последние годы приходилось от 50 % до 80 % всех вложений банков в ценные бумаги [13].

Далее рассмотрим результаты тестирования активов институтов совместного инвестирования относительно показателей фондового рынка (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты теста Грэнджера на причинность между активами институтов совместного инвестирования и отдельными показателями развития фондового рынка Украины, 2007 – 2011 гг.

| № | Пары показателей | Временной лаг (кварталы) | | | |
|---|---|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Облигации – Активы ИСИ | 1,678 | 0,891 | 2,075 | 1,016 |
| | Активы ИСИ – Облигации | 0,118 | 0,018 | 0,031 | 1,321 |
| 2 | Акции – Активы ИСИ | 1,124 | 0,255 | 0,134 | 0,850 |
| | Активы ИСИ – Акции | 0,010 | 0,261 | 0,640 | 1,055 |
| 3 | Гос. облигации – Активы ИСИ | 3,117 | 2,688 | 4,144 | 2,979 |
| | Активы ИСИ – Гос. облигации | 4,262 | 1,392 | 1,493 | 2,257 |
| 4 | Объемы торгов ценными бумагами – Активы ИСИ | 0,817 | 0,568 | 0,350 | 0,202 |
| | Активы ИСИ – Объемы торгов ценными бумагами | 4,996 | 3,342 | 1,673 | 1,355 |
| 5 | Инвест. сертификаты ИСИ – Активы ИСИ | 2,073 | 1,163 | 2,488 | 1,312 |
| | Активы ИСИ – Инвест. сертификаты ИСИ | 1,776 | 0,718 | 0,619 | 0,332 |
| 6 | Акции ИСИ – Активы ИСИ | 0,000 | 0,913 | 0,426 | 0,315 |
| | Активы ИСИ – Акции ИСИ | 0,182 | 0,007 | 0,408 | 0,706 |
| 7 | Критическое значения F-статистики | 2,16 | 2,19 | 2,23 | 2,28 |

Источник: собственные расчеты автора на основе статистических данных НКЦБФР[11], УАИБ [15].

Учитывая тот факт, что объемы вложений ИСИ в ценные бумаги уступают объемам соответствующих операций банков, можно предположить, что и причинные связи будут слабее, что и подтверждается расчетами. Активы ИСИ подвергаются воздействию со стороны объемов государственных облигаций в обращении на всех временных лагах. При этом наблюдается и обратная связь на интервале в 1 квартал. Это может быть объяснено постепенным увеличением удельного веса этих ценных бумаг в общем инвестиционном портфеле ИСИ.

Еще одним важным результатом является влияние активов ИСИ на объемы торгов ценными бумагами, хотя и не такое значительное, как в случае с банками.

Несколько неожиданными оказались результаты отсутствия причинных связей между ценными бумагами, которые эмитируются ИСИ (акциями КИФ и инвестиционными сертификатами ПИФ), и их активами (кроме влияния объемов эмиссии инвестиционных сертификатов на активы ИСИ на временном лаге 3 квартала). Объяснить это можно следующим образом: общая сумма активов ИСИ сформирована за счет всех предыдущих эмиссий, а текущие выпуски собственных ценных бумаг могут не зависеть (и как показывает практика – не зависят) от объема активов.

Страховые компании имеют значительно меньшее влияние на показатели развития фондового рынка по сравнению с другими институциональными инвесторами. Критические значения F-статистики при исследовании причинных связей были получены для облигаций на временном лаге 4 квартала, что объясняется довольно

высоким удельным весом этих ценных бумаг в инвестиционном портфеле страховщиков (табл. 4).

Таблица 4 – Результаты теста Грэнджера на причинность между активами страховых компаний и отдельными показателями развития фондового рынка Украины, 2007 – 2011 гг.

| № | Пары показателей | Временной лаг (кварталы) | | | |
|---|--|--------------------------|--------------|-------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Облигации – Активы СК | 0,004 | 0,718 | 0,467 | 2,785 |
| | Активы СК – Облигации | 1,700 | 0,830 | 0,488 | 0,657 |
| 2 | Акции – Активы СК | 0,643 | 0,921 | 0,482 | 0,826 |
| | Активы СК – Акции | 0,369 | 0,440 | 0,255 | 0,659 |
| 3 | Гос. облигации – Активы СК | 0,615 | 0,380 | 1,350 | 1,077 |
| | Активы СК – Гос. облигации | 7,131 | 5,033 | 1,609 | 3,608 |
| 4 | Объемы торгов ценными бумагами – Активы СК | 0,349 | 0,599 | 0,564 | 1,074 |
| | Активы СК – Объемы торгов ценными бумагами | 1,038 | 1,218 | 0,843 | 2,306 |
| 5 | Инвест. сертификаты ИСИ – Активы СК | 0,185 | 1,375 | 0,855 | 0,904 |
| | Активы СК – Инвест. сертификаты ИСИ | 0,518 | 0,121 | 0,672 | 1,559 |
| 6 | Акции ИСИ – Активы СК | 0,489 | 0,955 | 0,536 | 0,391 |
| | Активы СК – Акции ИСИ | 0,053 | 0,055 | 0,150 | 0,213 |
| 7 | Критическое значения F-статистики | 2,16 | 2,19 | 2,23 | 2,28 |

Источник: собственные расчеты автора на основе статистических данных НКЦБФР [11], Нацкомфинуслуг [12].

Объем активов страховых компаний имеет причинные связи с объемом государственных облигаций в обращении на всех временных интервалах, кроме 3-х кварталов. Также существует влияние активов страховщиков на объемы торгов ценными бумагами, но, в отличие от двух предыдущих видов институциональных инвесторов, он проявляется только с временным лагом 4 квартала. Тем не менее, именно эта тенденция наблюдается по всем институциональным инвесторам, ведь результаты тестирования активов негосударственных пенсионных фондов (табл. 5), также подтверждают данный факт. При этом отметим наличие обратной связи, а именно влияние активов НПФ на объемы торгов ценными бумагами на временных лагах 1 и 2 кварталы и влияние объемов торгов на активы НПФ на всех временных лагах.

Таблица 5 – Результаты теста Грэнджера на причинность между активами негосударственных пенсионных фондов и отдельными показателями развития фондового рынка Украины, 2007 – 2011 гг.

| № п/п | Пары показателей | Временной лаг (кварталы) | | | |
|-------|-----------------------------|--------------------------|--------------|-------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Облигации – Активы НПФ | 1,839 | 0,720 | 0,477 | 0,482 |
| | Активы НПФ – Облигации | 0,093 | 0,304 | 0,221 | 2,322 |
| 2 | Акции – Активы НПФ | 0,286 | 0,158 | 0,502 | 1,258 |
| | Активы НПФ – Акции | 0,006 | 0,157 | 0,035 | 0,090 |
| 3 | Гос. облигации – Активы НПФ | 0,339 | 0,286 | 1,189 | 2,216 |
| | Активы НПФ – Гос. облигации | 6,023 | 2,505 | 1,602 | 2,422 |

Окончание таблицы 5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 4 | Объемы торгов ценными бумагами – Активы НПФ | 5,426 | 4,708 | 3,113 | 2,598 |
| | Активы НПФ – Объемы торгов ценными бумагами | 4,988 | 3,524 | 1,408 | 0,491 |
| 5 | Инвест. сертификаты ИСИ – Активы НПФ | 0,136 | 0,052 | 0,740 | 1,463 |
| | Активы НПФ – Инвест. сертификаты ИСИ | 1,278 | 0,876 | 3,880 | 3,244 |
| 6 | Акции ИСИ – Активы НПФ | 0,733 | 0,217 | 0,187 | 0,355 |
| | Активы НПФ – Акции ИСИ | 0,234 | 0,184 | 0,189 | 0,257 |
| 7 | Критическое значения F-статистики | 2,16 | 2,19 | 2,23 | 2,28 |

Источник: собственные расчеты автора на основе статистических данных НКЦБФР [11], Нацкомфинуслуг [12], УАИБ [15].

Так же, как и в случае со страховыми компаниями, существует причинная связь между объемами активов НПФ и объемом государственных облигаций в обращении на всех временных лагах, кроме 3-х кварталов. Принимая во внимание, что активы этих институциональных инвесторов еще меньше, этот результат можно считать совпадением. Аналогично влияние активов НПФ на объемы эмиссии облигаций (с временным лагом 4 квартала) и объемы эмиссии инвестиционных сертификатов ИСИ (с временным лагом 3 и 4 кварталы) могут быть объяснены случайностью. Тем не менее, наличие подобных тенденций следует рассматривать как имеющих место, а следовательно сложность объяснения этих причинных связей не исключает того факта, что они существуют и в определенной мере могут проявиться в будущем.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таким образом, можно сделать выводы о существовании влияния институциональных инвесторов на показатели фондового рынка и наоборот. С одной стороны отметим, что фактически не наблюдается влияния институциональных инвесторов на капитализацию фондового рынка (кроме операций банков с ценными бумагами на краткосрочном отрезке). Но существует существенная зависимость показателя объемов торгов (который использовался как индикатор ликвидности фондового рынка) от вложений институциональных инвесторов в ценные бумаги. Это свидетельствует не только о начальной стадии развития фондового рынка Украины, но и о том, что его динамика существенно зависит от операций, осуществляемых институциональными инвесторами.

С другой стороны, влияние институциональных инвесторов на эмиссию ценных бумаг различных видов ограничено. Объемы эмиссии акций, облигаций (за отдельными исключениями) не имеют причинных связей с показателями развития институциональных инвесторов. Также лишь отдельные институциональные инвесторы влияют на объемы эмиссии ценных бумаг ИСИ или такие связи не обнаружены (банки, НПФ). В то же время существует существенная зависимость между объемами государственных облигаций в обращении и показателями развития институциональных инвесторов, в том числе случаи взаимного влияния. Наконец, почти все институциональные инвесторы влияют на объемы торгов ценными бумагами в одностороннем порядке, кроме НПФ, активы которых также зависят от объемов торгов ценными бумагами.

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует о зависимости развития фондового рынка Украины от развития институциональных инвесторов, их вложений в ценные бумаги и от действий других экономических субъектов, которые выходят на фондовый рынок для реализации собственных интересов.

Дальнейшее исследование данной проблематики будет определяться накоплением новых статистических данных, которые позволят сформулировать актуальные выводы относительно взаимного влияния институциональных инвесторов и фондового рынка и на основе сравнения с результатами этой работы выявить признаки дальнейшей эволюции фондового рынка.

Список использованных источников

1. Davis, E. P. The Role of Institutional Investors in the Evolution of Financial Structure and Behaviour / E.P. Davis // Financial Markets Group and ESRC Working Paper. – 1996. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www2.lse.ac.uk/fmg/documents/specialPapers/1990s/sp89.pdf>
2. Demirguc-Kunt, A. and Levine, R. Stock Market Development and Financial Intermediaries: Stylized Facts / A. Demirguc-Kunt, R. Levine // The World Bank Economic Review. – 1996. – Vol. 10 (2). – p. 291-321. [Electronic resource]. – Mode of access : <http://elibrary.worldbank.org/deliver/1462.pdf?itemId=/content/workingpaper/10.1596/1813-9450-1462&mimeType=pdf>
3. Granger C. J., Investigating Causal Relationships by Econometrics Models and Cross Spectral Methods / C.J. Granger // Econometrica. – 1969. – Vol. 37. - pp. 425-435.
4. Muslumov, A. and Güler, A. Institutional Investors and Stock Market Development: A Causality Study / A. Muslumov, A. Güler // ISE Review, 2005. – Vol. 29. – pp. 1 – 14. [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.muslumov.com/wp-content/uploads/2012/07/INST_INV-IMKB-Journal-Aras-2005-EN.pdf
5. Vittas, D. Institutional Investors and Securities Markets: Which Comes First? / D. Vittas // The World Bank Development Research Group, The ABCD LAC Conference, June 28–30, San Salvador, El Salvador. 1998. [Electronic resource]. – Mode of access : <http://elibrary.worldbank.org/deliver/2032.pdf?itemId=/content/workingpaper/10.1596/1813-9450-2032&mimeType=pdf>
6. Ватаманюк З. Г. Развитие институционального инвестирования в Украине / З. Г. Ватаманюк, Т. М. Кушнир // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://books.efaculty.kiev.ua/trf/articles/5/>
7. Зинченко, Я. В. Трансакционные издержки интенсивного институционального развития фондового рынка / Я. В. Зинченко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Економічна. – Вип. 70. – Донецьк, 2004. – С. 168 – 171.
8. Калмикова, Л. Я. Актуальні проблеми та подальші перспективи розвитку фондового ринку України / Л. Я. Калмикова // [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gusnauka.com/6_PNI_2012/Economics/4_101949.doc.htm
9. Корнеев, В. В. Модель та інструментарій фінансового ринку України / В. В. Корнеев // Фінанси України. – 2005. – № 6. – С. 76–81.
10. Корнійчук, О. Ключові проблеми в діяльності фондового ринку України та їх вплив на реалізацію національних інтересів у фінансові сфері / О. Корнійчук // Ринок цінних паперів України. – 2006. – № 11 – 12. – с. 17–25.
11. Національна комісія з цінних паперів та фондового ринку. Річна звітність // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nssmc.gov.ua/activities/annual>
12. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері ринків фінансових послуг. Річні звіти // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dfp.gov.ua/742.html>

13. Національний банк України. Цінні папери в портфелі депозитних корпорацій // [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bank.gov.ua/files/3.4-Securities.xls>
14. Пластун, В. Л. Институційні інвестори: підходи до визначення сутності та роль на фінансовому ринку / В. Л. Пластун // Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України : збірник наукових праць. – 2012. – Випуск 35. – С. 185-194.
15. Українська асоціація інвестиційного бізнесу. Статистика ринку // [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uaib.com.ua/analituaib.html>
16. Школьник, І. О. Фінансовий ринок України: сучасний стан і стратегія розвитку : монографія / І. О. Школьник. – Суми : ВВП «Мрія-1» ЛТД, УАБС НБУ, 2008. – 348 с.

Статья поступила в редакцию 08.02.2013.

SUMMARY

This article presents the study of causal relationships of institutional investors and stock market of Ukraine. Obtained results confirm that the impact of institutional investors is crucial to its further evolution at the current stage of stock market development. The importance of banks in this process is also proved.

УДК 338 (476.5)

МОТИВЫ И СТИМУЛЫ МАЛОГО БИЗНЕСА В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

Н.Л. Прокофьева, Е.Н. Домбровская

Классическая теория базовых конкурентных стратегий распределяет конкурентные силы в пределах одного вида экономической деятельности на виолентов, пациентов, коммутантов и эксплерентов. Первые – занимают значительную долю рынка и удовлетворяют полностью спрос на стандартизованную продукцию (товары, услуги) хорошего качества по средним или ниже среднего уровня ценам. Спрос в меньшем объеме на дифференцированные продукты в широком диапазоне цен удовлетворяют организации–пациенты. Место и роль малого бизнеса в расстановке конкурентных сил – это фирмы–коммутанты и фирмы–эксплеренты. Мотивом деятельности первых является поиск высоко прибыльных видов деятельности, сформировавшихся в результате повышения цен ввиду дефицита предложения товаров и услуг, в которых с минимальными финансовыми вложениями и коротким периодом времени их полного возврата обеспечивается и достойное вознаграждение за предпринимательский риск. Вторые разрабатывают и производят инновационные товары (услуги), объекты интеллектуальной собственности, спрос на которые еще не сформирован, а доведение идеи до стадии жизненного цикла «выведение товара на рынок» требует определенных инвестиционных ресурсов, вероятность возврата которых в ближайшей перспективе не определена. Даже с учетом того, что длительность стадии разработки и доведения идеи до коммерческого предложения в настоящее время значительно сократилась, это все равно – несколько лет.

Эффективное развитие региональной экономики обеспечивают и первые, и вторые, причем в краткосрочной перспективе роль малых предприятий–коммутантов более заметна, так как они берут на себя следующие функции:

- создание новых рабочих мест (особенно в малых и средних городах и сельской местности),
- удовлетворение специфических потребностей конкретных регионов в товарах и услугах;
- первоначальное накопление капитала,
- пополнение доходной части бюджета за счет налогов и сборов;
- придание экономике стабильности и динамизма и формирование «среднего класса в обществе»,
- участие в формировании нормальной конкурентной среды.

Фирмы–эксплеренты, создавая и распространяя инновации, обеспечивают перспективы развития соответствующих видов экономической деятельности. В зависимости от емкости рынка их инновационного продукта эти представители малого бизнеса перерастают в пациентов или виолентов и определяют в будущем конкурентоспособность вида деятельности и региона. Основная проблема – высокие риски и зависимость от внешних источников финансирования.

В статье поставлена цель исследовать:

- 1) функции, которые выполняет малый бизнес в экономике Витебской области;
- 2) мотивы и стимулы предпринимательского поведения, обеспечивающие повышение конкурентоспособности регионов и страны в целом;
- 3) факторы, сдерживающие развитие малого предпринимательства в регионе.

Формирование благоприятного бизнес-климата для субъектов малого предпринимательства (далее – СМП) предусматривает следующие направления:

- принятие нормативных правовых актов, защищающих интересы малого бизнеса перед крупным бизнесом и административным произволом государственных органов;
- установление налоговых льгот для разных категорий малого бизнеса;
- создание инфраструктуры поддержки и развития малого бизнеса (центров поддержки предпринимательства, инкубаторов малого предпринимательства, технопарков и т. п.).

Последнее наиболее актуально для создания и эффективного функционирования инновационного бизнеса.

Актуальность темы исследования определяется тем, что, начиная с 2009 года, на уровне государства были приняты нормативные документы, которые способствовали формированию благоприятного бизнес-климата для развития предпринимательства, включающие существенное упрощение процедуры регистрации бизнеса [6], снижение налоговой нагрузки [4], [5], стимулирование развития предпринимательских структур [7], [10], и прежде всего в сельской местности. Такой акцент в системе мер по развитию предпринимательства связан с тем, что к моменту принятия решений по изменению законодательства большая часть предприятий малого бизнеса была зарегистрирована в столице, областных центрах и городах областного подчинения (таблицы 1 и 2). В 2009 году 38,8 % от общего числа зарегистрированных предприятий малого бизнеса приходилось на г. Минск, 53,7 % – на Минск и Минскую область. В Витебской области – 68,3 % от общего числа зарегистрированных организаций малого бизнеса сосредоточены в городах Витебске, Новополоцке, Орше и Полоцке.

За исследуемый период общее число микро- и малых организаций в Республике Беларусь увеличилось на 12 %, в Витебской области – на 11 %, но централизация малого бизнеса в размещении по регионам усилилась.

Таблица 1 – Структура количества организаций малого бизнеса Республики Беларусь, в %

| Республика Беларусь и регионы | 2009 | 2010 | 2011 |
|-------------------------------|------|------|------|
| Республика в целом | 100 | 100 | 100 |
| Области | | | |
| Брестская | 10,6 | 10,5 | 10,4 |
| Витебская | 9,2 | 9,1 | 9,0 |
| Гомельская | 9,3 | 9,4 | 9,7 |
| Гродненская | 8,6 | 8,5 | 8,5 |
| г. Минск | 38,8 | 38,8 | 38,3 |
| Минская | 14,9 | 15,4 | 15,8 |
| Могилевская | 8,6 | 8,3 | 8,3 |

Источник: [3].

Таблица 2 – Структура количества организаций малого предпринимательства Витебской области, их численности и выручки от реализации продукции (работ, услуг) в %

| Регионы | Количество организаций | | | Численность занятых | | | Выручка от реализации продукции (работ, услуг) | | |
|-------------------|------------------------|------|------|---------------------|------|------|--|------|------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2009 | 2010 | 2011 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Витебская область | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| г. Витебск | 41,6 | 41,7 | 42 | 39,9 | 40,9 | 42,6 | 38,8 | 40,4 | 34,1 |
| г. Новополоцк | 9,4 | 9,2 | 9,0 | 9,2 | 9,4 | 8,9 | 22,1 | 20,3 | 37,7 |
| г. Орша | 10,7 | 10,5 | 10,3 | 10,1 | 10,1 | 9,9 | 6,9 | 7,4 | 6,0 |
| г. Полоцк | 7,2 | 6,9 | 6,9 | 7,4 | 7,7 | 7,6 | 6,8 | 8,4 | 5,8 |
| Районы | 31,1 | 31,7 | 31,8 | 33,4 | 31,9 | 31,0 | 25,4 | 23,5 | 16,4 |

Источник: рассчитано по данным [3, с. 483], [13, с. 352 и 355].

Из таблицы 2 видно, что СМП административных районов Витебской области составляют примерно 32 % общего количества организаций малого бизнеса. Примерно 2/3 численности работников, занятых в малом бизнесе, сосредоточено в Витебске, Новополоцке, Орше и Полоцке. Наблюдается и рост совокупной численности работников в указанных городах (2009 г. – 66,6 %, 2010 г. – 68,1 %, 2011 г. – 69 %) за счет сокращения численности работников в большинстве административных районов в среднем на 10 % (с 23676 чел. в 2009 г. до 21300 чел. в 2011 г.). Удельный вес работников СМП в общей численности занятых в экономике административных районов снизился с 9,6 % в 2009 г. до 8,9 % в 2011 г. Наиболее проблемными являются Бешенковичский, Городокский, Дубровенский, Докшицкий, Россонский, Сенненский, Ушачский районы, в которых наблюдается значительное снижение численности работников СМП. Как следствие, при почти неизменной доле числа СМП административных районов их вклад в экономику области (по показателям выручки и количества рабочих мест) снизился за 2009 – 2011 гг. Таким образом, принятые нормативные акты не оказали стимулирующего воздействия на процессы децентрализации предпринимательских структур и создание новых рабочих мест в сельской местности и малых городах. Но изменения, внесенные в

формирование бизнес–среды, положительно отразились на динамике количественных показателей (таблица 3), характеризующих состояние малого бизнеса в регионе.

Таблица 3 – Показатели деятельности СМП Витебской области за 2009 – 2011 годы

| Показатели | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. | 2010 г. в % к 2009 г. | 2011 г. в % к 2009 г. |
|--|---------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Количество микро- и малых организаций на конец года, единиц | 6 328 | 6 755 | 7 023 | 106,75 | 110,98 |
| 2. Объем промышленного производства, млрд. руб. | 741,0 | 943,7 | 1 841,9 | 127,35 | 248,57 |
| – в % к областному показателю | 3,2 | 3,2 | 3,0 | 100 | 93,8 |
| 3. Инвестиции в основной капитал, млрд. руб. | 995,1 | 1 358,7 | 2 059,3 | 136,54 | 206,94 |
| – в % к областному показателю | 21 | 23,8 | 23,1 | 113,3 | 110 |
| 4. Розничный товарооборот торговли, млрд. руб. | 1 192,4 | 1 363,5 | 2 351,6 | 114,35 | 197,22 |
| – в % к областному показателю | 19,3 | 17,6 | 17,3 | 91,2 | 89,6 |
| 5. Розничный товарооборот общественного питания, млрд. руб. | 46,1 | 57,9 | 111,9 | 125,60 | 242,73 |
| – в % к областному показателю | 15,8 | 16,5 | 18,3 | 104,4 | 115,8 |
| 6. Чистая прибыль (чистый убыток), млрд. руб. | 209,3 | 209,6 | 1 164,9 | 100,14 | 556,57 |
| – в % к областному показателю | 26,4 | 23 | 40 | 87,1 | 151,5 |
| 7. Рентабельность продаж, % | 5,5 | 4,7 | 12,4 | 85,45 | 225,45 |
| 8. Экспорт товаров, млн. долл. США | 239,2 | 330,4 | 853,1 | 138,13 | 356,65 |
| – в % к областному показателю | 18,9 | 19,4 | 34 | 102,6 | 179,9 |
| 9. Импорт товаров, млн. долл. США | 350,9 | 485,3 | 879,3 | 138,30 | 250,58 |
| – в % к областному показателю | 11,5 | 13,7 | 19,3 | 119,1 | 167,8 |

Источник: рассчитано по данным [13, с. 357].

Этот вывод подтверждают и статистические данные о развитии малого бизнеса Витебской области в разрезе видов деятельности (таблица 4). Данные таблицы показывают, что торговый бизнес (который практически не имеет преференций от государства) занимает лидирующее положение, при этом его доля в объемах производства и чистой прибыли СМП области значительно увеличилась. Отсюда можно сделать вывод, что малое предпринимательство только в сфере оптовой и розничной торговли может реально участвовать в создании конкурентной среды. В то же время кризисные явления в экономике привели к существенному сокращению доли чистой прибыли промышленности, сельского хозяйства, строительства, транспорта и связи, что ведет к потере их конкурентных преимуществ. Аналогичная тенденция выявлена и в структуре объемов производства продукции (работ, услуг).

По итогам 2011 г. первое место по численности занятых в малом бизнесе занимают торговля, ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования – 28,82 % от общего числа занятых, на втором месте – промышленность (26,07 %), на третьем – строительство (14,39 %) [13, с. 355]. Три последние позиции у рыболовства и рыбоводства (0,13 %), финансовой деятельности (0,21 %) и образования (0,6 %).

Наибольшие потери численности наблюдаются по следующим видам экономической деятельности: сельское хозяйство, транспорт и связь, торговля, ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования, строительство, промышленность. Таким образом, имеет место негативная тенденция сокращения численности работников СМП в основном в реальном секторе экономики.

Рост числа занятых наблюдается в сфере услуг: предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг, операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг потребителям, финансовая деятельность (максимальный рост), гостиницы и рестораны. Однако именно в сфере услуг выявлено наибольшее количество убыточных организаций: предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг – 25,4 %, финансовая деятельность – 22,2 %, образование – 23 %, гостиницы и рестораны – 19,8 % [13, с. 372]. С 14 % до 20,4 % увеличился удельный вес убыточных организаций в строительстве. Самая высокая рентабельность продаж в 2011 г. получена по таким видам экономической деятельности, как предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг (17,6 % в целом, а в малых организациях – 27 %), финансовая деятельность (15,1 % в целом, а в малых организациях 29 %), самую низкую рентабельность продаж имело строительство – 6,2 % [13, с. 370].

Таблица 4 – Структура объемов производства, чистой прибыли и изменение численности работников и количества СМП по видам экономической деятельности за 2009 – 2011 годы

| Вид деятельности | Структура чистой прибыли, % | | Структура объемов производства, % | | Изменение численности | | Изменение количества СМП | |
|---|-----------------------------|---------|-----------------------------------|---------|-----------------------|---------|--------------------------|--------|
| | 2009 г. | 2011 г. | 2009 г. | 2011 г. | чел. | % | ед. | % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Всего | 100 | 100 | 100 | 100 | - 2190 | - 3,1 | + 695 | + 11 |
| в том числе: | | | | | | | | |
| сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство | 6,8 | 2,6 | 9,20 | 4,51 | - 1607 | - 31,3 | + 52 | + 15,4 |
| рыболовство, рыбоводство | 0,2 | 0,3 | 0,23 | 0,26 | - 5 | - 5,4 | 0 | 0 |
| промышленность | 18,4 | 12,5 | 31,21 | 28,00 | - 102 | - 0,6 | + 83 | 8,5 |
| строительство | 13,3 | 3,3 | 15,56 | 10,01 | - 206 | - 2,0 | + 143 | + 29,7 |
| торговля; ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования | 31,0 | 71,0 | 24,71 | 42,17 | - 399 | - 2,0 | + 159 | + 5,8 |
| гостиницы и рестораны | 0,5 | 0,4 | 1,22 | 0,82 | + 30 | + 1,6 | + 18 | + 11,2 |
| транспорт и связь | 6,8 | 4,5 | 7,68 | 7,80 | - 671 | - 10,9 | + 11 | + 1,5 |
| финансовая деятельность | 0,3 | 0,2 | 0,32 | 0,31 | + 73 | + 102,8 | + 13 | + 92,9 |
| операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг потребителям | 21 | 4,2 | 7,51 | 4,28 | + 313 | + 5,5 | + 150 | + 29,4 |

Окончание таблицы 4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|-----|-----|------|------|-------|--------|------|--------|
| образование | 0,4 | 0,2 | 0,39 | 0,22 | - 44 | - 9,7 | + 5 | + 17,2 |
| здравоохранение и предоставление социальных услуг | 0,2 | 0,2 | 0,36 | 0,29 | + 11 | + 2,2 | + 1 | + 1,9 |
| предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг | 1,1 | 0,7 | 1,60 | 1,35 | + 417 | + 15,6 | + 60 | + 19 |

Источник: рассчитано по данным [13, с. 352, 355, 362, 368].

Таким образом, результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что малое предпринимательство в Витебской области развивается, но в экономике региона его влияние проявляется не в полной мере. Меры, предпринимаемые правительством и местными органами власти по стимулированию инновационной активности малого бизнеса, расширению его деятельности по производству продукции (работ, услуг) в малых и средних населенных пунктах, сельской местности, оказались не достаточно эффективными.

При высоком уровне инвестиций, прибыли и рентабельности деятельности малого бизнеса реальную конкуренцию он может составить только в сфере розничного товарооборота торговли и общественного питания. Темп роста объема промышленного производства в 2011 г. составил 248,57 % к уровню 2009 г., но в общем объеме промышленного производства области удельный вес субъектов малого предпринимательства составил только 3 %, и снизился по сравнению с 2009 г (3,2 %). При этом меры стимулирующего характера предусматривались для промышленных организаций и не распространялись на торговлю и общественное питание за исключением объектов придорожного сервиса.

За исследуемый период СМП обеспечили значительный рост экспортного потенциала региона. Так, объем экспорта в 2009 – 2011 гг. вырос на 613,9 млн. долл. США или 256,65 %, что составило 34 % к объему экспорта Витебской области. При этом сальдо внешней торговли хотя и было отрицательным в течение всего исследуемого периода, но его величина значительно уменьшилась – со 111,7 до 26,2 млн. долл. США. Росту объемов экспорта в 2011 г. в значительной мере способствовали девальвация белорусского рубля и формирование единого экономического пространства в рамках таможенного союза, хотя в качестве меры стимулирующего характера еще в 2009 году был принят указ президента, который установил для индивидуальных предпринимателей, осуществляющих вывоз с территории Республики Беларусь и реализацию за ее пределами товаров, произведенных на территории Республики Беларусь и приобретенных у белорусских организаций-изготовителей этих товаров, особый режим осуществления предпринимательской деятельности на основе уплаты единого торгового сбора в размере одной базовой величины [9].

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что наибольшая активность предпринимательского сектора как в Витебской области, так и в республике укладывается в конкурентную позицию «коммутант», распространяется на отдельные виды экономической деятельности, не решает проблем занятости и формирования нормальной конкурентной среды и других социально-экономических проблем в регионе. Остальные виды экономической деятельности оказались непривлекательными для малого бизнеса даже в роли «коммутанта», не говоря о позиции «эксплерент».

Не является значительным и участие СМП в формировании доходной части бюджета. 2009 – 2011 годы характеризуются небольшой положительной динамикой: удельный вес налоговых поступлений в бюджет от СМП в общих поступлениях региона за 2009 год составил 10,3 %, в том числе от юридических лиц – 8,2 %, индивидуальных предпринимателей – 2,1 %, за 2011 год – 15 % (что ниже, чем в среднем по республике – 20,7 %), в том числе доля малых организаций – 8,5 %, микроорганизаций – 4,2 %, индивидуальных предпринимателей – 2,3 % [14]. То есть вклад юридических лиц в формирование бюджета региона увеличился на 4,5 п. п., а индивидуальных предпринимателей – лишь на 0,2 п. п.

Результаты нашего исследования показали, что какие бы меры ни проводило правительство по упрощению ведения и налогообложения малого бизнеса в условиях макроэкономической нестабильности, их эффективность будет низкой. За последние 5 лет (2007 – 2011 гг.) количество СМП Витебской области возросло более чем в 2 раза, однако наиболее высокие темпы роста были в докризисный период, и особенно в 2008 году (таблица 5).

Таблица 5 – Темпы изменения числа СМП и численности занятых в малом предпринимательстве Витебской области за 2007 – 2011 годы в %

| Показатели | 2007 г./ 2006 г. | 2008 г./ 2007 г. | 2009 г./ 2008 г. | 2009 г./ 2006 г. | 2010 г./ 2009 г. | 2011 г./ 2010 г. | 2011 г./ 2009 г. | 2011 г./ 2006 г. |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Число СМП | 108 | 173,9 | 113,6 | 213,3 | 106,7 | 104 | 111 | 236,7 |
| Численность работников | 101,5 | 129,1 | 123,8 | 161,8 | 97,6 | 99,3 | 96,9 | 156,8 |

Источник: рассчитано по данным [12, с. 357] и [13, с. 351].

Ситуация в предпринимательском секторе республики Беларусь укладывается в гипотезу Нобелевского лауреата 1995 года профессора Чикагского университета Роберта Лукаса «О рациональных ожиданиях». Эта теория рассматривает реакцию участников экономической деятельности на изменение конъюнктуры и экономической политики государства. Активная позиция потребителей и предпринимателей предполагает использование обширной информации для предугадывания вероятных последствий изменения факторов макросреды и принятия рациональных решений [15].

Данные таблицы 6 свидетельствуют о высоких инфляционных, процентных, валютных и инвестиционных рисках. Согласно экономическим законам инвестировать в предпринимательскую деятельность имеет смысл, если рентабельность: а) превышает уровень инфляции, б) выше ставок по банковским депозитам. В 2009 – 2011 гг. рентабельность продаж субъектов малого предпринимательства (таблица 3) в 2 и более раз была ниже уровня инфляции и почти в 3 раза ниже средней ставки по депозитам (а в 2011 г. – почти в 8 раз). Поэтому инвестирование собственных средств в развитие производства, а также привлечение кредитных ресурсов (по ставкам, превышающим более чем в 2 раза рентабельность продаж) на эти цели было высокорискованно или экономически нецелесообразно. В таких условиях наименьший риск обеспечивает размещение свободных денежных средств на депозитах.

Вероятно, не все предприниматели, начиная свой бизнес, могут сформулировать макроэкономическую зависимость, что рентабельность инвестиций должна быть выше уровня инфляции и депозитных ставок по вкладам в банках, но статистическая информация о росте предприятий малого бизнеса (таблица 5) позволяет говорить, что инфляционные ожидания и альтернативы вложения капитала учтены (рисунок 1).

Таблица 6 – Макроэкономические условия ведения бизнеса в 2007 – 2011 гг.

| Показатели | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. Уровень инфляции, % | 112,1 | 113,3 | 110,1 | 109,9 | 208,7 |
| 2. Средний официальный курс белорусского рубля к доллару США, руб. | 2146,07 | 2136,29 | 2792,54 | 2978,1 | 4623,47 |
| 3. Средняя ставка рефинансирования Национального банка РБ, % | 10,5 | 10,35 | 13,92 | 11,82 | 21,57 |
| 4. Средняя ставка по кредитам, выдаваемым организациям, руб. на срок: | | | | | |
| – до 1 года | 12,9 | 13,3 | 19,5 | 14,4 | 28,2 |
| – свыше 1 года | 6,7 | 6,8 | 7,4 | 7,8 | 18,1 |
| 5. Средняя ставка по депозитам для организаций, руб. на срок: | | | | | |
| – до 1 года | 10,1 | 11,3 | 17,6 | 11,6 | 32 |
| – свыше 1 года | 10,9 | 11,3 | 15,4 | 9,2 | 18,9 |

Источник: данные Национального банка Республики Беларусь и Национального статистического комитета Республики Беларусь.

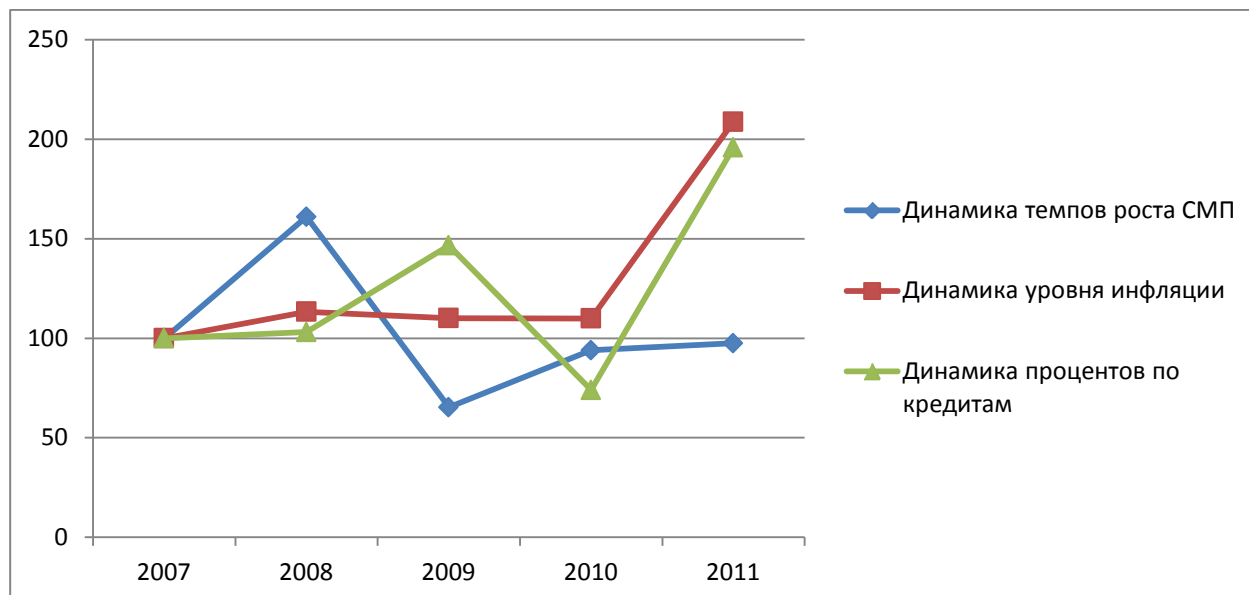


Рисунок – Динамика числа СМП, уровня инфляции и ставок процентов за кредит

Высокий уровень инфляции, сокращающийся спрос, девальвационные ожидания и, следовательно, возрастающие риски ведения бизнеса оказываются более мощными демотиваторами, чем стимулирование в виде административных процедур упрощения регистрации бизнеса или льготного налогообложения.

Малое предпринимательство имеет очень высокую восприимчивость к внешним воздействиям по сравнению с крупным бизнесом, хотя на недостаток таких знаний и указывают в социологическом опросе белорусские бизнесмены [16]. В условиях нестабильной макроэкономической ситуации в стране экономически активное население организации собственного бизнеса предпочитает поиск региона или страны с высоким уровнем оплаты труда. Отток рабочей силы из регионов Витебской области происходит преимущественно в Россию, а также в столицу Беларуси, где уровень заработной платы значительно выше. Номинальная начисленная среднемесячная заработная плата в организациях малого предпринимательства за 2009 – 2011 гг. была

ниже среднеобластного уровня (78,3 % в 2011 г.), и в несколько раз ниже заработной платы в соседней России, что является одной из причин снижения численности работников СМП. В этом же социологическом опросе 16 % опрошенных ответили, что «не предполагали, что нужно так много работать». Этот фактор демотивации ведения собственного бизнеса в будущем периоде будет оказывать существенное влияние на снижение темпов прироста предпринимательских структур в регионах: участие республики Беларусь в едином экономическом пространстве, возможность свободного перемещения трудовых ресурсов создает дополнительную альтернативу с точки зрения рациональных ожиданий: работа более 40 часов в неделю с большей интенсивностью (чего требует предпринимательство) может иметь достойное вознаграждение с меньшим финансовым риском в России или в крупном секторе Республики Беларусь с высоким уровнем оплаты труда.

Снижению финансовых рисков могла бы способствовать государственная финансовая поддержка малого предпринимательства, которая оказывается в рамках Указа Президента Республики Беларусь от 21 мая 2009 г. № 255 «О некоторых мерах государственной поддержки малого предпринимательства» [10]. В Витебской области, как и в других регионах, она оказывается путем предоставления:

- а) облисполкомом:
 - финансовых средств на возвратной возмездной или безвозмездной основе;
 - субсидий для возмещения части процентов за пользование банковскими кредитами;
 - субсидий для возмещения расходов на выплату лизинговых платежей по договорам финансовой аренды (лизинга) в части оплаты суммы вознаграждения (дохода) лизингодателя;
 - субсидий для возмещения части расходов, связанных с участием в выставочно-ярмарочных мероприятиях либо с их организацией;
- б) банками Республики Беларусь льготных кредитов, в том числе микрокредитов, за счет средств областного бюджета, предусмотренных в программах и размещенных во вклады (депозиты) этих банков [1].

Однако приоритеты для Беларуси и Витебской области в виде развития производственного предпринимательства не подкрепляются реальными средствами: в программе государственной поддержки малого предпринимательства в Витебской области на 2010 – 2012 годы можно увидеть малозначимые суммы – 60 млн. руб. в год для финансирования мероприятий по реализации инвестиционных проектов [8]. Для приобретения современного оборудования даже в минимальном количестве требуются суммы денежных средств на порядок (или несколько порядков) выше. Недостаточное финансирование СМП является одним из факторов, сдерживающих развитие производственного предпринимательства в малых населенных пунктах и сельской местности.

Белорусский фонд финансовой поддержки предпринимателей (БФФПП) не может рассматриваться как серьезный источник развития малого бизнеса. Незначительный объем располагаемых ресурсов и, как следствие, небольшое количество профинансированных проектов объективно не могут оказывать существенного влияния на динамику данного сектора экономики и реализацию приоритетных направлений его развития. В значительной мере фонд дублирует банковскую деятельность (кредиты предоставляются на платной основе с соблюдением принципов материальной обеспеченности, целевой направленности, срочности и возвратности), но при этом круг оказываемых клиентам услуг является крайне узким [11]. Условия предоставления средств – возвратность, залог, поручительство – это финансирование инвестиционных проектов с заранее определенным результатом, то есть не инновационных; суммы, предусмотренные для инвестиций, указывают на развитие

непроизводственных видов бизнеса, не требующих существенных финансовых ресурсов.

Таким образом, на основе анализа мер для стимулирования развития малого бизнеса на уровне государства и региона можно сделать вывод, что акцент сделан на достижении краткосрочных целей региональной политики, но даже они реализованы не в полной мере. Учитывая изменения, происходящие в экономике (перепроизводство товаров и услуг), усиление конкуренции в связи с действием ЕЭП и вступлением России в ВТО, субъекты малого бизнеса должны создавать современное производство, внедрять новые технологии, то есть ставка должна быть сделана на инновации.

Успешное функционирование малого бизнеса в странах с рыночной экономикой возможно благодаря кооперации крупных и малых предприятий, и в первую очередь это относится к производству. При этом субъекты крупного и малого бизнеса сотрудничают, а не конкурируют между собой, используя различные формы. Основным инструментом при этом может стать такая форма взаимодействия государственного сектора и малого бизнеса как субконтрактация. Малый производственный бизнес, как показывает мировой опыт, является фактором эффективных производственных кластеров [2]. Развитие производственной кооперации и субконтрактации будет способствовать повышению эффективности производства как крупных компаний, так и субъектов малого бизнеса. В Витебской области имеется достаточное количество крупных фирм, особенно в машиностроении, легкой промышленности, для которых малые предприятия, расположенные в малых населенных пунктах, могли бы производить комплектующие, полуфабрикаты, обеспечивая, с одной стороны, снижение издержек заказчика, а с другой – увеличивая доходы своих работников и местных бюджетов.

ВЫВОДЫ

Формированию благоприятного бизнес-климата и развитию малого бизнеса в республике и Витебской области способствовали нормативные акты, включающие упрощение процедуры регистрации бизнеса, снижение налоговой нагрузки, стимулирование развития предпринимательских структур, прежде всего в сельской местности. Но они не оказали стимулирующего воздействия на процессы децентрализации предпринимательских структур и создания новых рабочих мест в сельской местности и малых городах. Активная позиция предпринимателей определяется использованием обширной информации для предугадывания вероятных последствий изменения факторов макросреды и принятия рациональных решений, поэтому стимулами развития малого бизнеса и повышения его роли в инновационном развитии регионов являются:

- 1) стабилизация макроэкономической среды,
- 2) проведение денежно-кредитной политики роста,
- 3) паритетное распределение рисков (государственно-частное партнерство),
- 4) создание инфраструктуры для поддержки экспортоориентированных СМП, чтобы сделать доступными для них услуги по страхованию рисков, получению банковских гарантий, информацию о зарубежных рынках, экспортных возможностях,
- 5) Витебская область – приграничный регион, имеющий хорошие возможности выхода на рынки России, Литвы, Латвии; и СМП могут сыграть положительную роль в активном продвижении продукции на внешние рынки;
- 6) аутсорсинг технологических процессов, передача нерентабельных видов деятельности в сегмент с низкими накладными расходами (малый бизнес) и, как следствие, взаимодействие крупного и малого бизнеса на условиях контрактации для повышения их конкурентоспособности.

Список использованных источников

1. Инструкция об оказании государственной финансовой поддержки субъектам малого предпринимательства и субъектам инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства Витебской области, утвержденная решением Витебского областного Совета депутатов от 30.07.2009 N 169 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://vitiinvest.by/content> / – 2011. – Дата доступа: 18.01.2013.
2. Кирсанова, И. А. Малый и крупный бизнес: подходы к государственно-частному партнерству / И. А. Кирсанова // Экономика и управление [Электрон. ресурс]. – 2009. – №2. – Режим доступа: <http://library.miu.by/journals!/item.eiup/issue.18/article.16.html>. – Дата доступа: 01.12.2012.
3. Малое и среднее предпринимательство в Республике Беларусь : статистический сборник. – Минск, 2012.
4. О некоторых вопросах регулирования предпринимательской деятельности в сельской местности : Декрет Президента Республики Беларусь от 20.12.2007 № 9 с учетом изменений, внесенных декретом от 01.03.2010 № 4 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://vitebsk-region.gov.by/ru/economics/predpriimat>. – Дата доступа : 20.12.2012.
5. О стимулировании производства и реализации товаров (работ, услуг) : Декрет Президента Республики Беларусь от 28.01.2008 № 1 с учетом изменений, внесенных декретом от 01.03.2010 № 4 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://vitebsk-region.gov.by/ru/economics/predpriimat>. – Дата доступа : 20.12.2012.
6. О государственной регистрации и ликвидации (прекращении деятельности): декрет Президента Республики Беларусь от 16.01.2009 № 1 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа : <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=Pd0900001&p2={NRPA}>
7. О развитии предпринимательской инициативы и стимулировании деловой активности в Республике Беларусь : Директива Президента Республики Беларусь от 31.12.2010 № 4 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=P01000004&p2={NRPA}>
8. Об утверждении программы государственной поддержки малого предпринимательства в Витебской области на 2010 – 2012 годы : Решение Витебского областного Совета депутатов от 18.03.2010 № 210 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://vitiinvest.by/content/> – Дата доступа: 21.12.2012.
9. О некоторых вопросах деятельности индивидуальных предпринимателей и внесении изменения в Указ Президента Республики Беларусь от 15 апреля 2009 г. N 194 : указ Президента Республики Беларусь от 25.09.2009 N 477 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа : <http://vitebsk-region.gov.by/ru/economics/predpriimat>. – Дата доступа: 21.01.2013.
10. О некоторых мерах государственной поддержки малого предпринимательства : Указ Президента Республики Беларусь от 21.05.2009 № 255 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://vitebsk-region.gov.by/ru/economics/predpriimat>. – Дата доступа: 21.01.2013.
11. Поддержка малого бизнеса как фактор активизации предпринимательской деятельности в регионах. Современные финансовые и иные механизмы : спр.-аналит. материал / Г. П. Бадей, Т. П. Быкова, Н. К. Наумович, Свен-Олаф Невиак, Ж. К. Тарасевич, С. П. Шершнева. – Минск, 2010. – 180 с.
12. Статистический ежегодник Витебской области, 2010.
13. Статистический ежегодник Витебской области, 2012.

14. Сведения о субъектах малого и среднего предпринимательства Республики Беларусь за 2011 – 2012 гг. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nalog.gov.by/regions/vitebsk/news> – Дата доступа: 01.02.2013.
15. <http://www.rae.ru/monographs/129-4225>
16. http://management.bel.biz/news/chto_otpugivaet_belorusov_ot_zanyatiya_biznesom/

Статья поступила в редакцию 28.02.2013.

SUMMARY

The normative acts including simplification of business regulations procedure, the tax burden decrease, the development of business organizations stimulation especially in rural areas contributed to the creation of favorable-climate change and the development of small business in the country and Vitebsk region. But they didn't give a stimulatory effect on the process of decentralization of businesses and creation of new jobs in rural areas and small towns. The situation in the business sector of the Republic of Belarus is placed in R. Lucas hypothesis "About rational expectations." The active position of entrepreneurs is defined by the using of extensive information to foresee the possible effects of changes in the macro environments factors and rational decision-making.

РЕФЕРАТЫ

УДК 685.34.03.017.3

Дмитриев, А. П. Расчёт величин деформации при формовании обувных материалов параболоидом вращения / А. П. Дмитриев, А. В. Коваленко // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 7.

В статье получены математические формулы, позволяющие определять величины плоской деформации и относительного удлинения по меридиану круглого образца плоского материала при продавливании пуансоном, который имеет форму параболоида вращения. Эти результаты могут быть использованы для исследования процессов формования обувных материалов, а также для изучения различных способов формования, основанных на принципе постоянства деформации.

УДК 677.11.022.63.023.276

Семёнов, А. Р. Технологический процесс получения комбинированных льносодержащих электропроводящих нитей на тростильно-крутильном оборудовании / А. Р. Семёнов, Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган, С. Б. Байжанова // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 16.

Научная статья посвящена описанию нового процесса получения комбинированной льносодержащей электропроводящей нити на тростильно-крутильной машине ТК2-160М.

В статье приведены исследования по установлению оптимальных параметров работы тростильно-крутильного оборудования для производства нового ассортимента комбинированных льносодержащих электропроводящих нитей линейной плотностью 47 текс. Представлены теоретические зависимости, позволяющие с точностью до 5 % рассчитывать разрывную нагрузку, линейную плотность и диаметр комбинированной нити. Установлено, что при вложении в комбинированные льносодержащие нити медной микропроволоки удельное электрическое поверхностное сопротивление нити снижается на 8 порядков по сравнению с нитями, не содержащими медной микропроволоки.

УДК 687.03:677.072.6 – 037.4

Киселев, Р. В. Определение крутящего момента, создаваемого нитеотводной воронкой при формировании армированной нити пневмомеханического способа прядения / Р. В. Киселев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 22.

Разработана математическая модель, позволяющая определять крутящий момент, сообщаемый волокнистой составляющей органом ложного кручения – нитеотводной воронкой. На основании теоретического исследования процесса ложного кручения разработаны рекомендации для увеличения крутящего момента, а следовательно, величины ложной крутки, получаемой волокнистой составляющей, что позволит снизить обрывность при выработке армированной нити.

УДК 677.05 : 677.017

Махонь, А. Н. Верификация методики многоцикловых испытаний текстильных материалов / А. Н. Махонь // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 28.

Проведены исследования циклической долговечности льняных и смесовых тканей методом циклического комбинированного нагружения при варьировании заданной деформации предварительного растяжения от 0 до 0,15 % от разрывной нагрузки и угле изгиба 30° и 60°. Исследования позволили выполнить верификацию методики циклических испытаний тканей. Выявлено, что при циклическом нагружении признаки внешнего износа в меньшей степени наблюдаются у тканей, обладающих равномерностью значений плотности ткани и линейной плотности нитей в продольном и поперечном направлениях. Равномерность текстильной структуры предложено оценивать при помощи коэффициента анизотропии $K_{анз}$ и критерия его оценки – диапазона (0,8 ÷ 1,2). При помощи паттерн-анализа показана динамика свойств тканей после циклических нагружений.

УДК 677.21.08.002.8

Медвецкий, С. С. Технология получения пряжи из отходов хлопкопрядильного производства / С. С. Медвецкий, А. А. Смуклавский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 36.

В статье приведены исследования, посвященные разработке технологии получения пряжи из отходов хлопкопрядильного производства. Исследованы свойства волокон в отходах, разработана цепочка технологического оборудования для получения пряжи линейной плотности 50 текс из 100 % отходов чесальных машин С60 фирмы Rieter пневмомеханическим способом. Описаны экспериментальные исследования по выбору оптимальных значений частоты вращений дискретизирующего валика и крутки для получения пряжи высокого качества.

УДК 685.34.021.3:685.341.85

Милюшкова, Ю. В. Определение параметров рациональной внутренней формы детской обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 42.

Статья посвящена вопросу определения параметров рациональной внутренней формы детской обуви для дошкольной половозрастной группы. В ней приведены результаты исследования изменения основных размеров стопы (по длине и обхвату в пучках) в процессе ходьбы. Проанализированы существующие методы преобразования антропометрических характеристик стопы в параметры внутренней формы обуви. На основании проведенных исследований и антропометрических характеристик стоп детей дошкольного возраста установлены соотношения перехода от форморазмеров стопы к геометрическим параметрам обувной колодки для детей дошкольной половозрастной группы.

УДК [677.075:61]:677.075.017

Надёжная, Н. Л. Прогнозирование деформационных свойств трикотажа для компрессионных изделий / Н. Л. Надёжная, А. А. Кузнецов, А. В. Чарковский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 48.

В работе представлены результаты экспериментально-аналитических исследований деформационных свойств трикотажа для компрессионных изделий на основе применения механической модели Максвелла с двумя средними временами релаксации. Установлено, что параметры выбранной механической модели зависят от величины деформации. Предложен метод идентификации параметров механической модели с использованием только одной кривой релаксации напряжений со временем наблюдения, соизмеримым со временем окончания замедленных процессов релаксации напряжений, что позволяет существенно сократить время испытаний.

УДК 627.027:66.047.37

Ольшанский, А. И. Исследование СВЧ сушки тканей / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 55.

Рассмотрены результаты исследования кинетики сушки тканей в электрическом поле сверхвысокой частоты. Получены экспериментальные зависимости для определения длительности сушки в диапазоне мощностей генератора СВЧ от 300 до 850 Вт. Установлены закономерности изменения времени сушки, интенсивности влагообмена, объемной плотности тепловых потоков в материале, критерия Померанцева от мощности генерации энергии источника СВЧ.

УДК 677.494

Ольшевский, С. А. Определение оптимальных параметров термообработки высокообъемной полиакрилонитрильной пряжи / С. А. Ольшевский, С. С. Медвецкий // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 66.

Данная статья посвящена анализу работы оборудования, применяемого для термообработки пряжи как горячим воздухом, так и горячим паром, а также процессу усадки

высокообъемной пряжи. В статье указаны необходимые заправочные параметры оборудования для термообработки пряжи.

Применение экспериментально полученных параметров работы терморелаксационного оборудования при производстве высокообъемной пряжи позволяет получать пряжу с наиболее высокой объемностью и наилучшими физико-механическими характеристиками.

УДК 621.001.63, 621.81:539.4

Полозов, Д. С. Расчет методом конечных элементов звена промышленного робота / Д. С. Полозов, Н. В. Путеев // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 70.

Статья посвящена актуальной теме рационального использования материальных ресурсов при проектировании и производстве промышленных роботов различного назначения. Методика исследования основана на применении метода конечных элементов для определения деформации элементов робота под воздействием внешних нагрузок. На основе анализа 11 вариантов профилей сделан вывод об оптимальной форме поперечного сечения элемента промышленного робота в зависимости от выполняемых задач.

УДК 677.11.021

Тихосова, А. А. Перспективы использования волокна льна масличного для производства текстильных материалов / С. В. Путинцева, Т. Н. Головенко // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 74.

Учеными лаборатории переработки лубяных культур Херсонского национального технического университета (Украина) интенсивно проводятся исследования в области комплексного использования льна масличного, а именно разработка технологий первичной и вторичной обработки стеблей льна масличного с целью получения волокна.

В Украине при создании комплексной технологии переработки льна масличного можно получать ежегодно возобновляемое отечественное сырье для получения натуральных, экологически чистых материалов, которые имеют широкое промышленное использование как на территории нашего государства, так и на мировом рынке.

УДК 662.013.8:628.5

Алексеев, И. С. Исследование свойств фотокаталитических нанопокровов TiO_2 по очистке воздуха от паров органических растворителей / И. С. Алексеев, Н. И. Миклис // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 82.

Известно, что при ультрафиолетовом (УФ) облучении TiO_2 абсорбция фотона с энергией больше, чем ширина запрещенной зоны, приводит к образованию устойчивой пары «электрон-дырка», которая называется «экситоном». Таким образом инициируется фотокаталитическое окисление, предположительно способное обезвреживать воздух от химических веществ. Применив газохроматографическое измерение концентраций этилацетата, ацетона, толуола, ксилола, бутилацетата, гексана в воздухе рабочей зоны, установлено, что опытные поверхности с нанопокровом из диоксида титана при непрерывном облучении их ультрафиолетовой лампой обладают способностью дезодорировать и обезвреживать воздух от вредных химических веществ.

УДК 543.253

Брайкова, А. М. Контроль содержания тяжелых металлов в красках для детского творчества / А. М. Брайкова, Н. П. Матвейко, В. В. Садовский // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 87.

Проведен контроль содержания тяжелых металлов в красках гуашь различных цветов. Установлено, что во всех проанализированных образцах красок присутствуют свинец, цинк и медь в количествах, мг/кг: 2,2 – 9,1; 9,4 – 581 и 0,22 – 188 соответственно. В красках желтого, зеленого и синего цвета отсутствует кадмий. Наибольшее содержание кадмия отмечено в краске гуашь фиолетового цвета (2,5 мг/кг). Обнаружен кадмий также в красках коричневого и оранжевого цветов. Во всех изученных образцах содержание кадмия и свинца не превышает максимально допустимых значений, установленных требованиями ТНПА.

УДК 547.362

Дикусар, Е. А. Технология получения моно- и диалкоксибензальдегидов / Е. А. Дикусар, В. И. Поткин, М. Ю. Мурашева, С. К. Петкевич, С. Г. Стёпин // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 94.

Разработан удобный и масштабируемый технологический способ получения моно- и диалкоксибензальдегидов с целью их дальнейшего использования в качестве душистых соединений и исходных веществ для дальнейших химических модификаций и превращений. Строение синтезированных соединений доказано при помощи спектров ИК и ЯМР ¹Н и данными элементного анализа.

УДК 628.3:674.05

Дубина, А. В. Обезвреживание формальдегидсодержащих сточных вод деревообрабатывающих производств / А. В. Дубина, В. Н. Марцунь // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 103.

В статье представлены результаты исследований влияния условий образования сточных вод деревообрабатывающих производств на их состав, проведена оценка принципиальной возможности использования компонентов, образующихся при очистке сточных.

Тематика работы актуальна, поскольку в процессе эксплуатации и при промывке оборудования для приготовления, хранения и дозирования клеевых составов образуются высококонцентрированные сточные воды. Имеющейся в настоящее время информации о составе, условиях образования и хранения сточных вод недостаточно для выбора способа очистки и обезвреживания сточных вод.

УДК 677.042.23

Максимович, Е. С. Разработка замасливателя для текстильных волокон и исследование процесса удаления его из ткани / Е. С. Максимович, В. Н. Сакевич // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 107.

Разработан отечественный замасливатель для нужд текстильной промышленности и способ его получения. Проведены исследования возможности удаления замасливателя из тканей различного волокнистого состава промывкой водой без применения специальных растворителей. Выявлено влияние температуры воды на процесс элюирования замасливателя водой.

Разработанный замасливатель рекомендован для применения при обработке химических волокон и выработке смесовых тканей в диапазоне температур 12 °С и выше, а для натуральных волокон в диапазоне температур выше 60 °С.

УДК 621.762.4

Пятов, В. В. Извлечение кобальта из отходов гальванического производства / В. В. Пятов, А. С. Ковчур // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 112.

Описаны результаты теоретических и экспериментальных исследований по извлечению кобальта, содержащегося в отходах, образующихся при гальваническом кобальтировании и никелировании. Предложены два способа извлечения кобальта из сульфатных электролитов, названных для краткости гипохлоритным и автоклавным методами. Оба метода позволяют получать достаточно чистый порошок кобальта, содержащий 96 – 99 % металла. Гипохлоритный метод позволяет получать дешевый порошок кобальта, кроме того он прост в применении, не требователен к оборудованию, но чувствителен к посторонним примесям. Автоклавное осаждение дает возможность получать, кроме кобальта, также никель и железо.

УДК 504.5:552.578.2

Савенок, В. Е. Автоматизация технических средств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений / В. Е. Савенок, А. А. Шишакова, О. Н. Минаева // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 116.

Актуальным является вопрос автоматизации технических средств, предназначенных для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водных объектах. Целью данной

работы была автоматизация разработанных нами технических средств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений.

Разработаны комбинированный механический бон и комбинированная механическая платформа с элементами автоматизации. Данные технические устройства локализации и ликвидации нефтяных загрязнений позволяют более эффективно бороться с аварийными разливами нефти на водных объектах в различных условиях.

УДК 677.4.022:62

Ясинская, Н. Н. Биотехнологический способ отделки суконных тканей / Н. Н. Ясинская, Л. Е. Соколов // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 122.

В статье рассмотрена проблема повышения качества шерстяных и полушерстяных суконных тканей за счет изменения технологического процесса их обработки на стадии заключительной отделки.

Разработан новый биотехнологический способ умягчающей отделки шерстяных суконных тканей, использование которого помогает решить такие важные задачи, как создание более чистого, мягкого, экологичного, неагрессивного и экономичного, с точки зрения энергозатрат, производства, а также максимально снизить повреждение волокна при одновременном повышении эффективности отделочных операций.

УДК 658 (476)

Быков, А. А. Стратегический анализ предприятий легкой промышленности как звеньев цепочек создания стоимости / А. А. Быков, Т. Г. Авдеева, А. Е. Зезюлькина // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 127.

Разработаны и апробированы на примере 88 предприятий концерна Беллепром критерии и методики диагностики и выбора стратегических решений. Они базируются на основных положениях концепции цепочек создания стоимости. Проведено ранжирование предприятий концерна по трем абсолютным показателям, включая чистую прибыль, фонд оплаты труда, чистый экспорт; затем проведено ранжирование предприятий по соответствующим относительным показателям. В результате выявлены разрывы в цепочках создания стоимости отрасли между производителями сырья и производителями конечной продукции. Разработан и апробирован матричный метод, позволяющий выбрать для предприятия одну из четырех стратегий: модернизация, стремление к контролю над стоимостной цепочкой, антикризисное управление, импортозамещение сырья и компонентов.

УДК 339.732

Герасенко, А. В. Значение и механизм привлечения прямых иностранных инвестиций в потребительскую кооперацию / А. В. Герасенко // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 138.

В настоящее время Белкоопсоюз не располагает в достаточном количестве собственными источниками финансирования инвестиционных проектов, поэтому особое значение придается привлечению внешних инвестиций, и в первую очередь – прямых инвестиций. Прямые иностранные инвестиции чрезвычайно выгодны, поскольку они служат катализатором развития бизнеса, поддерживают инновации, причем не только в сфере производства товаров и услуг, но и в отношении новых моделей развития бизнеса, способствуют выходу предприятий на новые рынки, переходу на международный уровень качества производства, использованию современных технологий управления.

УДК 658

Касаева, Т. В. Оценка коммерческой устойчивости промышленной организации / Т. В. Касаева, О. Г. Цынкович, Г. Е. Белов // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 147.

Дано определение коммерческой устойчивости организации. Определены показатели и разработана матричная модель оценки коммерческой устойчивости организации. Проведена практическая апробация матричной модели коммерческой устойчивости на примере двух приборостроительных организаций, которая подтверждает её жизнеспособность.

УДК 658

Рябиков, В. С. Сбалансированная система показателей: особенности применения в условиях национальной экономики / В. С. Рябиков, Т. В. Касаева // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2013. — № 24. — С. 157.

Проведены исследования возможности использования сбалансированной системы показателей в условиях национальной экономики. Разработана адаптированная методика внедрения и использования ССП отечественными организациями, в том числе поэтапное описание процесса внедрения и методология формирования системы ключевых показателей эффективности. Создано программное обеспечение для повышения результативности и качества применения ССП.

УДК 658.8:005.523

Нагорный, Е. И. Маркетинговое тестирование продуктовых инноваций промышленных предприятий / Е. И. Нагорный // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2013. — № 24. — С. 167.

Статья посвящена разработке научно-методических основ маркетингового тестирования промышленной инновационной продукции. Проанализирована результативность инновационной деятельности в области создания новой и инновационной продукции. Доказана необходимость применения процедуры маркетингового тестирования инновационной продукции, выявлены основные проблемы, которые она решает в практической деятельности промышленного предприятия. Разработан и обоснован научно-методический подход для принятия решения о готовности инновационной продукции к выходу на рынок по результатам маркетингового тестирования на основе расчета комплексного показателя, который позволит снизить процент коммерческих неудач, повысить эффективность инновационной деятельности промышленных предприятий.

УДК 336.64

Пластун, В. Л. Исследование причинных связей в развитии институциональных инвесторов и фондового рынка (на примере Украины) / В. Л. Пластун // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2013. — № 24. — С. 177.

В статье проведено исследование причинных связей развития институциональных инвесторов и фондового рынка Украины. Полученные результаты подтверждают, что на современном этапе развития фондового рынка влияние институциональных инвесторов является определяющим для его дальнейшей эволюции, а также доказана важность участия банков в этом процессе.

УДК 338 (476.5)

Прокофьева, Н. Л. Мотивы и стимулы малого бизнеса в инновационном развитии экономики региона / Н. Л. Прокофьева, Е. Н. Домбровская // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2013. — № 24. — С. 186.

Формированию благоприятного бизнес-климата и развитию малого бизнеса в республике и Витебской области способствовали нормативные акты, включающие упрощение процедуры регистрации бизнеса, снижение налоговой нагрузки, стимулирование развития предпринимательских структур, прежде всего в сельской местности. Но они не оказали стимулирующего воздействия на процессы децентрализации предпринимательских структур и создания новых рабочих мест в сельской местности и малых городах. Ситуация в предпринимательском секторе Республики Беларусь укладывается в гипотезу Р. Лукаса «О рациональных ожиданиях». Активная позиция предпринимателей определяется использованием обширной информации для предугадывания вероятных последствий изменения факторов макросреды и принятия рациональных решений.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Авдеева**
Татьяна Григорьевна – ассистент кафедры «Экономика и управление», Бобруйский филиал УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Алексеев**
Игорь Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Байжанова**
Сулушаш Балабневна – кандидат технических наук, доцент, декан факультета легкой и пищевой промышленности, Южно-Казахстанский государственный университет им. Ауезова
- Белов**
Глеб Евгеньевич – магистр экономических наук, заместитель генерального директора по коммерческим вопросам, ОАО «Витебский плодоовощной комбинат»
- Брайкова**
Алла Мечиславовна – кандидат химических наук, доцент кафедры «Физикохимия материалов», УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Быков**
Алексей Александрович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика и управление», УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Герасенко**
Александр Владимирович – главный советник главного управления международного сотрудничества и торговли Аппарата Совета Министров Республики Беларусь, аспирант 4 года обучения (заочная форма), Академия управления при Президенте Республики Беларусь
- Головенко**
Татьяна Николаевна – аспирант кафедры «Товароведение, стандартизация и сертификация», Херсонский национальный технический университет
- Горбачик**
Владимир Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и технология изделий из кожи», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Дикусар**
Евгений Анатольевич – кандидат химических наук, научный сотрудник, Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси
- Дмитриев**
Александр Петрович – старший преподаватель кафедры «Теоретическая и прикладная математики» УО «Витебский государственный технологический университет»
- Домбровская**
Елена Николаевна – старший преподаватель кафедры «Коммерческая деятельность», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Дубина**
Александр Валентинович – аспирант кафедры «Промышленная экология», УО «Белорусский государственный технологический университет»
- Замостоцкий**
Евгений Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Прядение натуральных и химических волокон», УО «Витебский государственный технологический университет»

- Зезюлькина**
Анна Евгеньевна
- ассистент кафедры «Экономика и управление», УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Касаева**
Тамара Васильевна
- кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономика», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Киселёв**
Руслан Васильевич
- младший научный сотрудник кафедры «Прядение натуральных и химических волокон», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Коваленко**
Александр Вильямович
- старший преподаватель кафедры «Теоретическая и прикладная математика», 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»
- Кузнецов**
Андрей Александрович
- доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Максимович**
Екатерина Сергеевна
- аспирант кафедры «Механика», УО «Витебский государственный медицинский университет»
- Марцуль**
Владимир Николаевич
- заведующий кафедрой «Промышленная экология», УО «Белорусский государственный технологический университет»
- Матвейко**
Николай Петрович
- доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физикохимия материалов», УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Махонь**
Александра Николаевна
- кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Медвецкий**
Сергей Сергеевич
- кандидат технических наук, доцент кафедры «Прядение натуральных и химических волокон», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Миклис**
Наталья Ивановна
- кандидат медицинских наук, доцент кафедры «Общая гигиена и экология», УО «Витебский государственный медицинский университет»
- Милюшкова**
Юлия Валерьевна
- ассистент кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Минаева**
Ольга Николаевна
- преподаватель кафедры «Экология и охрана природы», УО «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»
- Мурашова**
Мария Юрьевна
- студент химического факультета, УО «Белорусский государственный университет»

- Нагорный**
Евгений Игоревич – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры «Маркетинг и управление инновационной деятельностью», Сумский государственный университет
- Надёжная**
Наталья Леонидовна – ассистент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Ольшевский**
Сергей Алексеевич – аспирант кафедры «Прядение натуральных и химических волокон», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Пластун**
Вячеслав Леонидович – кандидат экономических наук доцент кафедры «Финансы», Государственное высшее учебное заведение «Украинская академия банковского дела Национального банка Украины»
- Полозов**
Дмитрий Сергеевич – магистрант кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Поткин**
Владимир Иванович – доктор химических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, профессор, заведующий отделом Института физико-органической химии, Национальная академия наук Беларуси
- Прокофьева**
Нина Леонидовна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Коммерческая деятельность», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Путеев**
Николай Владимирович – доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Путинцева**
Светлана Викторовна – старший преподаватель кафедры «Товароведение, стандартизация и сертификация», Херсонский национальный технический университет
- Пятов**
Владислав Владимирович – доктор технических наук, профессор кафедры «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Рябиков**
Виталий Сергеевич – преподаватель-стажер кафедры «Экономика», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Савенок**
Владимир Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент, УО «Витебский государственный технологический университет»
- Садовский**
Виктор Васильевич – доктор технических наук, профессор, первый проректор, УО «Белорусский государственный экономический университет»
- Сакевич**
Валерий Николаевич – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Механика», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Семёнов**
Андрей Русланович – магистрант кафедры «Прядение натуральных и химических волокон», УО «Витебский государственный технологический университет»

- Смуклавский**
Артем Аркадьевич
- студент кафедры «Прядение натуральных и химических волокон», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Стёпин**
Святослав Генрихович
- кандидат химических наук, доцент кафедры «Химия», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Тихосова**
Анна Анатолиевна
- доктор технических наук, профессор кафедры «Товароведение, стандартизация и сертификация», Херсонский национальный технический университет
- Цынкович**
Оксана Геннадьевна
- магистр экономических наук, ассистент кафедры «Экономика», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Чарковский**
Александр Владимирович
- кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология трикотажного производства», УО «Витебский государственный технологический университет»
- Шишаква**
Анна Александровна
- студент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств», 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), к которому она подается, списком авторов и их личными подписями. В заявке необходимо указать согласие авторов на размещение полного текста статьи на сайтах журнала «Вестник ВГТУ» (<http://vestnik.vstu.by/rus/>) и Научной электронной библиотеки (<http://elibrary.ru/>);

– реферат на языке оригинала объемом не менее 10 строк (не менее 100 – 250 слов) – на русском или белорусском языке. Реферат оформляется по ГОСТ 7.9 – 95, включает ключевые слова и следующие аспекты содержания статьи: предмет, тему и цель работы, метод или методологию проведения работы, результаты работы, область применения результатов, выводы. Последовательность изложения содержания статьи может быть изменена. Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте реферата;

– авторскую аннотацию (abstract) и название статьи — на английском языке. Аннотация призвана выполнять функцию независимого источника информации, должна быть информативной, оригинальной, то есть не дублировать текст реферата, структурированной; объем аннотации должен составлять 100 – 250 слов;

– 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) – на русском и английском языках. Требуется также указывать транслитерированное (с использованием букв латинского алфавита) название места работы автора, которое можно получить, воспользовавшись бесплатной программой транслитерации русского языка в латиницу на сайте <http://www.translit.ru/>;

– электронный вариант всех материалов, кроме сопроводительного письма (выписки из протокола заседания кафедры) и экспертного заключения.

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 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. В библиографическом описании источника указываются фамилии и инициалы всех авторов, год издания (в круглых скобках), название источника (для статей – название статьи, *название журнала курсивом*, номер выпуска), номера страниц. Каждый источник должен иметь автора. Если упоминается сборник под редакцией, то в качестве автора указывается первый из редакторов. Если работа выполнена коллективом организации и конкретные авторы не указаны, в качестве автора указывается организация.

Если использованный источник опубликован не на английском языке, его библиографическое описание необходимо привести на языке оригинала и дополнить переводом на английский язык и транслитерацией всей указываемой в описании информации.

Пример перевода и транслитерации библиографического описания (оформление соответствует требованиям, описанным выше для русскоязычного описания):

Zagurenko, A.G., Korotovskikh, V.A., Kolesnikov, A.A., Timonov, A.V., Kardymon, D.V. (2008). Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing [Tekhnikoekonomicheskaya optimizatsiya dizaina gidrorazryva plasta]. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, (11), pp. 54-57.

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 Times New Roman 12, 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 – по центру или выравниваются по левому краю. Шрифт – Times New Roman от 9 до 12 пт.;
 - иллюстрации располагаются после первого упоминания о них в тексте. Каждая иллюстрация должна иметь подрисуночную надпись (Times New Roman, 11 пт). Графики и диаграммы представляются как рисунки, выполняются в графическом редакторе, совместимым с MS Word. Для названия осей координат и указания их размерности применяют шрифт Times New Roman 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. Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, не принимаются.

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. Окончательное решение о публикации принимается на заседании редакционной коллегии с учетом результатов рецензирования.

12. Отклоненные редколлегией рукописи статей авторам не возвращаются. В случае возврата статьи автору на доработку датой представления считается день получения редакцией исправленной рукописи.

13. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения и сокращения в тексте статьи, реферате и abstract, не искажающие основное содержание статьи.

14. Статьи представляются в редакцию по адресу: 210035, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72, Скробовой АLINE Сергеевне. Электронный вариант материалов допускается направлять по электронной почте на адрес vestnik-vstu@tut.by ответственному секретарю редакционной коллегии Рыклину Дмитрию Борисовичу.

Редакция «Вестника ВГТУ»

Научное издание

ВЕСТНИК
ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТЫЙ ВЫПУСК

Компьютерная верстка и дизайн обложки Иванова О.С.

Подписано в печать 27.05.2013. Печать ризографическая. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. листов 13.1 Уч.-изд. листов 22.0 Формат 60x90 1/8. Тираж 100 экз.
Заказ № 228

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.