

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВІСНИК

**КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ**

Серія «Технічні науки»

№ 3 (110), 2017

Наукове фахове видання

Періодичність виходу: 6 разів на рік

Дата заснування: грудень 1999 р.

Київ 2017

Засновником журналу «ВІСНИК Київського національного університету технологій та дизайну» є

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Науковий фаховий журнал є правонаступником видання «Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности», який видавався з березня 1958 року у Київському технологічному інституті легкої промисловості (СРСР)

**№3 (110)
2017**

Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації: серія KB №19330–9130 ПР від 08.08.2012р.

Свідectво суб'єкта видавничої справи: ДК № 993 від 24.07.2002р.

Журнал входить до переліку наукових фахових видань України. Наказ МОН України від 13.07.2015 № 747 (додаток 17, рішення щодо продовження) – фаховість із технічних та економічних наук.

ISSN 1813-6796

Журнал зареєстровано в Міжнародному центрі періодичних видань (ISSN International Centre, Париж, Франція) 22.12.2004р.

Журнал реферується та індексується у наступних міжнародних базах даних: Ulrich's Periodicals Directory, EBSCOhost, WorldCat, РИНЦ, Index Copernicus, Research Bible, SJIF, PBN, JIF, OAJI, InfoBase Index, ISI, UIF, CiteFactor, Google Scholar

Засновник і видавець:

Київський національний університет технологій та дизайну
Україна, 01011, м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2

Головний редактор:

Грищенко І.М., д.е.н., професор, академік НАПН України

Заступник

головного редактора:

Каплун В.В., д.т.н., професор

Київський національний університет технологій та дизайну є членом Асоціації університетів текстильного профілю (Autex) з 2006 року

Київський національний університет технологій та дизайну – повний індивідуальний член Асоціації Європейських університетів (EUA) з 20 жовтня 2005 року

Тематична спрямованість журналу «Вісник КНУТД»: Мехатронні системи. Енергоефективність та ресурсозбереження. Матеріалознавство, швейне і текстильне виробництво. Метрологія та сертифікація. Хімічні та біофармацевтичні технології. Дизайн та мистецтвознавство.

Видання орієнтоване на науковців, викладачів, аспірантів, студентів, а також науково-практичних працівників і фахівців відповідних галузей промисловості.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

01011, м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2, корп. 1, к. 1-0252

тел./факс: +38 (044) 256-29-86

e-mail: vistnuk@knutd.com.ua

<http://vistnyk.knutd.com.ua/>

Рекомендовано до друку Вченою радою Київського національного університету технологій та дизайну, протокол № 10 від 24.05.2017 р.

Матеріали друкуються мовою оригіналу. Відповідальність за переклад, достовірність фактів, цитат, власних імен, географічних назв, назв підприємств, організацій, установ та іншої інформації несуть автори статей. Передруки та переклади статей дозволяються лише за згодою автора (-ів) та редакції.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

BULLETIN

**of the KYIV NATIONAL UNIVERSITY
of TECHNOLOGIES and DESIGN**

Technical Science Series

№3 (110), 2017

Scientific Specialized Edition

Issued: 6 times a year

Founded: December, 1999

Kyiv 2017

The owner of «BULLETIN of the Kyiv National University of Technologies and Design» is

KYIV NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGIES AND DESIGN

This Scientific Specialized Journal is the successor of the edition «Proceedings of Higher educational establishments. Technology of the light industry», which was published by Kiev Technological Institute of Light Industry from March, 1958 (USSR)

**№3 (110)
2017** The state registration of print media is KB № 19330-9130 ПП, originating date 08.08.2012

License for publishing activity is ДК № 993, originating date 24.07.2002

The journal is listed & reregistered in Higher Attestation Commission of Ukraine:

- № 747, originating date 13.07.2015. Fields: technological, economical.

ISSN 1813-6796 The journal is registered in ISSN International Centre, Paris, originating date is 22.12.2004

The journal is abstracted and indexed by Ulrich's Periodicals Directory, EBSCOhost, WorldCat, ПИИЛ, Index Copernicus, Research Bible, SJIF, PBN, JIF, OAJI, InfoBase Index, ISI, UIF, CiteFactor, Google Scholar

**Owner and
Publisher:** Kyiv National University of Technologies and Design
Ukraine, 01011, Kyiv, 2, Nemyrovych-Danchenka, Str.

Editor-in- Chief: **Ivan M. Gryshchenko** - Dr., professor, Member of NAPS of Ukraine

Deputy Editor: **Viktor V. Kaplun** - Dr., professor

Kyiv National University of Technologies and Design is the member of the Association of Universities for Textiles (AUTEX) since 2006

Kyiv National University of Technologies and Design is the general member of European University Association (EUA) since 20 October, 2005

Scientific fields: Mechatronic Systems. Energy Efficiency & Resource Saving. Materials Science. Textile and Apparel Manufacturing. Metrology, testing and quality certification. Chemical, Biopharmaceutical Technologies, Design & Art Appreciation.

The journal is aimed at a wide range of researchers, professors, students, and graduate students and to bring the results of scientific research carried out under a variety of intellectual traditions and organizations of procedures to the attention of a specialized readership.

EDITORIAL OFFICE:

01011, Ukraine, Kyiv, 2, Nemyrovych-Danchenka, Str., office 1-252

Tel./fax: +38 (044) 256-29-86

e-mail: vistnuk@knutd.com.ua

<http://vistnyk.knutd.com.ua/>

Recommendations from Science Council of Kyiv National University of Technologies and Design, Protocol № 10, originating date 24.05.2017

Articles are published in the original language. The authors are responsible for the translation, authenticity of facts, quotations, proper names, geographic names, names of enterprises and other information.

The Editorial Office's and author's consent is needed prior to republishing or translating the articles.

ЗМІСТ

**МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ.
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ**

1. **КАПЛУН В.В., ПАВЛОВ П.А., ШТЕПА В.Н., КАПЛУН Р.В.** Моделирование динамической стоимости электроэнергии в микроэнергетической системе с распределенными источниками в синхронном режиме 11

**МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, ШВЕЙНЕ ТА ТЕКСТИЛЬНЕ
ВИРОБНИЦТВО. МЕТРОЛОГІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ**

2. **АРАБУЛІ А.Т.** Особливості виготовлення швейних виробів з оптоволоконних матеріалів 25
3. **АРАБУЛІ С.І.** Порівняльний аналіз методів визначення паропроникності текстильних матеріалів 32
4. **BESKIN N.V., HALAVSKA L.Ie.** Features research of knit for manufacturing fencing suits 41
5. **BEZSMERTNA V.I., IELINA T.V., HALAVSKA L.Ie.** Analysis of CFD simulation opportunities for determination of knitwear qualitative characteristics 49
6. **БУЛГАРУ В., КОЧОРВА О.** Использование контрольных карт шухарта для анализа стабильности процесса производства одежды 57
7. **DZYKOVYCH T.A.** Research of extensibility of racked stitches 63
8. **ГОЛОВНЯ О.В.** Подвійний пресовий трикотаж з ефектом перехресних переплетень 69
9. **KURGANSKA M.M., BEREZHENKO S.M., PAVLOVA M.S., VASYLENKO V.M.** Effects of physical properties of clothes on parameters of the microclimate layer 77
10. **KYZYMCHUK O., MELNYK L., LIAKHOVA V., HUBAR I.** Influence of technological parameters on the basis weight of elasticized fabric 83
11. **ЛОБАНОВА Г.Є., КОВАЛЮК О.В.** Дослідження чинників, що впливають на формування асортименту дитячого взуття 91
12. **LOZOVENKO S., BILOTSKA L.** The research of methods to improve the aesthetic qualities of fur garments 98
13. **NAZIM PASAYEV** Fiber production from chicken feather with industrial method 107
14. **РЕДЬКО Я.В., СУПРУН Н.П.** Застосування рентгенофазового аналізу для визначення розмірів неорганічної фази в нанокompозитах на волокнистій основі 114
15. **VODZINSKA O., TKALENKO A.** Designing of men's jacket construction made of luxury suit materials taking into account properties of studied materials 122
16. **ОМЕЛЬЧЕНКО В.Д., ПРОКОПОВА Є.А.** Перспективи розвитку текстильних штучних судин 131
17. **ЛИПСЬКИЙ Т.М., ГАРКАВЕНКО С.С., ЧЕРТЕНКО Л.П.** Розробка методу проектування колодок зі змінною носковою частиною. Повідомлення 1 138

18.	ДЯЧОК Т.М., БЕРЕЗНЕНКО С.М., ВАСИЛЕНКО В.М. Енергоінформаційний аспект функціонування системи «людина-одяг-джерела ЕМВ»	146
19.	СУМСЬКА О.П., БОГОМОЛОВА Я.М., ПОВСТЯНОЙ В.М., РАСТОРГУЄВА М.Й. Розвиток методів ідентифікаційної експертизи сировинного складу новітніх текстильних матеріалів	154
20.	ЛИТВИНОВА О.І., СУПРУН Н.П., БРИЧКА А.В. Дослідження кінетики виділення антисептика з альгінатних гідрогелів для ранових покриттів	162
21.	БІЛОЦЬКА Л.Б., ХАРЧЕНКО Ю.М. Аналіз та особливості застосування стандартних методів дослідження надійності ниткових з'єднувань при проектуванні одягу для спортивного фехтування	169
22.	UGBOLUE S.C.O., КИМ Y.K. Advances in auxetic warp knitted personal protective structures	175
23.	ПРУДНІКОВА Н.Д., ПЕРВАЯ Н.В., БАБИЧ А.І. Автоматизація технологічного процесу виробництва профілактичних устілок з активним впливом на рефлексорні точки стопи	185
24.	SADRETDINOVA N.V., ARTEMENKO T.P. Analytical of method monitoring of fabric structure parameters	194
25.	YORDANKA ANGELOVA, MARIANA AVDEEVA Determination of the critical values of power density in laser marking of textile materials	200
26.	РУБАНКА А.І., ОСТАПЕНКО Н.В., КОЛОСНІЧЕНКО О.В., ЛУЦКЕР Т.В. Обґрунтування вибору термостійких матеріалів для захисного одягу	209
27.	ДОЛИДЗЕ Н. А., ДАТУАШВИЛИ М. В. Проектирование традиционной мужской одежды Грузии	217

ХІМІЧНІ ТА БІОФАРМАЦЕВТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

28.	BRYCHKA A.V., BRYCHKA S. Ya. Evaluation templates acting on nanoparticles	224
29.	ГАРАНІНА О.О., ПАНАСЮК І.В. Фарбування поліамідних волокнистих матеріалів з використанням біологічно активних напівпродуктів в якості інтенсифікаторів забарвлення	228
30.	БУДАШ Ю.О. Вдосконалення способу охолодження при високошвидкісному аеродинамічному формуванні ПП волокон	235

ДИЗАЙН ТА МИСТЕЦТВОЗНАВСТВО

31.	ДАВИДЕНКО І.В., ЗУБКОВА Л.І. Новації Мадлен Віоне в сучасній індустрії моди	243
32.	ПАШКЕВИЧ К.Л., КОЛОСНІЧЕНКО М.В., ФРОЛОВ І.В., ГЕРАСИМЕНКО О.Д., СКРИПЧЕНКО А.Г. Дизайн-проекування систем одягу на засадах тектонічного підходу	249

УДК 621.311.001

КАПЛУН В.В.¹, ПАВЛОВ П.А.², ШТЕПА В.Н.¹, КАПЛУН Р.В.¹

Киевский национальный университет технологий и дизайна¹

Полесский государственный университет, Республика Беларусь²

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТОИМОСТИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В МИКРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ В СИНХРОННОМ
РЕЖИМЕ**

Цель. Разработать математическую модель для исследования принципов формирования динамической стоимости электроэнергии в масштабируемых микросетях с распределенными источниками в синхронном режиме.

Методика. Для решения поставленных математических задач применены принципы структурирования, конвейеризации, а также методы дискретных систем, теории расписаний, теории графов, линейных диаграмм Ганта и алгебры матриц.

Результаты. В работе исследован синхронный режим функционирования распределенной микроэнергетической системы и получены математические соотношения для определения минимального общего времени выполнения неоднородных, однородных и одинаково распределенных процессов при формировании динамической (в режиме реального времени) стоимости электроэнергии.

Научная новизна. Впервые получена математическая модель формирования динамической стоимости электроэнергии микросети с распределенными источниками, в основу которой положен ресурсно-процессный подход, что дало возможность решать задачи оптимизации с учетом параметров неоднородных, однородных и одинаково распределенных *microgrid* в синхронном режиме.

Практическая значимость. Полученные результаты создают предпосылки для решения задач, связанных с математическим моделированием функционирования интеллектуальных масштабируемых микросетей с распределенными источниками электроэнергии в синхронном режиме, определения процедур их анализа и создания алгоритмов управления.

Ключевые слова: моделирование, интеллектуальные масштабируемые микросети, распределенные источники электроэнергии, синхронный режим, стоимость электроэнергии.

Введение. В настоящее время высокая стоимость энергоносителей и экологизация экономики ограничивает использование «традиционных» источников электрической энергии и открывает новые возможности для использования альтернативных и возобновляемых источников, которые образуют так называемые распределенные микросети или *microgrid* и способны работать как автономно, так и на параллель с центральной энергосистемой (ЦЭС).

Под микросетью (*microgrid*) будем понимать группу взаимосвязанных нагрузок одного или нескольких локальных объектов конечных потребителей и источников распределенной генерации электрической энергии в рамках четко определенных границ, которая функционирует как единый независимый управляемый объект и которая может подключаться к ЦЭС.

Использование технологий *smart grid* позволяет создавать интеллектуальные масштабируемые распределенные микросети. Принципы построения таких сетей

заключаються в модернізації microgrid путем використання комп'ютерно-інтегрованих систем моніторингу, учета, діагностики і управління (КІС) на основі паралельного виробництва і споживання електроенергії, а також комунікаційного обміну технологічної інформацією між елементами системи. Такі можливості уже передбачили нові підходи до розуміння інтелектуальних електричних мереж, а технологію smart grid все частіше називають «інтернетом енергії». Інтелектуальні мікросеті в режимі on-line зможуть ефективно керувати множиною паралельних процесів: рівнем генерації електричної енергії альтернативними і відновлюваними джерелами; моніторингом стану елементів системи; контролем і обліком електроспоживання; режимами функціонування microgrid з урахуванням мінімізації втрат, динамічного ціноутворення на електроенергію і др.[1-3].

При створенні взаємно-інтегрованих мікросетей з декількома джерелами розподіленої генерації електричної енергії і КІС актуальними є задачі побудови і вивчення математических моделей, адекватно описуваних функціонування багатоконпонентних мереж. Ключовими задачами при цьому є порівняльний аналіз режимів їх функціонування, визначення меж ефективного і оптимального енергоспоживання кінцевих споживачів від відновлюваних джерел електроенергії, розвиток керуючих алгоритмів і розробка чисельних методів для створення системного, мережевого і прикладного програмного забезпечення управління функціонуванням smart grid [3-4].

Постановка задачі. В основу формування тарифів при енергозабезпеченні від ЦЕС покладені граничні витрати на технологічний цикл генерації, транспортування і розподілу електроенергії. Інтелектуальний рівень управління smart grid повинен бути достаточним для впровадження ринкового динамічного ціноутворення в енергетичній сфері. З однієї сторони, це дасть можливість оптимізувати роботу центральної енергосистеми, знизив пікові навантаження, з іншої, приверне споживачів до формуванню інноваційних принципів управління енергосистемою в режимі реального часу.

Планування генерації електроенергії в мікросетях відрізняється від планування графіків навантаження в класичній системі енергопостачання. Характеристики відновлюваних джерел електроенергії і накопичувачів (АКБ) значно відрізняються від традиційних джерел. Крім того, неможливо завжди підтримувати однаковий рівень генерації відновлюваних джерел і, як наслідок, неможливо забезпечити енергоспоживання заздалегідь заданого графіка на основі використання тільки таких джерел. Для найбільш гнучкого узгодження генерації і попиту на споживання електроенергії в smart grid місцевих об'єктів доцільно розглядати тимчасові сценарії оптимізації. Узгодження рівнів генерації електричної енергії відновлюваними джерелами і її розподілу між кінцевими споживачами дозволить досягти оптимізації в частині витрат на електропостачання з урахуванням прийнятих обмежень для відновлюваних джерел і ЦЕС [5].

Зв'язок джерел розподіленої генерації з центральною енергосистемою і АКБ є необхідною умовою виконання заданого графіка електроспоживання

конечными потребителями локальных объектов. Совершенное прогнозирование объемов генерации электрической энергии возобновляемыми источниками, их совместное функционирование с традиционными источниками, является важной и сложной научной задачей, которую нужно решить при разработке принципов эффективного управления микросетью. Наличие в микросети нескольких распределенных источников, накопителей электроэнергии и их связь с ЦЭС требует создания иерархической КИС, способной одновременно контролировать множество непрерывных и дискретных параметров для управления множеством параллельных процессов в режиме on-line.

Математическая модель microgrid локального объекта. Математическая модель интеллектуальной масштабируемой распределенной микросети включает в себя [6]:

- $n \geq 2$ – количество источников распределенной генерации электрической энергии;
- $p \geq 2$ – количество конечных потребителей электроэнергии;
- $s \geq 2$ – количество порций (блоков) структурированных конкурирующих потоков электроэнергии от источников распределенной генерации с учетом ценовых диапазонов;
- матрицу $T = [t_{ij}]$, $i = \overline{1, n}$, где $j = \overline{1, s}$ – время передачи электрической энергии i -м источником из j -го ценового диапазона;
- матрицу $C = [c_{ij}]$, $i = \overline{1, n}$, где $j = \overline{1, s}$ – удельная стоимость электроэнергии из j -го ценового диапазона при генерации i -м источником;
- $\varepsilon > 0$ – параметр, характеризующий системное время, затрачиваемое на организацию параллельной передачи электрической энергии от n источников к p конечным потребителям.

Предполагается, что все источники электрической энергии являются *распределенными*, т. е. все блоки потоков электроэнергии или их часть передаются некоему множеству конечных потребителей.

Режимы функционирования микроэнергосистемы. Предположим, что взаимодействие конечных потребителей, источников распределенной генерации электрической энергии и компьютерной системы мониторинга, диагностики и управления микросетью подчинено следующим условиям и ограничениям:

- 1) ни одна из порций электроэнергии не может передаваться одновременно более чем одному потребителю;
- 2) ни один из конечных потребителей не может принимать одновременно более одной порции электрической энергии от источников распределенной генерации;
- 3) передача (прием) каждой порции электроэнергии осуществляется без прерываний;
- 4) распределение порций электрической энергии от источников распределенной генерации конечным потребителям компьютерной системой осуществляется циклически по правилу: блок с номером $j = kp + i$, $j = \overline{1, s}$, $i = \overline{1, p}$, $k \geq 0$, передается потребителю с номером i ;
- 5) отсутствуют перерывы в электроснабжении конечных потребителей при условии наличия генерации электроэнергии, а также отсутствуют перерывы электроснабжения при наличии спроса у конечных потребителей.

Условия 1–5 определяют *асинхронный* режим взаимодействия источников распределенной генерации электроэнергии, КИС и конечных потребителей, который предполагает обязательную передачу электрической энергии при наличии нуждающихся в ней потребителей, а также отсутствие перерывов в электроснабжении конечных потребителей при условии наличия на передачу электрической энергии (рис. 1).

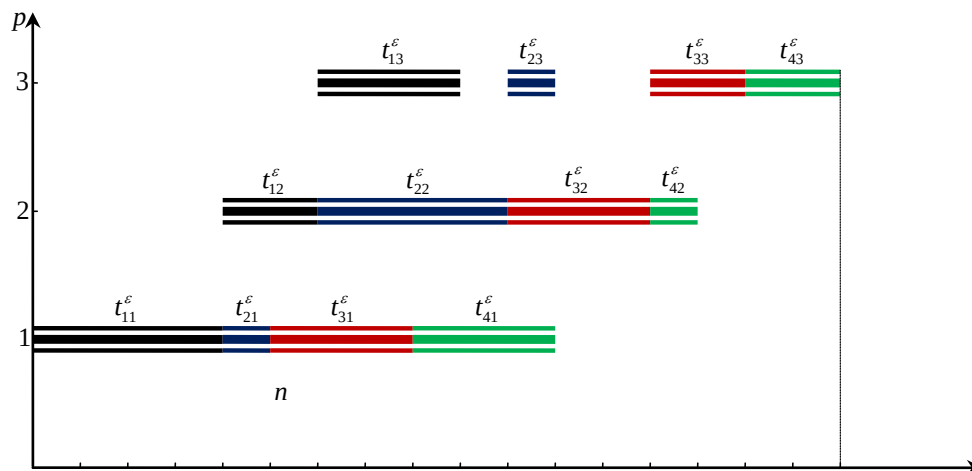


Рис. 1. Асинхронный режим взаимодействия 4 источников распределенной генерации и 3 конечных потребителей

Введем следующие дополнительные условия:

6) для каждого из n источников распределенной генерации момент завершения передачи порции электрической энергии из j -го ценового диапазона i -му конечному потребителю совпадает с моментом начала передачи следующей $(j + 1)$ -й порции $(i + 1)$ -му конечному потребителю, $i = \overline{1, p - 1}$, $j = \overline{1, s - 1}$;

7) для каждого конечного потребителя момент завершения получения порции энергии от l -го источника совпадает с моментом начала получения электрической энергии от $(l + 1)$ -го источника распределенной генерации, $l = \overline{1, n - 1}$.

Если к условиям 1–4 добавить поочередно условия 6 и 7 соответственно, то получим два базовых синхронных режима функционирования микроэнергосистемы.

Первый синхронный режим, определяемый условиями 1–4, 6, обеспечивает непрерывную передачу электрической энергии конечным потребителям каждым распределенным источником (рис. 2).

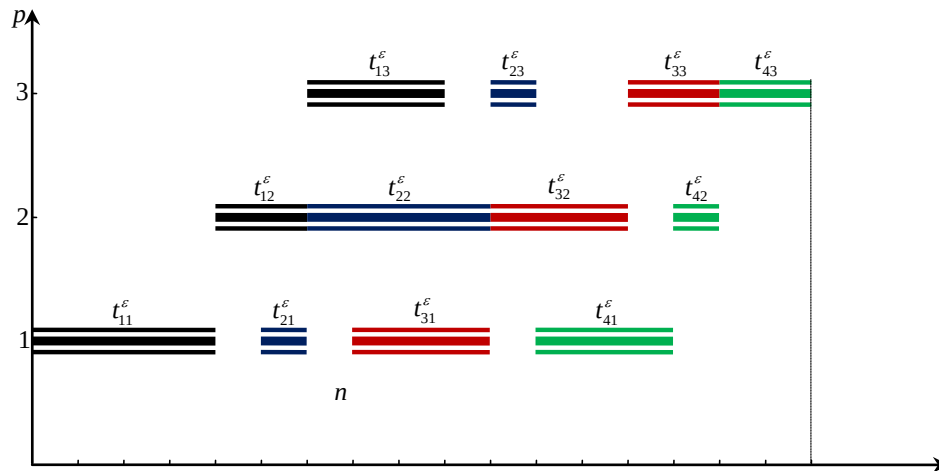


Рис. 2. Первый синхронный режим взаимодействия распределенных источников электрической энергии и конечных потребителей

Второй синхронный режим, определяемый условиями 1–4, 7, обеспечивает непрерывное получение электрической энергии конечными потребителями (рис. 3).

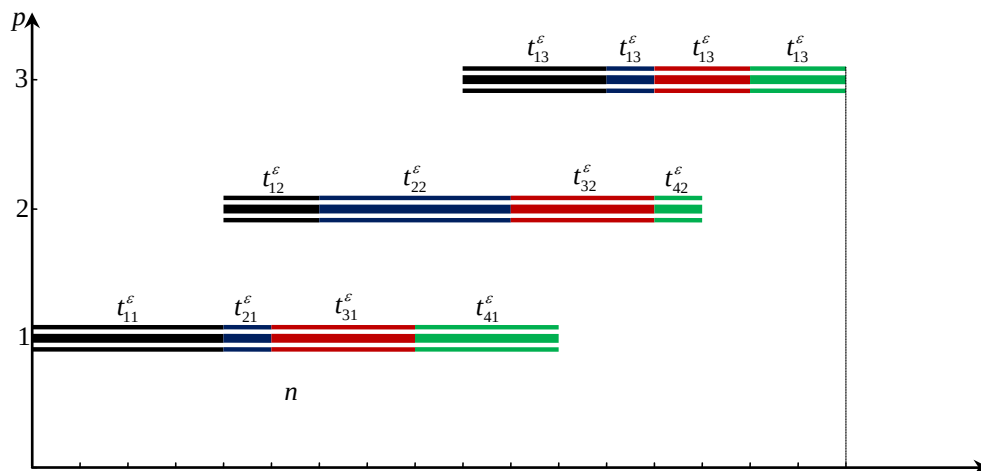


Рис.3. Второй синхронный режим взаимодействия распределенных источников электрической энергии и конечных потребителей

Распределенную микросеть будем называть *неоднородной*, если времена передачи электрической энергии конечным потребителям разные для разных источников.

Распределенную микросеть будем называть *однородной*, если времена передачи блоков электроэнергии потребителям всеми источниками распределенной генерации равны, т. е. $t_{ij} = t_j$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, s}$.

Распределенную микросеть будем называть *одинаково распределенной*, если времена передачи энергии конечным потребителям каждым источником совпадают, т. е. справедлива цепочка равенств $t_{i1} = t_{i2} = \dots = t_{is} = t_i$ для всех $i = \overline{1, n}$.

Получение математических соотношений для вычисления точных значений удельной стоимости электрической энергии в различных режимах функционирования микросети позволит в реальном времени оптимально управлять любыми сегментами microgrid.

Стоимость электроэнергии в первом синхронном режиме. Рассмотрим *первый синхронный режим* взаимодействия источников распределенной генерации электроэнергии и конечных потребителей, который обеспечивает непрерывную передачу электрической энергии конечным потребителям каждым распределенным источником. Как и для асинхронного режима функционирования микроэнергетической системы [1], исследование проведем для *неоднородных, однородных и одинаково распределенных* microgrid.

Будем рассматривать $n \geq 2$ *неоднородных* источников распределенной генерации, потоки электроэнергии от которых структурированы на $s \geq 2$ линейно–упорядоченных блоков $Q_1, Q_2, \dots, Q_s$. Предполагается, что источники конкурируют за передачу электрической энергии $p \geq 2$ конечным потребителям, т. е. являются распределенными. Задача состоит в нахождении минимальной стоимости потребляемой энергии $CE_n^1(p, n, s, \varepsilon)$.

Пусть $T^\varepsilon = [t_{ij}^\varepsilon]$ – $n \times s$ –матрица передач блоков электрической энергии i –м источником из j –го ценового диапазона с учетом накладных расходов ε , при этом t_{ij}^ε – время передачи Q_j –го блока i –м источником, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, s}$.

Рассмотрим случай, когда число конечных потребителей равно числу блоков структурированных потоков электрической энергии, т. е. $p = s$. Для нахождения величины $CE_n^1(p, n, s, \varepsilon)$ получим формулу:

$$CE_n^1(p, n, s, \varepsilon) = \sum_{i=1}^{n-1} \max_{1 \leq u \leq p} \left[\sum_{j=1}^u c_{ij} t_{ij}^\varepsilon - \sum_{j=1}^{u-1} c_{i+1, j} t_{i+1, j}^\varepsilon \right] + \sum_{j=1}^p c_{nj} t_{nj}^\varepsilon, \quad (1)$$

где величина $\max_{1 \leq u \leq p} \left[\sum_{j=1}^u t_{ij}^\varepsilon - \sum_{j=1}^{u-1} t_{i+1, j}^\varepsilon \right]$, $i = \overline{1, n-1}$ – определяет моменты начала передачи

первого блока энергии каждым источником, начиная со второго, а $\sum_{j=1}^p t_{nj}^\varepsilon$ – время передачи последнего p –го блока электрической энергии.

Рассмотрим далее общий случай, когда $s > p$.

Пусть $s = kp$, $k > 1$. Учитывая, что число блоков структурированных конкурирующих потоков электроэнергии больше числа конечных потребителей в k раз, выполним разбиение множества блоков на k групп по p блоков в каждой, что равносильно разбиению исходной матрицы времен передачи электрической энергии T^ε на k подматриц по p столбцов в каждой. Взаимодействие источников распределенной генерации, конечных потребителей и блоков с учетом времен их передачи для l –й группы, $l = \overline{1, k}$, можно изобразить в виде линейных диаграмм Ганта. Каждая из этих диаграмм отображает во времени передачу очередных p блоков электрической энергии p потребителям всеми n источниками.

На рис. 4 приведені несовміщені (а) і совміщені (б) послідовальні діаграми Ганта відповідно при $n = 4$, $p = 3$, $s = 9$.

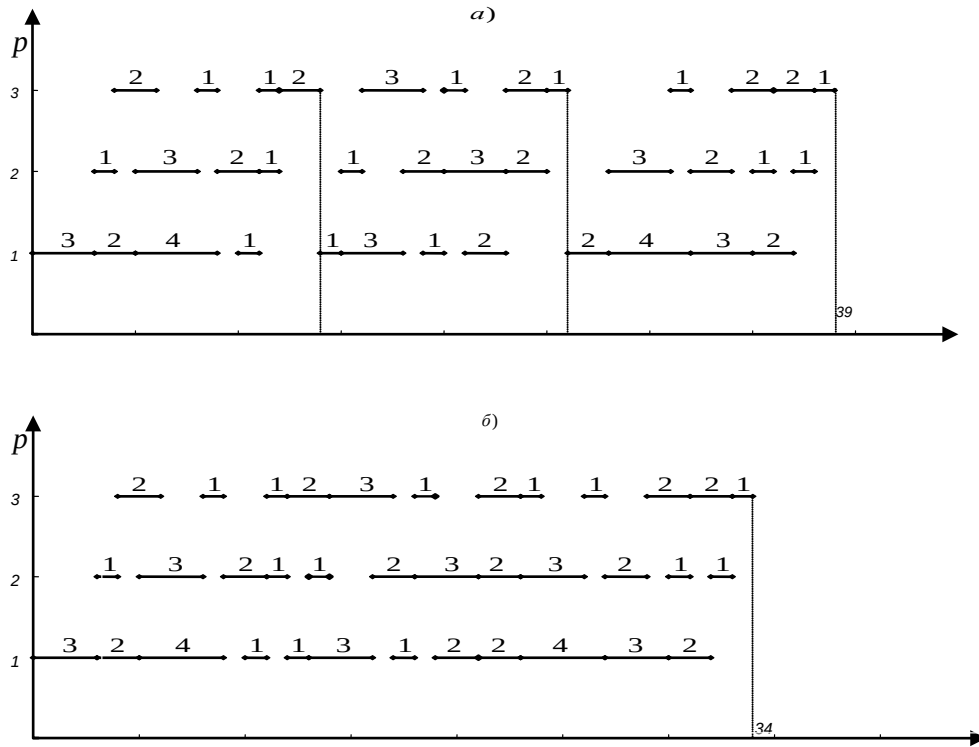


Рис. 4. Несовміщені і совміщені діаграми Ганта

Замітимо, що при $s > p$ неперервність передачі блоків структурованого конкуруючого потоку електричної енергії може порушуватися при переході від l -ї групи блоків до $(l+1)$ -ї, причому для кожної з груп зберігається неперервна передача блоків кожним джерелом.

В подальшому нам знадобляться наступні позначення:

- $t_{ij}^{\varepsilon, l} = t_{ij}^l + \varepsilon = t_{i, (l-1)p+j} + \varepsilon$ – час передачі j -го блоку в l -й групі блоків i -м джерелом розподіленої генерації з урахування параметра ε , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, p}$, $l = \overline{1, k}$;
- CE_l^{ε} – загальна вартість l -ї групи блоків електроенергії, передаваної n джерелами p кінцевим споживачам, $l = \overline{1, k}$;
- $E_{ij}^{\varepsilon, l}$ – час завершення передачі j -го блоку i -м джерелом в l -й групі блоків з урахування вартості, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, p}$, $l = \overline{1, k}$.

Відповідно до (1) для всіх $l = \overline{1, k}$ маємо:

$$CE_l^{\varepsilon} = \sum_{i=1}^{n-1} \max_{1 \leq u \leq p} \left[\sum_{j=1}^u c_{ij}^l (t_{ij}^l + \varepsilon) - \sum_{j=1}^{u-1} c_{i+1, j}^l (t_{i+1, j}^l + \varepsilon) \right] + \sum_{j=1}^p c_{nj}^l (t_{nj}^l + \varepsilon), \quad (2)$$

$$E_{ij}^{\varepsilon, l} = \sum_{q=1}^{i-1} \max_{1 \leq u \leq p} \left[\sum_{w=1}^u c_{qw}^l (t_{qw}^l + \varepsilon) - \sum_{w=1}^{u-1} c_{q+1, w}^l (t_{q+1, w}^l + \varepsilon) \right] + \sum_{w=1}^j c_{iw}^l (t_{iw}^l + \varepsilon).$$

Из анализа диаграмм Ганта, соответствующих каждой из групп блоков, нетрудно заметить, что общая стоимость передачи энергии n источниками распределенной генерации в случае $s = kp$, $k > 1$, определяется как сумма:

$$CE_n^1(p, n, s, \varepsilon) = CE_n^1(p, n, kp, \varepsilon) = \sum_{l=1}^k CE_l^\varepsilon.$$

Стоимость $CE_n^1(p, n, kp, \varepsilon)$ можно сократить, если воспользоваться приемами совмещением последовательных диаграмм Ганта по оси времени справа налево. В результате получим:

$$CE_n^1(p, n, kp, \varepsilon) = \sum_{l=1}^k CE_l^\varepsilon - \sum_{l=1}^{k-1} \delta_l, \quad (3)$$

где $\delta_l = \min\{\delta_l', \delta_l''\}$ и обозначает длину отрезка максимально возможного совмещения двух последовательных диаграмм Ганта по оси времени. Здесь δ_l' – отрезок возможного совмещения по оси времени, представляющий собой разность между моментом начала передачи j -го блока первым источником для $(l+1)$ -й группы блоков и моментом завершения передачи j -го блока последним источником для l -й группы блоков, т.е.

$$\delta_l' = \min_{1 \leq j \leq p} \left[CE_l^\varepsilon + \sum_{w=1}^{j-1} c_{1w}^{l+1} t_{1w}^{\varepsilon, l+1} - E_{nj}^{\varepsilon, l} \right] = \min_{1 \leq j \leq p} \left[\sum_{w=j+1}^p c_{nw}^l t_{nw}^{\varepsilon, l} + \sum_{w=1}^{j-1} c_{1w}^{l+1} t_{1w}^{\varepsilon, l+1} \right], \quad l = \overline{1, k-1}, \quad (4)$$

а значение δ_l'' представляет собой разность между началом передачи первого блока i -м распределенным источником для $(l+1)$ -й группы блоков и моментом завершения передачи p -го блока i -м источником для l -й группы блоков, т.е.

$$\delta_l'' = \min_{1 \leq i \leq n} [CE_l^\varepsilon + E_{i1}^{\varepsilon, l+1} - c_{i1}^{l+1} t_{i1}^{\varepsilon, l+1} - E_{ip}^{\varepsilon, l}], \quad l = \overline{1, k-1}. \quad (5)$$

Подставляя в (3) значения T_l^ε из (2), δ_l' из (4) и δ_l'' из (5), получим формулу для нахождения минимальной общей стоимости электрической энергии, передаваемой n источниками распределенной генерации при $s = kp$, $k > 1$, в неоднородной микросети.

В случае $s = kp + r$, $k \geq 1$, $1 \leq r < p$, минимальная стоимость энергии будет определяться по формуле:

$$CE_n^1(p, n, kp + r, \varepsilon) = \sum_{l=1}^k CE_l^\varepsilon + CE_{k+1}^\varepsilon - \sum_{l=1}^{k-1} \delta_l - \delta_k,$$

где CE_{k+1}^ε – стоимость передачи $(k+1)$ -й группы из r блоков всеми n альтернативными источниками, а δ_k – величина максимально допустимого совмещения по оси времени k -й и $(k+1)$ -й диаграмм.

Значения CE_{k+1}^ε и δ_k определяются по формулам:

$$CE_{k+1}^{\varepsilon} = \sum_{i=1}^{n-1} \max_{1 \leq u \leq r} \left[\sum_{j=1}^u c_{ij}^{k+1} t_{ij}^{\varepsilon, k+1} - \sum_{j=1}^{u-1} c_{i+1, j}^{k+1} t_{i+1, j}^{\varepsilon, k+1} \right] + \sum_{j=1}^r c_{nj}^{k+1} t_{nj}^{\varepsilon, k+1}, \quad \delta_k = \min\{\delta_k', \delta_k''\},$$

где

$$\delta_k' = \min_{1 \leq j \leq r} \left[\sum_{w=j+1}^p c_{nw}^k t_{nw}^{\varepsilon, k} + \sum_{w=1}^{j-1} c_{1w}^{k+1} t_{1w}^{\varepsilon, k+1} \right],$$

$$\delta_k'' = \min_{1 \leq i \leq n} \left[T_k^{\varepsilon} + \sum_{q=1}^{i-1} \max_{1 \leq u \leq r} \left(\sum_{j=1}^u c_{qj}^{k+1} t_{qj}^{\varepsilon, k+1} - \sum_{j=1}^{u-1} c_{q+1, j}^{k+1} t_{q+1, j}^{\varepsilon, k+1} \right) - \right. \\ \left. - \sum_{q=1}^{i-1} \max_{1 \leq u \leq p} \left(\sum_{j=1}^u c_{qj}^k t_{qj}^{\varepsilon, k} - \sum_{j=1}^{u-1} c_{q+1, j}^k t_{q+1, j}^{\varepsilon, k} \right) - \sum_{j=1}^p c_{ij}^k t_{ij}^{\varepsilon, k} \right].$$

Рассмотрим *однородную* распределенную microgrid, для которой времена передачи блоков электроэнергии потребителям всеми источниками распределенной генерации равны, т.е. $t_{ij} = t_j$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, s}$. Через $CE_o^1(p, n, s, \varepsilon)$ обозначим стоимость потребляемой электрической энергии p конечными потребителями в первом синхронном режиме с учетом дополнительных системных расходов $\varepsilon > 0$. С учетом формулы (1) получим:

$$CE_o^1(p, n, s, \varepsilon) = \sum_{i=1}^{n-1} \max_{1 \leq u \leq s} \left[\sum_{j=1}^u c_j t_j^{\varepsilon} - \sum_{j=1}^{u-1} c_j t_j^{\varepsilon} \right] + \sum_{j=1}^s c_j t_j^{\varepsilon} = (n-1) \max_{1 \leq j \leq s} c_j t_j^{\varepsilon} + \sum_{j=1}^s c_j t_j^{\varepsilon} \quad (6)$$

Далее рассмотрим случай, когда $s = kp$, $k > 1$. По аналогии с неоднородной микросетью введем следующие обозначения:

- $t_j^{\varepsilon, l} = t_{(l-1)p+j} + \varepsilon$ – время передачи каждого из l -х p блоков исходной последовательности $t_1, t_2, \dots, t_s$, $j = \overline{1, p}$, $l = \overline{1, k}$;
- T_l^{ε} – общее время передачи l -й группы блоков всеми n альтернативными источниками p конечным потребителям, $l = \overline{1, k}$;
- $E_j^{\varepsilon, l}$ – время завершения передачи $[(l-1)p+j]$ -го блока электроэнергии всеми n источниками j -му потребителю, $j = \overline{1, p}$, $l = \overline{1, k}$.

В силу формулы (6) для всех $l = \overline{1, k}$ имеем:

$$T_l^{\varepsilon} = \sum_{j=1}^p c_j^l (t_j^l + \varepsilon) + (n-1) \max_{1 \leq j \leq p} c_j^l (t_j^l + \varepsilon), \quad E_j^{\varepsilon, l} = \sum_{w=1}^j c_w^l (t_w^l + \varepsilon) + (n-1) \max_{1 \leq w \leq p} c_w^l (t_w^l + \varepsilon). \quad (7)$$

Общее минимальное время передачи энергии n однородными распределенными источниками в случае $s = kp$, $k > 1$, определяется как сумма длин составляющих диаграмм Ганта с учетом их суммарного максимально допустимого совмещения по оси времени, т.е.

$$T_o^1(p, n, s, \varepsilon) = T_o^1(p, n, kp, \varepsilon) = \sum_{l=1}^k T_l^{\varepsilon} - \sum_{l=1}^{k-1} \varphi_l,$$

где $\varphi_l = \min\{\varphi_l', \varphi_l''\}$, $l = \overline{1, k-1}$. Величины φ_l' и φ_l'' представляют собой временные отрезки максимально допустимого совмещения процессов l -й и $(l+1)$ -й групп блоков. Здесь T_l^ε , $l = \overline{1, k}$ находится из (7), а φ_l' и φ_l'' вычисляются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \varphi_l' &= \min_{1 \leq j \leq p} \left[\sum_{w=j+1}^p c_w^l (t_w^l + \varepsilon) + \sum_{w=1}^{j-1} c_w^{l+1} (t_w^{l+1} + \varepsilon) \right], \\ \varphi_l'' &= \min_{1 \leq i \leq n} \left[(i-1) \max_{1 \leq j \leq p} c_j^{l+1} (t_j^{l+1} + \varepsilon) + (n-i) \max_{1 \leq j \leq p} c_j^l (t_j^l + \varepsilon) \right], \quad l = \overline{1, k-1}. \end{aligned} \quad (8)$$

Можно заметить, что в случае, когда $\max_{1 \leq j \leq p} c_j^{l+1} (t_j^{l+1} + \varepsilon) > \max_{1 \leq j \leq p} c_j^l (t_j^l + \varepsilon)$, минимум выражения (8) достигается при $i=1$, а в случае, когда $\max_{1 \leq j \leq p} c_j^{l+1} (t_j^{l+1} + \varepsilon) < \max_{1 \leq j \leq p} c_j^l (t_j^l + \varepsilon)$, минимум достигается при $i=n$. Если же $\max_{1 \leq j \leq p} c_j^{l+1} (t_j^{l+1} + \varepsilon) = \max_{1 \leq j \leq p} c_j^l (t_j^l + \varepsilon)$, то при любых значениях i , $i = \overline{1, n}$, выражение (8) будет принимать одно и то же значение. Учитывая это, можно записать:

$$\begin{aligned} \varphi_l'' &= \min \left[(n-1) \max_{1 \leq j \leq p} c_j^{l+1} (t_j^{l+1} + \varepsilon), (n-1) \max_{1 \leq j \leq p} c_j^l (t_j^l + \varepsilon) \right] = \\ &= (n-1) \min \left[\max_{1 \leq j \leq p} c_j^{l+1} (t_j^{l+1} + \varepsilon), \max_{1 \leq j \leq p} c_j^l (t_j^l + \varepsilon) \right], \quad l = \overline{1, k-1}. \end{aligned}$$

В случае $s = kp + r$, $k \geq 1$, $1 \leq r < p$, минимальное общее время передачи энергии n однородными источниками определяется по формуле:

$$T_o^1(p, n, s, \varepsilon) = T_o^1(p, n, kp + r, \varepsilon) = \sum_{l=1}^k T_l^\varepsilon + T_{k+1}^\varepsilon - \sum_{l=1}^{k-1} \varphi_l - \varphi_k,$$

где T_{k+1}^ε – время передачи $(k+1)$ -х r блоков для всех n источниками, а φ_k – величина максимально допустимого совмещения по оси времени k -й и $(k+1)$ -й диаграмм. Значения T_{k+1}^ε и φ_k определяются соответственно по формулам:

$$T_{k+1}^\varepsilon = (n-1) \max_{1 \leq j \leq r} c_j^{k+1} (t_j^{k+1} + \varepsilon) + \sum_{j=1}^r c_j^{k+1} (t_j^{k+1} + \varepsilon), \quad \varphi_k = \min\{\varphi_k', \varphi_k''\},$$

где

$$\begin{aligned} \varphi_k' &= \min_{1 \leq j \leq r} \left[\sum_{w=1}^{j-1} c_w^{k+1} (t_w^{k+1} + \varepsilon) + \sum_{w=j+1}^r c_w^k (t_w^k + \varepsilon) \right], \\ \varphi_k'' &= (n-1) \min \left[\max_{1 \leq j \leq r} c_j^{k+1} (t_j^{k+1} + \varepsilon), \max_{1 \leq j \leq p} c_j^k (t_j^k + \varepsilon) \right]. \end{aligned}$$

Таким образом, имеет место теорема.

Теорема 1. Если взаимодействие источников распределенной генерации электрической энергии, конечных потребителей и блоков структурированных конкурирующих потоков электроэнергии осуществляется в первом базовом синхронном режиме, то для любых $p \geq 2$, $n \geq 2$, $s \geq 2$, минимальная общая стоимость потребляемой

электрической энергии в однородной распределенной микросети с учетом параметра $\varepsilon > 0$, определяется следующим образом:

$$CE_o^1(p, n, s, \varepsilon) = \begin{cases} (n-1) \max_{1 \leq j \leq s} c_j t_j^\varepsilon + \sum_{j=1}^s c_j t_j^\varepsilon, & s \leq p, \\ \sum_{l=1}^k T_l^\varepsilon - \sum_{l=1}^{k-1} \min\{\phi_l', \phi_l''\}, & s = kp, \quad k > 1, \\ \sum_{l=1}^k T_l^\varepsilon + T_{k+1}^\varepsilon - \sum_{l=1}^{k-1} \phi_l - \phi_k, & s = kp + r, \quad k \geq 1, 1 \leq r < p. \end{cases}$$

Обозначим через $CE_{op}^1(p, n, s, \varepsilon)$ минимальную общую стоимость электрической энергии в одинаково распределенной микросети.

Теорема 2. Если взаимодействие источников распределенной генерации электрической энергии, конечных потребителей и блоков структурированных конкурирующих потоков электроэнергии подчинено условиям первого базового синхронного режима, то для любых $p \geq 2, n \geq 2, s \geq 2, \varepsilon > 0$, минимальная общая стоимость потребляемой электрической энергии в одинаково распределенной микросети определяется по формулам:

$$CE_{op}^1(p, n, s, \varepsilon) = \begin{cases} \sum_{i=1}^n c_i t_i^\varepsilon + (s-1) \left[c_n t_n^\varepsilon + \sum_{i=2}^n \max\{c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon - c_i t_i^\varepsilon, 0\} \right], & s \leq p, \\ kT_{op}^1(p, n, p, \varepsilon) - (k-1) \min\{\omega_1, \omega_2\}, & s = kp, \quad k > 1, \\ kT_{op}^1(p, n, p, \varepsilon) + T_{op}^1(p, n, r, \varepsilon) - \\ - (k-1) \min\{\omega_1, \omega_2\} - \min\{\xi_1, \xi_2\}, & s = kp + r, \quad k \geq 1, 1 \leq r < p. \end{cases}$$

Доказательство. При $s \leq p$, подставив в (1) значения $t_{ij} = t_i$ и выполнив несложные преобразования, получим:

$$\begin{aligned} CE_{op}^1(p, n, s, \varepsilon) &= \sum_{i=1}^{n-1} \max_{1 \leq u \leq s} \left[\sum_{j=1}^u c_j t_j^\varepsilon - \sum_{j=1}^{u-1} c_{j+1} t_{j+1}^\varepsilon \right] + \sum_{j=1}^s c_n t_n^\varepsilon = \sum_{i=1}^{n-1} \max \left[s c_i t_i^\varepsilon - (s-1) c_{i+1} t_{i+1}^\varepsilon \right] + s c_n t_n^\varepsilon = \\ &= \sum_{i=2}^n \max \left[(s-1) c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon + c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon - (s-1) c_i t_i^\varepsilon \right] + (s-1) c_n t_n^\varepsilon + c_n t_n^\varepsilon = \\ &= \sum_{i=2}^n \max \left[(s-1) (c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon - c_i t_i^\varepsilon) + c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon \right] + (s-1) c_n t_n^\varepsilon + c_n t_n^\varepsilon = \left(\sum_{i=2}^n c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon + c_n t_n^\varepsilon \right) + \\ &+ \left(\sum_{i=2}^n \max \left[(s-1) (c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon - c_i t_i^\varepsilon) \right] + (s-1) c_n t_n^\varepsilon \right) = \sum_{i=1}^n c_i t_i^\varepsilon + (s-1) \left[c_n t_n^\varepsilon + \sum_{i=2}^n \max \{ c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon - c_i t_i^\varepsilon, 0 \} \right] \end{aligned}$$

В случае, когда $s = kp, k > 1$, времена передачи каждого p блоков всеми n альтернативными источниками равны между собой. Поэтому:

$$T_{op}^1(p, n, kp, \varepsilon) = kT_{op}^1(p, n, p, \varepsilon) - (k-1) \min\{\omega_1, \omega_2\},$$

где $T_{op}^1(p, n, p, \varepsilon) = \sum_{i=1}^n c_i t_i^\varepsilon + (p-1) \left[c_n t_n^\varepsilon + \sum_{i=2}^n \max\{c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon - c_i t_i^\varepsilon, 0\} \right]$, а величины ω_1 и ω_2

представляют собой временные отрезки максимально возможного совмещения l -й и $(l+1)$ -й диаграмм Ганта:

$$\omega_1 = (p-1) \min\{c_1 t_1^\varepsilon, c_n t_n^\varepsilon\}, \quad \omega_2 = T_{op}^1(p, n, p, \varepsilon) - p \max_{1 \leq i \leq n} c_i t_i^\varepsilon.$$

В случае $s = kp + r$, $k \geq 1$, $1 \leq r < p$, $T_{op}^1(p, n, kp + r, \varepsilon)$ определяется по формуле:

$$T_{op}^1(p, n, kp + r, \varepsilon) = k T_{op}^1(p, n, p, \varepsilon) + T_{op}^1(p, n, r, \varepsilon) - (k-1) \min\{\omega_1, \omega_2\} - \xi.$$

Здесь $T_{op}^1(p, n, r, \varepsilon) = \sum_{i=1}^n c_i t_i^\varepsilon + (r-1) \left[c_n t_n^\varepsilon + \sum_{i=2}^n \max\{c_{i-1} t_{i-1}^\varepsilon - c_i t_i^\varepsilon, 0\} \right]$, а $\xi = \min\{\xi_1, \xi_2\}$ –

величина отрезка максимально возможного совмещения по оси времени k -й и $(k+1)$ -й диаграмм, где

$$\xi_1 = (r-1) \min\{c_1 t_1^\varepsilon, c_n t_n^\varepsilon\} + (p-r) c_n t_n^\varepsilon,$$

$$\xi_2 = T_{op}^1(p, n, p, \varepsilon) - \max_{1 \leq i \leq n} (T_{op}^1(p, i, p, \varepsilon) - T_{op}^1(p, i, r, \varepsilon) + r c_i t_i^\varepsilon).$$

Теорема доказана.

Заключение. В работе исследован синхронный режим функционирования распределенной микроэнергетической системы и получены математические соотношения для определения минимального общего времени выполнения неоднородных, однородных и одинаково распределенных процессов при формировании динамической (в режиме реального времени) стоимости электроэнергии. Полученные математические выражения для нахождения минимальной удельной и общей стоимости потребляемой электрической энергии являются отправной точкой в исследованиях и анализе и решении задач оптимизации с учетом параметров моделей неоднородных, однородных и одинаково распределенных microgrid в синхронном режиме.

Список использованной литературы

1. P. Yi, X. Dong, A. Iwayemi, C. Zhou, and S. Li, "Real-time opportunistic scheduling for residential demand response," IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 4, no. 1, pp. 227–234, March 2013.
2. B.-G. Kim, Y. Zhang, M. van der Schaar, and J.-W. Lee, "Dynamic pricing for smart grid with reinforcement learning," in IEEE CCSES (IEEE INFOCOM Workshop), 2014.
3. J.-W. Lee and D.-H. Lee, "Residential electricity load scheduling for multi-class appliances with time-of-use pricing," in IEEE GLOBECOM Workshops, 2011.
4. A.-H. Mohsenian-Rad and A. Leon-Garcia, "Optimal residential load control with price prediction in real-time electricity pricing environments," IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 1, no. 2, pp. 120–133, Sept. 2010.
5. Каплун В.В., Павлов П.А., Штепа В.Н., Каплун Р.В. Асинхронный режим функционирования микроэнергетической системы // Вестник Киевского национального университета технологий и дизайна. – 2016. – №5(102). – С. 45–56.
6. Павлов П.А., Коваленко Н.С. Математическое моделирование параллельных процессов. – Germany: Lambert Academic Publishing. – 2011. – 246 с.

References

- 1 Yi P., Dong X., Iwayemi A., Zhou C., and Li S. (2013). "Real-time opportunistic scheduling for residential demand response," IEEE Transactions on Smart Grid // March, vol. 4, no. 1, pp. 227–234.
- 2 Kim B.-G., Zhang Y., Schaar M., and Lee J.-W. (2014) "Dynamic pricing for smart grid with reinforcement learning," in IEEE CCSES (IEEE INFOCOM Workshop).
- 3 Lee J.-W., Lee D.-H. (2011) "Residential electricity load scheduling for multi-class appliances with time-of-use pricing," in IEEE GLOBECOM Workshops.
- 4 Mohsenian-Rad A.-H., Leon-Garcia A. (2010) "Optimal residential load control with price prediction in real-time electricity pricing environments," IEEE Transactions on Smart Grid. Sept., vol. 1, no. 2, pp. 120–133.
- 5 Kaplun V.V., Pavlov P.A., Shtepa V.N., Kaplun R.V. (2016) Asinkhronnyy rizhim funktsionirovaniya mikroenergeticheskoy sistemy [Asynchronous functioning mode of micropower system] Kyiv. Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design. no 5(102). pp. 45–56. [in Russian].
- 6 Pavlov P.A., Kovalenko N.S. (2011) Matematicheskoe modelirovanie parallel'nykh protsessov [Mathematical modeling of parallel processes] Germany: Lambert Academic Publishing. - 246 p. [in Russian].

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У МІКРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ В СИНХРОННОМУ РЕЖИМІ

КАПЛУН В.В.¹, ПАВЛОВ П.А.², ШТЕПА В.Н.¹, КАПЛУН Р.В.¹

Київський національний університет технологій та дизайну¹

Поліський державний університет, Республіка Білорусь²

Мета. Розробити математичну модель для дослідження принципів формування динамічної вартості електроенергії в масштабованих мікроенергетичних системах з розподіленими джерелами у синхронному режимі.

Методика. Для вирішення поставлених математичних задач застосовані принципи структурування, конвейеризації, а також методи дискретних систем, теорії розкладів, теорії графів, лінійних діаграм Ганта і алгебри матриць.

Результати. В роботі досліджено синхронний режим функціонування розподіленої мікроенергетической системи і одержані математичні співвідношення для визначення мінімального загального часу виконання неоднорідних, однорідних і однаково розподілених процесів при формуванні динамічної (в режимі реального часу) вартості електроенергії.

Наукова новизна. Вперше одержана математична модель формування динамічної вартості електроенергії мікромережі з розподіленими джерелами, в основу якої покладено ресурсно-процесний похід, що дало можливість вирішувати завдання оптимізації з урахуванням параметрів неоднорідних, однорідних і однаково розподілених microgrid в синхронному режимі.

Практична цінність. Отримані результати створюють передумови для вирішення завдань, пов'язаних з математичним моделюванням функціонування інтелектуальних масштабованих мікросетей з розподіленими джерелами електроенергії в синхронному режимі, визначення процедур їх аналізу та створення алгоритмів управління.

Ключові слова: моделювання, інтелектуальні масштабовані мікромережі, розподілені джерела електроенергії, синхронний режим, вартість електроенергії.

**SIMULATION OF DYNAMIC ELECTRICITY PRICING IN MICROGRID WITH
DISTRIBUTED SOURCES IN SYNCHRONOUS MODE**

KAPLUN V.V.¹, PAVLOV P.A.², SHTEPA V.N.¹, KAPLUN R.V.¹

Kyiv National University of Technologies & Design¹

Polessky State University, Republic of Belarus²

Goal. To develop a mathematical model for studying the formation principles of the dynamic electricity pricing in scalable microgrid with distributed sources in synchronous mode.

Methods. To solve the mathematical problems, the principles of structuring, pipelining, as well as methods of discrete systems, scheduling theory, graph theory, linear Gant diagrams and matrix algebras are applied.

Results. The synchronous mode of functioning of the distributed microenergy system is investigated and mathematical relationships are obtained for determining the minimum total time for performing heterogeneous, homogeneous and identically distributed processes in the formation of the dynamic (in real time) cost of electricity.

Originality. For the first time, a mathematical model of the formation of the dynamic electricity pricing of a microgrid with distributed sources using a theory of using theory of processes and resources, which made it possible to solve optimization problems taking into account the parameters of heterogeneous, homogeneous and identically distributed microgrid in synchronous mode.

The practical significance. The obtained results create prerequisites for solving problems related to mathematical modeling of the functioning of intelligent scalable microgrid with distributed sources of electric power in synchronous mode, determining the procedures for their analysis and creating control algorithms.

Keywords: modeling, intelligent scalable microgrids, distributed power sources, synchronous mode, electric power cost.

УДК 687.03:677.017

АРАБУЛІ А.Т.

Київський національний університет технологій та дизайну

ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ З ОПТОВОЛОКОННИХ МАТЕРІАЛІВ

Мета. Встановити технологічні особливості виготовлення швейних виробів з оптоволоконних матеріалів з урахуванням їх механічних властивостей.

Методика. Використання стандартизованих методик дослідження показників механічних властивостей та експериментальних методів дослідження технологічної обробки виготовлення швейних виробів.

Результати. В роботі наведені результати дослідження показників механічних властивостей оптоволоконних матеріалів та запропоновані рекомендації щодо технологічної обробки швейних виробів з таких матеріалів.

Наукова новизна. Проведено аналіз показників механічних властивостей оптоволоконних матеріалів та встановленні технологічні параметри обробки швейних виробів з використанням таких матеріалів.

Практична значимість. Отримані результати показників механічних властивостей оптоволоконних матеріалів надають можливість оперативно підбирати технологічні параметри обробки швейних виробів.

Ключові слова: оптоволоконні матеріали, оптичні нитки, жорсткість при згинанні, волого-теплове оброблення, шов.

Вступ. В останні роки з'являється все більше нових видів текстильних матеріалів із новими властивостями, які використовуються при виготовленні швейних виробів. В залежності від призначення текстильні матеріали стали красивішими, міцнішими, еластичнішими, яскравішими, теплішими та інше. Але, по суті, вони залишилися, – «статичними». Для того, щоб урізноманітнити швейні вироби, предмети інтер'єру необхідно застосовувати текстиль, який надає виробам «динамічності». Одним із напрямів підвищення «динамічності» виробів є використання текстильних матеріалів, які мають в структурі оптичні нитки.

На сьогодні при виготовленні швейних виробів широкого застосування набули тканини фірми LUMINEX та фірми LUMIGRAM, які надають виробам «динамічності» за рахунок світловипромінювання. Ці тканини застосовуються, в основному, при виготовленні таких виробів, як вечірні сукні або сукні для випускного балу, штори, скатертини, сценічний одяг, тощо [1–3]. Характерною особливістю зазначених тканин є наявність в їх структурі оптичних ниток, які за рахунок відповідної схеми підключення до джерела живлення, світяться.

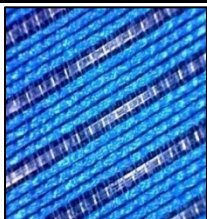
Аналіз наукових та інформаційних джерел вказав, на відсутність інформації щодо механічних та технологічних властивостей оптоволоконних тканин та рекомендацій щодо технологічної обробки швейних виробів із зазначених матеріалів.

Постановка завдання. Враховуючи вище викладене, основним завданням є дослідження показників механічних властивостей тканин, визначення їх впливу на технологію виготовлення швейних виробів та надання рекомендацій щодо виготовлення одягу із оптоволоконних матеріалів.

Результати дослідження. Для дослідження була обрана тканина фірми LUMINEX, в якій оптичні нитки наявні тільки в системі ниток основи. Структурні характеристики тканини наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Структурні характеристики тканини з вмістом оптичних ниток фірми LUMINEX

Умовне позначення тканини	Загальний вигляд тканини	Число ниток на 10см		Переплетення	Поверхнева густина, г/м ²	Товщина, мм
		По основі	По утку			
10013		300 (з них 60 оптичних)	480	Полотняне	500	0,3

Показники структурних та механічних характеристик тканини визначалися за стандартизованими методиками.

Визначення динамічних характеристик (декремент затухання δ та динамічний модуль пружності E_0 , МПа) тканини проводилося на установці УДМ-1 [4]. Результати досліджень представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Динамічні характеристики тканини фірми LUMINEX з вмістом оптичних ниток

Напрямок проби	Динамічний модуль пружності E_0 , МПа	Декремент затухання, δ
Основа	15,49	0,23
45°	1,59	0,14
Уток	0,99	0,15

Аналіз отриманих результатів показав, що конфігурація поля динамічного модуля пружності тканини має основовиражений характер (по основі – 15,49 МПа, по утку – 1,59 МПа, під кутом 45° – 0,99 МПа), а декремента затухання – наближений до утоковираженого (по основі – 0,14, по утку – 0,23, під кутом 45° – 0,15). Виходячи з отриманих результатів дослідження можна спрогнозувати, що саме за напрямом основи буде спостерігатися найбільша жорсткість тканини.

Жорсткість тканини фірми LUMINEX визначалася на пристрої ПЖУ-12М відповідно до методики ГОСТ 8977-74. Встановлено, що жорсткість під кутом 45° складає 1,30 сН, по утку – 0,83 сН, а по основі – 4,99 сН. Як і передбачувалося в попередніх дослідженнях, показник жорсткості по основі перевищує показники, виміряні в напрямку основи та під кутом 45°, що пояснюється наявністю оптичних ниток в системі ниток основи.

З метою встановлення впливу фактору «температури» на жорсткість оптоволоконної тканини був проведений експеримент з визначення жорсткості при згинанні консольно-контактним методом на пристрої ПВЖЗ в діапазоні температур від 20 °С до 110 °С [5]. Результати досліджень жорсткості при згинання в умовах температурного впливу представлені на рис.1.

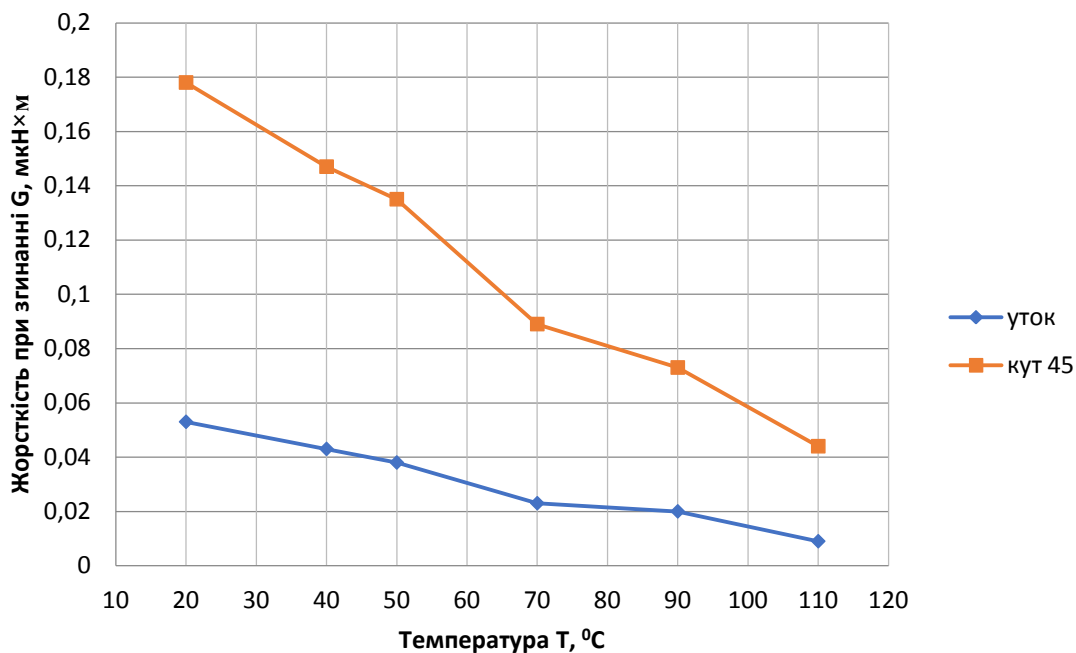


Рис.1. Зміна жорсткості при згинанні тканини фірми LUMINEX в умовах температурного впливу

Під час дослідження жорсткості при згинанні в напрямку основи оптоволоконної тканини консольно-контактним методом на пристрої ПВЖЗ стріла прогину проби майже не змінилася. Таким чином, встановити фактичне значення показників жорсткості при згинанні оптоволоконної тканини в напрямку основи на цьому пристрої неможливо. Проте, в напрямках утоку та під кутом 45° при збільшенні температури від 20°C до 110°C жорсткість тканини зменшилась в 4-6 разів (рис. 1).

Отримані показники механічних властивостей та їх залежності від напряму розкрою проб та температурного впливу слід враховувати при виконанні таких технологічних операцій, як заправування (розправування) швів, згинання країв та ін., а також при виборі оптимальних параметрів та методів технологічної обробки зрізів або швів швейного виробу.

Для дослідження впливу властивостей оптоволоконної тканини на технологічні процеси виготовлення швейних виробів як об'єкт дослідження було обрано куртку дитячу (рис.2).

Аналіз конструктивно-технологічного устрою куртки дитячої показав (рис.2), що майже всі шви є настрочними, а припуски швів – заправуються. Тому для проведення дослідження були обрані настрочні шви та операція волого-теплого оброблення – заправування швів.

Настрочні шви виконувалися на швейній машині фірми «Singer 7468» з наступними параметрами: 4 стібки в 1 см, нитки № 120 фірми Gütermann.

Аналіз якості настрочних швів показав, що наявність в структурі оптичних ниток впливає на якість виконання шва (рис. 3). Під час виконання настрочних швів встановлено, що при потраплянні голки в оптичну нитку відбувається її часткове руйнування, що у подальшому призводить до погіршення світловипроміння. Тому для виконання

настрочних швів з оптоволоконної тканини доцільно використовувати голки, у яких вістря має округлу форму рис. 4.

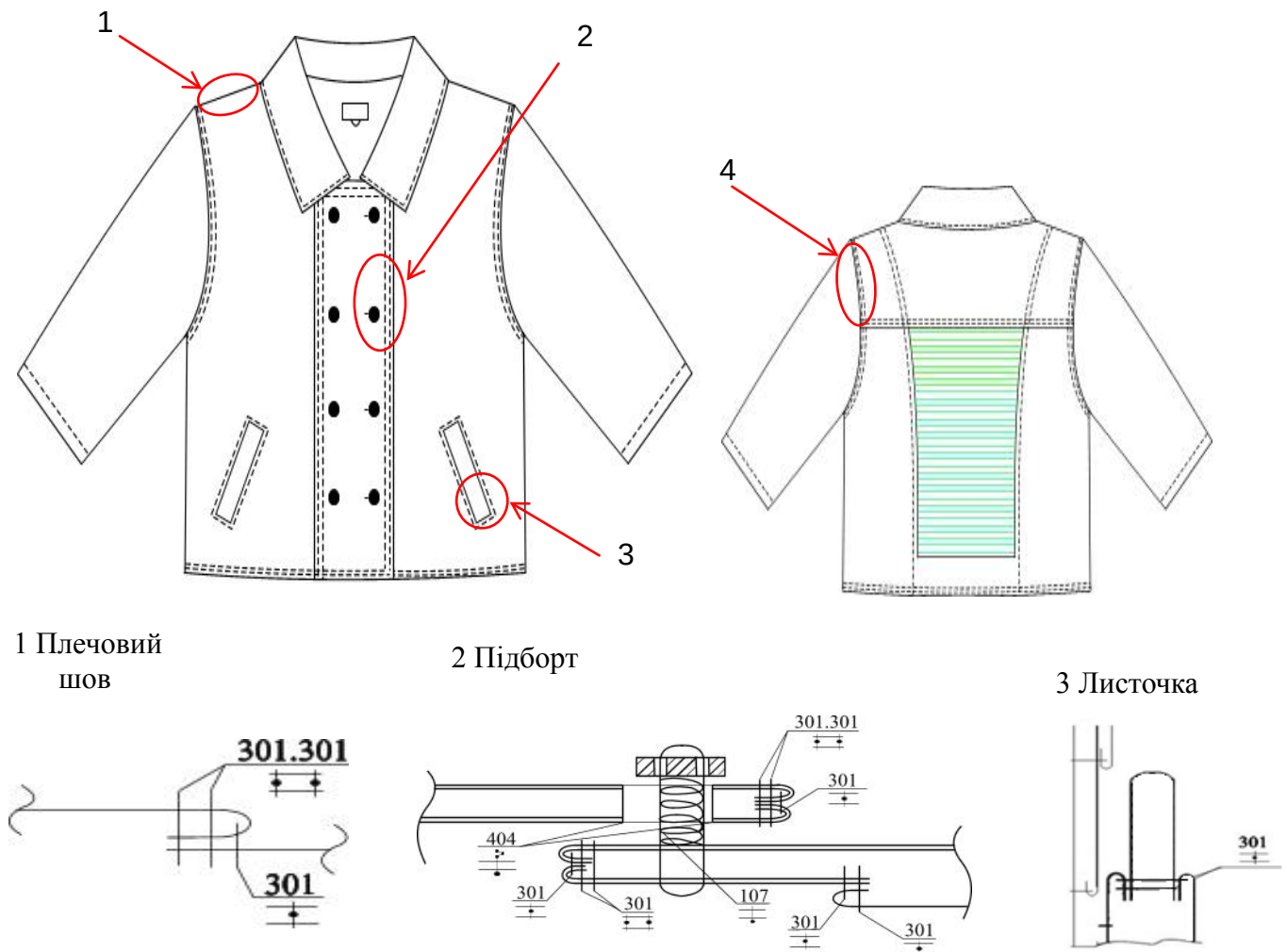


Рис.2. Виріб з деталлю, яка виконана із оптоволоконної тканини, та види швів, які пропонуються застосовувати при виготовленні дитячої куртки

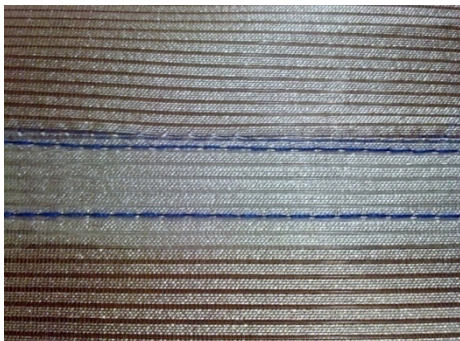


Рис.3. Зовнішній вигляд настрочного шва з оптоволоконної тканини

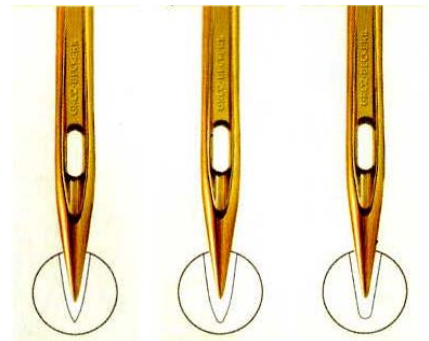


Рис.4. Вид вістря голок з округлою формою

Для виконання операції заправування припусків швів деталей одягу були підготовлені проби розміром 70×70 мм у напрямку основи, під кутом 45° та утку. Припуски швів складали 1,0 см. Підготовлені проби витримувались 24 години при нормальних кондиційних умовах ($W=65\pm5\%$, $T=20\pm2^{\circ}\text{C}$).

Для виконання операції заправування швів була обрана праска фірми «Binatone» масою 986 г. Величина кута відновлення визначалася за допомогою кутоміра УШ-1 як середнє арифметичне значення двох значень (з одного боку та з іншого). Попередні дослідження операції волого-теплого оброблення показали, що максимальна температура нагрівання поверхні праски повинна складати 110°C , так як матеріал виготовлений із синтетичних ниток. При збільшенні температури до 150°C на поверхні тканини спостерігалася часткова деструкція ниток, і як результат – полиск.

Враховуючи вище викладене та використовуючи метод «чорної скриньки», був розглянутий технологічний процес заправування швів, де вхідними керованими факторами x_1 та x_2 були обрані час виконання операції $t_{\text{оп}}$ (6с, 8с, 10с) та тривалість (час) пропарювання $t_{\text{пр}}$ (4с, 6с, 8с) при незмінних параметрах навантаження P та температури нагрівання поверхні праски T . Вихідним параметром Y (функція відгуку) був обраний показник кута відновлення α .

На основі визначених факторів були побудовані матриці планування експерименту та здійснена математична обробка результатів експерименту, що дозволило отримати двофакторні математичні моделі, які є адекватними досліджуваному процесу як за критерієм Кохрена ($G_{\text{табл.}} > G_{\text{роз.}}$) так і за – Фішера ($\Phi_{\text{табл.}} > \Phi_{\text{роз.}}$).

Результати дослідження операції заправування шва для досліджуваної тканини показали, що найменший кут відновлення (табл. 3) досягається при параметрах x_1 та x_2 , які знаходяться у напрямі основи, під кутом 45°, утку на рівні $x_1=8\text{с}$, $x_2=10\text{с}$.

Отже, для тканини фірми LUMINEX найбільший кут відновлення спостерігається у напрямі утку. Це пов'язано із тим, що саме в цьому напрямі в структурі тканини відсутні оптичні нитки, які і надають суттєвої жорсткості тканини.

Таблиця 3

Результати кута відновлення α шва

Напрямок проби	Середнє значення кута відновлення $\alpha, ^{\circ}$
Основа	5
Кут 45°	17
Уток	65

У результаті проведених досліджень, можна зробити висновок, що під час виконання операції волого-теплого оброблення, найкраща якість виконання швів забезпечується у напрямку «по основі», в якому в структурі знаходяться оптичні нитки. З одного боку, оптичні нитки надають жорсткості тканини, а з іншого, за рахунок низьких релаксаційних процесів, зберігають надану їм форму.

Як показали дослідження, при виготовленні виробу з тканини фірми LUMINEX суттєвих складнощів не виникає. Але слід відзначити, що інколи спостерігається переламування оптичних ниток при згинанні тканини на 180° , що призводить до зміни або

порушення світловипромінювання тканини. Тому, для оброблення швейних виробів із таких тканин, нами запропоновано краї деталей або окантовувати, або виконувати відкритими.

Аналіз можливих шляхів застосування оптоволоконних тканин показав, що ці тканини можуть бути використанні як замітники світловідбивних тканин, які використовуються у вигляді різних елементів в одязі. Недоліком елементів із світловідбивних тканин є те, що людина може побачити їх тільки за умови, якщо під відповідним кутом на них потрапить пучок світла. У оптоволоконних тканинах (наприклад, фірми LUMINEX) світло випромінюється в різних напрямках і стільки часу на скільки вистачить джерела живлення. Тому визначити місцезнаходження людини, яка вдягнена в одяг з такої тканини, не складе труднощів. Варіанти розташування елементів з оптоволоконних тканини на різних ділянках дитячого одягу наведені на рис. 5.

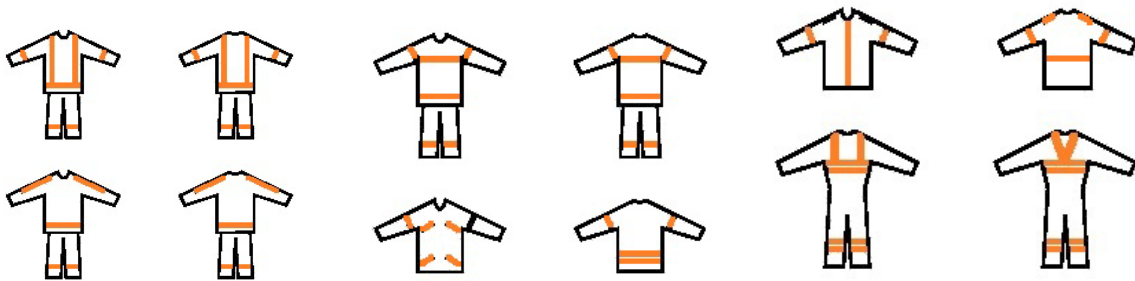


Рис.5. Варіанти розташування елементів з оптоволоконної тканини на різних ділянках дитячого одягу

Висновки. Виходячи з аналізу отриманих результатів, можна зробити висновок, що під час виготовлення швейних виробів із оптоволоконних матеріалів необхідно враховувати показники динамічного модуля пружності, жорсткості при згинанні, та відповідно до цього обирати відповідні технологічні параметри обробки вузлів та швів.

Тканина фірми LUMINEX, що досліджувалася, може використовуватися у швейних виробках як замітник світловідбивних тканин, які використовуються у вигляді різних елементів в одязі.

Список використаної літератури

1. Ткани LUMINEX – революція в текстиле (2012), [Електронний ресурс] – Режим доступу до даних: <http://www.luminex.ru>.
2. Свет для стиля от LumiGram (2012), [Електронний ресурс] – Режим доступу до даних: <http://www.lumigram.com/catalog/page0.php>.
3. Киселёв А. Ф. Типы оптических волокон. Многомодовое и одномодовое волокно. Градиентное оптоволокно (2008), [Електронний ресурс] – Режим доступу до даних: <http://www.nano.fel.mirea.ru>.
4. Паспорт УДМ – 1. – Київ, 2004. – 6с.
5. Декларацийний патент на корисну модель. Пристрій для вимірювання жорсткості матеріалів / Лебідь О.С., Арабулі А.Т., Березненко М. П., Березненко С. М., Гришко А. А., Беленікін В. В. – № 12052 U, бюл. № 1 від 16.01.2006.

References

1. Fabric LUMINEX – revolution of textile (2012), available at: <http://www.luminex.ru> [in Russian].
2. Light for the style from LumiGram (2012), available at: <http://www.lumigram.com/catalog/page0.php> [in Russian].
3. Kiseliyov, A.F., Types of optical fibers. Multimode and single-mode fiber. Gradient optical fiber (2008), available at: <http://www.nano.fel.mirea.ru> [in Russian].
4. Passport UDM– 1. – Kyiv, 2004. – p. 6 [in Ukrainian].
5. Lebid, O.S., Arabuli, A.T., Beresnenko, M.P., Beresnenko, S.M., Gryshco, A.A., Belenikin, V.V. (2006) Patent of Ukraine 12052 U. Prystroi dlia vymiryvannya gorstcosti materialiv [The device for measuring the rigidity of materials] [in Ukrainian].

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ОПТОВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

АРАБУЛИ А.Т.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. *Определить технологические особенности изготовления швейных изделий из оптоволоконистых материалов с учетом их механических свойств.*

Методика. *Использованы стандартизированные методики исследования показателей механических свойств и экспериментальные методы исследования технологической обработки изготовления швейных изделий.*

Результаты. *В работе приведены результаты исследования показателей механических свойств оптоволоконистых материалов и предложены рекомендации по технологической обработке швейных изделий из таких материалов.*

Научная новизна. *Проведен анализ показателей механических свойств оптоволоконистых материалов и установлены технологические параметры обработки швейных изделий, в которых используются такие материалы.*

Практическая значимость. *Полученные результаты показателей механических свойств оптоволоконистых материалов дают возможность оперативно подбирать технологические параметры обработки швейных изделий.*

Ключевые слова: *оптоволоконистые материалы, оптические нити, жесткость при изгибе, влажно-тепловая обработка, шов.*

FEATURES PRODUCTION OF GARMENTS WITH OPTICALFIBER MATERIALS

ARABULI A.T.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. *Determine the technological features of garments manufacturing of made from opticalfiber materials taking into account their mechanical properties.*

Methodology. *Standardized methods for studying the mechanical property and experimental methods for studying the technological processing of the garments manufacture were use.*

Findings. *The paper describes the results of mechanical properties of opticalfiber materials and proposed recommendations for garments technological processing of such materials.*

Originality. *The analysis of the mechanical properties of opticalfiber materials is carried out and the process parameters of processing sewing goods are proposed.*

Practical value. *The results of the mechanical properties of opticalfiber materials provide the possible to quickly select technological parameters for the processing of garments*

Keywords: *opticalfiber materials, optical threads, rigidity on bending, wet-heat treatment, the seam.*

УДК 677.075

АРАБУЛІ С.І.

Київський національний університет технологій та дизайну

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРОПРОНИКНОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Мета. Аналіз існуючих методів визначення паропроникності текстильних матеріалів та її показників для визначення доцільності використання тієї чи іншої методики в залежності від задач дослідження.

Методика. Аналітичний огляд та систематизація науково-технічної інформації щодо методів дослідження паропроникності.

Результати. В роботі наведений аналіз сучасних стандартизованих методів дослідження паропроникності – відмічені їх особливості, переваги та недоліки. Аналіз охоплює методики, які представлені в ASTM E96; ISO 15496; BS 7209; JIS L1099; ISO 2528; ДСТУ 3672; ISO 11092; ASTM 1868.

Наукова новизна. Проведено детальний аналіз існуючих методів визначення паропроникності текстильних матеріалів та систематизовано основні напрями та перспективи досліджень.

Практична значимість. Наведена в роботі систематизація методів дослідження паропроникності текстильних матеріалів надає можливість швидкого орієнтування в великій кількості методів та показників для визначення доцільності використання тієї чи іншої методики в залежності від задач дослідження.

Ключові слова: паропроникність, методи дослідження, текстильні матеріали..

Вступ. Процес перенесення вологи крізь текстильні матеріали (ТМ) є важливим фактором, який впливає на термофізіологічний комфорт тіла людини. Волога може переноситися через ТМ у вигляді пари та рідини. Аналіз наукової літератури вказує на високий і постійний інтерес до проблеми надійного визначення паропроникності ТМ [1 – 10]. На сьогодні існує багато способів визначення паропроникності ТМ та термінів, які характеризують це явище. Їх аналіз показує, що різноманітність умов випробувань, конструкцій пристроїв та підходів надає можливість більш глибокого та всебічного вивчення явища паропроникності. Однак з іншого боку, існує проблема неможливості порівняння числових значень, одержаних при випробуваннях за різними методиками.

Постановка завдання. Враховуючи вищенаведені факти, а також проблеми, виявлені в дослідженнях цього явища, метою роботи є аналіз існуючих методів визначення паропроникності ТМ та її показників для визначення доцільності використання тієї чи іншої методики в залежності від задач дослідження.

Результати дослідження. В роботі були проаналізовані методи дослідження паропроникності, на які існують нормативні документи: ASTM E96 Standard test methods for water vapor transmission of materials (Стандартні методи дослідження паропроникності матеріалів); ISO 15496 Textiles – Measurement of water vapor permeability of textiles for the purpose of quality control (Текстиль – Вимірювання паропроникності текстильних матеріалів з метою контролю якості); BS 7209 Specification for water vapor permeable apparel fabrics (Інструкція по визначенню паропроникності полотен одягового призначення); JIS L1099 Testing methods for water vapour permeability of textiles (Методи дослідження паропроникності текстильних матеріалів); ISO 2528 Sheet materials. Determination of water vapour transmission

rate – Gravimetric (dish) method (Пласкі матеріали. Визначення паропроникності – Гравіметричний метод); ДСТУ 3672 Полотна і вироби трикотажні. Метод визначення паропроникності та вологопоглинання; ISO 11092 (EN 31092) Textiles – Physiological effects – Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (Текстильні матеріали – Фізіологічні характеристики – Визначення теплового опору і опору потоку водяної пари в стаціонарних умовах); ASTM 1868 Standard test method for thermal and evaporative resistance of clothing materials using a sweating hot plate (Стандартний метод дослідження теплового опору та опору потоку водяної пари з використанням потіючої теплої пластини).

Усі методи можна розділити на дві групи:

- гравіметричні методи;
- методи так званої «потіючої теплої пластини».

Гравіметричні методи – найпоширеніші та прості (у приладовому оформленні та за процедурою дослідження) методи визначення паропроникності ТМ. Друга назва – «метод склянки» (у англomовній літературі – “cup method”, “dish method”). Метод вперше був стандартизованим у 1953 році. Цей метод покладений в основу таких стандартів як: ASTM E96; ISO 2528; ISO 15496; BS 7209; JIS L 1099; ДСТУ 3672. Існує декілька процедур визначення паропроникності (рис.1):

- «метод сорбенту» (у англomовній літературі – “desiccant method”) – метод за яким, перенесення пари здійснюється з зовнішнього середовища у склянку (рис.1, а);
- «водний метод» (у англomовній літературі – “water method”) – метод за яким, перенесення пари здійснюється у напрямку зі склянки у зовнішнє середовище (рис.1, б);
- «перевернутий водний метод» (у англomовній літературі – “inverted water method”) – метод, аналогічний «водному методу», але склянка перевернута так, що проба знаходиться в контакті з водою (рис.1, в).

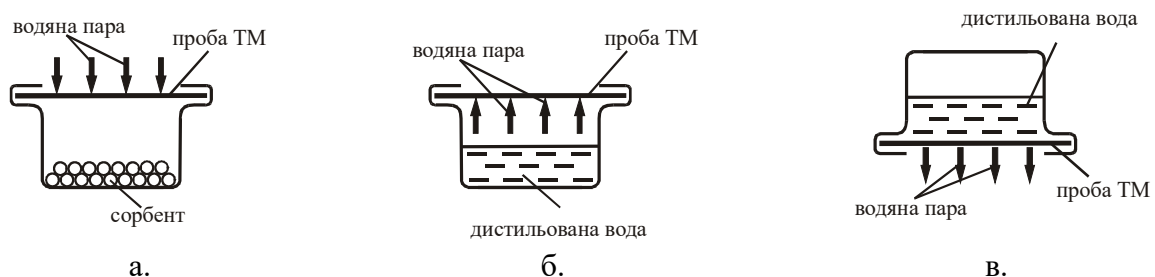


Рис.1. Схеми визначення паропроникності за «методом склянки» (ASTM E96):
а – метод сорбенту; б – водний метод; в – перевернутий водний метод

Згідно ASTM E96 існує шість процедур визначення паропроникності в залежності від умов проведення експерименту (табл. 1). Середня тривалість дослідів $1 \div 24$ години.

При дослідженні за «методом сорбенту» за процедурами А, С, Е (ASTM E96) висушений хлорид кальцію або силікагель поміщають у склянку, яка щільно покривається пробою ТМ. Підготовлена до експерименту склянка розміщується у контрольованому середовищі (табл. 1). Під дією різниці концентрації (тиску) водяної пари ззовні та всередині

склянки відбувається дифузія парів крізь ТМ всередину склянки, де вони абсорбуються сорбентом. Кількість поглиненої пари визначається ваговим методом.

Таблиця 1

Характеристика процедур визначення паропроникності за ASTM E96

Метод	Процедура	Температура оточуючого середовища, °C	Відносна вологість повітря з двох боків текстильного матеріалу, ф, %	
			у склянці	зовні
Метод сорбенту	A	23,0	0	50
	C	32,2	0	50
	E	37,8	0	90
Водний метод	B	23,0	100	50
	D	32,2	100	50
«Перевернутий водний метод»	BW	23,0	100	50

При дослідженні за «водним методом» за процедурами В та D (ASTM E96) дистильована вода наливається у склянку, яка щільно закривається пробкою ТМ. Підготовлена до експерименту склянка розміщується у контрольованому середовищі (табл. 1). Під дією різниці концентрації (тиску) водяної пари всередині склянки та ззовні відбувається дифузія парів крізь ТМ зі склянки до оточуючого середовища.

Аналіз показав, що паропроникність, визначена за «методом сорбенту» та «водним методом», більш адекватно відображає рівень комфорту при низькій фізичній активності (низькому потовиділенню), але не надає інформацію про конденсацію на поверхні текстилю. До недоліків цих методів слід віднести наступне – характеристики паропроникності, одержані за цими методами, залежать не тільки від властивостей дослідженого ТМ, але і від товщини шару повітря, який стикається з поверхнею текстилю (причому товщина матеріалу значно менша товщини повітряного прошарку з одного та іншого боку проби). Ці методики придатні для оцінки паропроникності ТМ одягової групи без поверхневих обробок.

Для ТМ з водовідштовхувальною обробкою рекомендоване застосування «перевернутого водного методу» за процедурою BW (ASTM E96). Дистильована вода наливається у склянку, яка щільно покривається пробкою ТМ та перевертається так, щоб проба знаходилася в контакт з водою.

За ISO 15496 «Метод склянки» здійснюється «перевернутим методом сорбенту» (у англomовній літературі – “inverted desiccant method”). Сорбент (розчин ацетату калію) поміщають у склянку, яка щільно покривається політетрафторетиленовою (ПТФЕ) мембраною (рис.2, а). ПТФЕ мембрана є водонепроникною, але проникною для парів вологи. Пробу ТМ, що досліджується, та другий шар ПТФЕ мембрани закріплюють у п’яльця (рис.2, б). Підготовлену зазначеним чином пробу з ПТФЕ мембраною занурюють у ємність з водою так, щоб ПТФЕ мембрана торкалася води. Склянку з сорбентом перевертають дном вгору та встановлюють на пробу ТМ (рис.2, в). Пари вологи дифундують крізь ПТФЕ мембрану та адсорбуються сорбентом (розчином ацетату калію).

Аналіз показав, що паропроникність, визначена за «перевернутим методом сорбенту», більш адекватно відображає рівень комфорту при високій фізичній активності (високому

потовиділенню) тому що виключає вплив повітряного прошарку. Цей гравіметричний метод є примітивним прототипом нового покоління методів визначення паропроникності – методів «потіючої теплої пластини». ПТФЕ мембрана моделює шкіру людини.



Рис. 2. Схема дослідження паропроникності ТМ «перевернутим методом сорбенту»

Розглянемо показники, які прийняті для характеристики паропроникності ТМ, визначені гравіметричними методами:

1. Паропроникність, P , $\frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$ або $\frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot 24 \text{ год}}$ [10] (у англомовній літературі – Water Vapor Transmission Rate, WTR) – маса водяної пари, яка проходить із середовища з більшою вологістю у середовище з меншою вологістю крізь одиницю площі поверхні матеріалу за одиницю часу:

$$P = G / (t \cdot A) \quad (1)$$

де G – зміна маси склянки у часі, г;

t – час дослідження, год;

A – площа проби текстильного матеріалу, м^2 .

2. Паро- або вологопровідність, B_P , $\frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}$ [10] (у англомовній літературі – Water Vapor Permeance, W_d) – маса водяної пари, яка проходить із середовища з більшою вологістю у середовище з меншою вологістю крізь одиницю площі поверхні матеріалу за одиницю часу при одиничній різниці тисків пари з обох боків матеріалу:

$$B_P = G / (t \cdot A \cdot \Delta p) \quad (2)$$

де Δp – різниця парціальних тисків водяної пари з обох боків досліджуваного матеріалу, Па.

3. Дифузійна паропроникність, δ , $\frac{\text{г} \cdot \text{м}}{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}$ (у англомовній літературі – Water Vapor Permeability, WVP) – маса водяної пари, яка проходить із середовища з більшою вологістю у середовище з меншою вологістю крізь одиницю площі поверхні матеріалу за одиницю часу при одиничній різниці тисків пари з обох боків матеріалу, відносно товщини матеріалу:

$$\delta = G \cdot h / (t \cdot A \cdot \Delta p) \quad (3)$$

де h – товщина текстильного матеріалу, м.

4. Відносна паропроникність, P , % [10] (у англомовній літературі – Relative Water Vapor Permeability, $RWVP$) – відношення кількості парів вологи (G), яка випарувалася через пробу текстильного матеріалу, до кількості парів вологи (G_2), яка випарувалася зі склянки без проби текстильного матеріалу:

$$P = 100 \cdot G/G_2. \quad (4)$$

Методи «потіючої теплої пластини» (ISO 11092 (EN 31092) та ASTM 1868) можна віднести до нового покоління методів для визначення паропроникності ТМ [6, 8]. Ці методи відрізняються тим, що випробування проводять при безпосередньому контакті ТМ з вологою так званою «потіючою» поверхнею. Під час дослідження враховується загальна маса пароподібної вологи (поглинутої та пропущеної), яка характеризує здатність ТМ видаляти вологу з підодягового простору. Прикладами таких приладів є SGHP-8.2 (США), PSM-2 (Чеська Республіка) та PERMETEST (Чеська Республіка).

При дослідженні за методом «потіючої теплої пластини» пробу ТМ (розмір 300×300 мм) розташовують на поверхні обігріваної «потіючої» пластини, яка вкрита паропроникною мембраною з целофану (рис. 4). Пластина обігривається та крізь мікропори обігріваної пластини та мембрани подається вода ($T_{води} = 35^{\circ}\text{C}$), що моделює процес потовиділення шкірою людини. Умови випробування: $T_{повітря} = T_{пластини} = 35^{\circ}\text{C}$; відносна вологість повітря $\varphi = 40\%$; швидкість повітря $v = 1$ м/с. Під час вимірювання температура пластини підтримується на постійному рівні. Поступово вода, проходячи крізь пластину та мембрану, випаровується. Енергія, яка витрачається на підтримання постійної температури пластини враховується при визначенні основної характеристики «опір потоку водяної пари». Тривалість дослідів однієї проби від одної до двох годин.

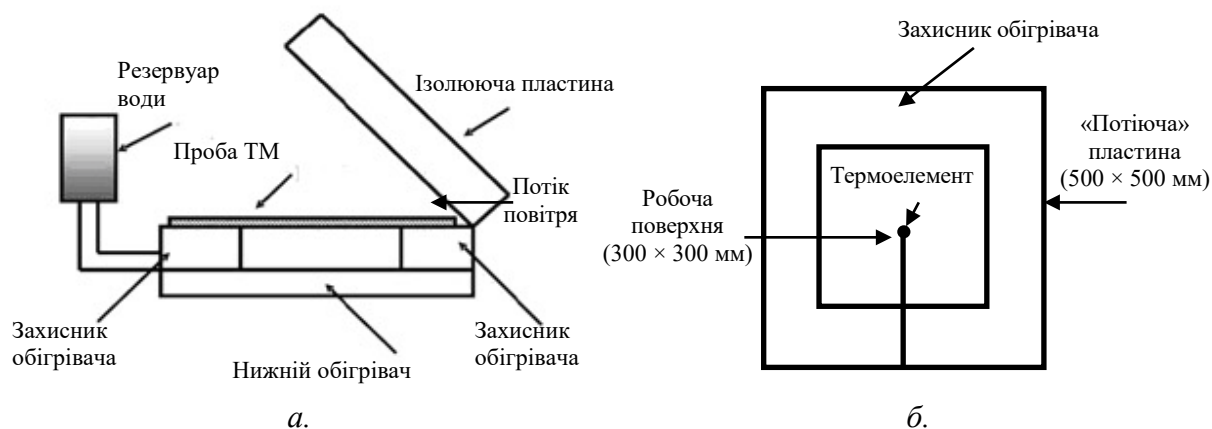


Рис.4. Схема визначення паропроникності за методом «потіючої теплої пластини» на приладі SGHP-8.2 [ISO 11092 (EN 31092)]

Для характеристики паропроникних властивостей ТМ, визначених методом «потіючої теплої пластини», використовують наступні показники:

1. Опір потоку водяної пари, $R_{et}, \text{м}^2 \cdot \text{Па} / \text{Вт}$ (у англійській літературі – Water-

Vapor Resistance) – відношення перепаду парціального тиску водяної пари між двома поверхнями матеріалу до сумарного теплового потоку випаровування крізь одиницю поверхні у напрямку градієнту:

$$R_{et} = \Delta p \cdot A / (H - \Delta H_e) \quad (5)$$

де Δp – різниця парціальних тисків водяної пари з обох боків досліджуваного матеріалу, Па;

A – площа обігріваної пластини, м^2 ;

H – кількість тепла, що подається до обігріваної пластини, Вт;

ΔH_e – корегуючий коефіцієнт, Вт.

2. Коефіцієнт проникності водяної пари, i_{mt} (у англомовній літературі – Water-Vapor Permeability Index) – відношення теплового опору до опору потоку водяної пари та є безрозмірною величиною, із значеннями в діапазоні $0 \div 1$:

$$i_{mt} = S \cdot R_{ct} / R_{et} \quad (6)$$

де $S = 60$ Па/К;

R_{ct} – тепловий опір, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

Коефіцієнт «нуль» характеризує матеріал, крізь який водяна пара не проникає, тобто матеріал має нескінченний опір потоку водяної пари, і навпаки, коефіцієнт «одиниця» характеризує матеріал, у якого тепловий опір і опір потоку водяної пари такий самий, як і у шару повітря тієї самої товщини.

3. Паро- або вологопроникність, W_d , $\text{г} / \text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$ (у англомовній літературі – Water Vapor Permeance) – маса водяної пари, яка проходить із середовища з більшою вологістю у середовище з меншою вологістю крізь одиницю площі поверхні матеріалу за одиницю часу при одиничній різниці тисків пари з обох боків матеріалу:

$$W_d = 1 / (R_{et} \cdot \phi T_{\text{пластини}}) \quad (7)$$

де $\phi T_{\text{пластини}}$ – «приховане (латентне)» тепло випаровування при температурі пластини $T_{\text{пластини}}$, $\text{Вт} \cdot \text{год} / \text{г}$.

Як зазначалося вище метод «потіючої теплої пластини» відрізняється складним апаратним оформленням, високою вартістю, складністю конструкції та обслуговування. Метод матеріалоємний (розмір однієї проби 300×300 мм) та відрізняється значною тривалістю досліду однієї проби ($1 \div 2$ години).

Зважаючи на недоліки методу «потіючої теплої пластини» вченим Л. Гесом [10], який є визнаним авторитетом з питань оцінки комфорту одягу, був розроблений експрес-метод для швидкої оцінки паропроникності, так званий «шкірний симулятор» (у англомовній літературі «skin simulator») та прилад PERMETEST [10]. Умови випробування ТМ на приладі PERMETEST відрізняються від умов за ISO 11092 (EN 31092): $T_{\text{повітря}} = 20 \div 22$ °С; відносна вологість повітря $\varphi = 45 \div 60$ %; швидкість повітря $v = 1,5$ або $3,0$ м/с. При дослідженні на приладі PERMETEST пробу ТМ (діаметром 90 мм) розташовують на відстані $1,0 \div 1,5$ мм від попередньо зволоженої пористої поверхні. Тепловий потік, який генерується під час випаровування рідкої води з пористої поверхні, вимірюється датчиком. Час дослідження $2 \div 8$ хвилин. Для характеристики паропроникності за цим методом використовують показник:

1. Відносна паропроникність, P , % (у англомовній літературі – Relative Water Vapor Permeability, RWVP) – відношення теплових втрат (H), які генеруються при розміщенні проби текстильного матеріалу на пористій поверхні, до теплових втрат (H_2), які генеруються пористою поверхнею не вкритою пробою текстильного матеріалу:

$$P = 100 \cdot H / H_2. \quad (8)$$

Розглянутий метод є експрес-методом, який дозволяє одержати відносні дані щодо паропроникних характеристик ТМ.

Висновки. Виходячи з аналізу умов випробувань гравіметричними методами та методами «потіючої теплої пластини» можна зробити висновок, що не можна встановити

чіткої кореляційної залежності між величинами, одержаними за різними методами, навіть за умови приведення їх до одних одиниць вимірювання. Це обумовлено великою різницею в умовах випробування для різних методик, а саме, у показниках вологості та температури оточуючого середовища, швидкості повітря, а також самій процедурі дослідження. Відмінність хоча б одного з факторів випробування призводить до переваги того чи іншого способу перенесення парів води через ТМ. Також слід відмітити, що результати, одержані за гравіметричними методами та методами «потіючої теплої пластини», – є характеристиками ТМ і не можуть бути застосовані для прямої оцінки комфортності одягу внаслідок того, що не враховують площу покриття тіла людини, особливості конструкції одягу, особливості фізіологічного стану людини його рухи і т.п.

Виходячи з вищевикладеного, очевидно, що кожний з методів має як свої переваги так і недоліки, але, на жаль, порівняння даних, одержаних за різними методиками є неможливим. При виборі методу дослідження паропроникності ТМ дослідник або виробник мають в першу чергу керуватися функціональним призначенням виробу, умовами його експлуатації, а також зважати на матеріальні та трудові витрати.

Список використаної літератури

1. Watkins D.A., Slater K. The moisture-vapour permeability of textile fabrics // *Journal of the Textile Institute*. – 1981. – Vol. 72, No 1. – p. 11 – 18.
2. Gibson P.W., Effect of temperature on water vapor transport through polymer membrane laminates // *Journal of Polymer testing*. – 2000. – No 19. – p. 673 – 691.
3. Qu J., Ruckman J. A new calculation method of water vapour permeability at unsteady state // *Journal of the Textile Institute*. – 2006. – Vol. 97, No 5. – p. 449 – 453.
4. Das B., Das A., Kothari V., Fanguiero R., Araujo M. Moisture transmission through textiles. Part I: Processes involved in moisture transmission and the factors at play // *AUTEX Research Journal*. – 2007. – Vol.7, №2. – p.100 – 109.
5. Das B., Das A., Kothari V., Fanguiero R., Araujo M. Moisture transmission through textiles. Part II: Evaluation methods and mathematical modeling // *AUTEX Research Journal*. – 2007. – Vol.7, №3. – p.194 – 216.
6. Skenderi Z., Cubric I. Water vapour resistance of knitted fabrics under different environmental conditions // *Fibers & Textiles in Eastern Europe*. – 2009. – Vol.17, №2. – p.72 – 75.
7. Ramkumar S., Purushothaman A., Hake K., McAlister D. Relationship between cotton varieties and moisture vapor transport of knitted fabrics // *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. – 2007. – Vol.2, №4. – p.10 – 18.
8. Huang J. Sweating guarded hot plate test method // *Journal of Polymer testing*. – 2006. – No 25. – p. 709 – 716.
9. Лабораторный практикум по материаловедению швейного производства: Учеб. пособие для вузов/ Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова, Д.Г. Петропавловский. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 432 с.
10. Hes L. A new indirect method for fast evaluation of the surface moisture absorptivity of engineered garment // *Conference on Engineered Textiles*, Manchester, UK. – 1998. – p. 32 – 36.

References

1. Watkins, D.A., Slater, K. (1981), The moisture-vapour permeability of textile fabrics, *Journal of the Textile Institute*, Vol. 72 No. 1, pp. 11–18 [in English].

2. Gibson, P.W. (2000), Effect of temperature on water vapor transport through polymer membrane laminates, *Journal of Polymer testing*, No. 19, pp. 673–691 [in English].
3. Qu, J., Ruckman, J. (2006), A new calculation method of water vapour permeability at unsteady state, *Journal of the Textile Institute*, Vol. 97 No. 5, pp. 449–453 [in English].
4. Das, B., Das, A., Kothari, V., Fanguiero, R., Araujo, M. (2007), Moisture transmission through textiles. Part I: Processes involved in moisture transmission and the factors at play, *AUTEX Research Journal*, Vol.7 No. 1, pp. 100–109 [in English].
5. Das, B., Das, A., Kothari, V., Fanguiero, R., Araujo, M. (2007), Moisture transmission through textiles. Part II: Evaluation methods and mathematical modeling, *AUTEX Research Journal*, Vol.7 No. 3, pp.194–216 [in English].
6. Skenderi, Z., Cubric, I. (2009), Water vapour resistance of knitted fabrics under different environmental conditions, *Fibers & Textiles in Eastern Europe*, Vol.17 No. 2, pp.72–75 [in English].
7. Ramkumar, S., Purushothaman, A., Hake, K., McAlister, D. (2007), Relationship between cotton varieties and moisture vapor transport of knitted fabrics, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, Vol.2 No. 4, pp.10–18 [in English].
8. Huang, J. (2006), Sweating guarded hot plate test method, *Journal of Polymer testing*, No 25, pp. 709–716 [in English].
9. Buzov, B.A., Alymenkova, N.D., Petropavlovskiy, D.G. (1991) *Laboratornyy praktikum po materialovedeniyu shvey'nogo proizvodstva* [Laboratory workshop on the material science of garment production], Legprombytizdat, Moscow, Russia [in Russian].
10. Hes, L. (1998), A new indirect method for fast evaluation of the surface moisture absorptivity of engineered garment. *Proc. of the Conference on Engineered Textiles*, Manchester, UK., pp. 32–36 [in English].

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРОПРОНИЦАЕМОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ АРАБУЛЛИ С.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Анализ существующих методов определения паропрооницаемости текстильных материалов и ее показателей для определения целесообразности использования той или иной методики в зависимости от задач исследования.

Методика. Аналитический обзор и систематизация научно-технической информации относительно методов исследования паропрооницаемости.

Результаты. В работе представлен анализ современных стандартизированных методов исследования паропрооницаемости – отмечены их особенности, преимущества и недостатки. Анализ охватывает методики, которые представлены в ASTM E96; ISO 15496; BS 7209; JIS L1099; ISO 2528; ДСТУ 3672; ISO 11092; ASTM 1868.

Научная новизна. Проведен детальный анализ существующих методов определения паропрооницаемости текстильных материалов и систематизированы основные направления и перспективы исследований.

Практическая значимость. Приведенная в работе систематизация методов исследования паропрооницаемости текстильных материалов предоставляет возможность быстрого ориентирования в большом количестве методов и показателей для определения целесообразности использования той или иной методики в зависимости от задач исследования.

Ключевые слова: паропрооницаемость, методы исследования, текстильные материалы.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR MEASURING WATER VAPOR PERMEABILITY PROPERTIES OF TEXTILES

ARABULI S.I.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Analysis of existing methods for measuring the vapor permeability of textile and its indicators to determine the appropriateness of using one or another technique depending on the research objectives.

Methodology. Analytical review and systematization of scientific and technical information about methods for studying vapor permeability.

Findings. The paper presents an analysis of standardized methods for studying vapor permeability - their features, advantages and disadvantages are noted. The analysis covers the techniques that are presented in ASTM E96; ISO 15496; BS 7209; JIS L1099; ISO 2528; DSTU 3672; ISO 11092; ASTM 1868.

Originality. A detailed analysis of existing methods for determining vapor permeability of textiles has been carried out, and the main directions and prospects of research have been systematized.

Practical value. The systematization of methods for studying vapor permeability of textiles makes it possible to quickly orientate in a large number of methods and indicators to determine the appropriateness of using one or another technique depending on the research tasks.

Keywords: vapor permeability, research methods, textile materials.

BESKIN N.V., HALAVSKA L.Ie.

Kyiv National University of Technology and Design

FEATURES RESEARCH OF KNIT FOR MANUFACTURING FENCING SUITS

Purpose. Produce quality knitted fabric for fencing suits with high strength of knit against perforation of blade of one of the sporting weapons' type

Methodology. In the work methods for experimental research and standardized methodologies of samples of weft double-layer knit with tuck connection of layers by main threads, which were developed on two needle bed circular machine 16 gauge with interlock arrangement of needles in cylinder and dial. Dynamometer for test of cloth resistance to perforation was used for research.

Results. Development of new special purpose double-layer knit with tuck connection of layers by main threads and the verification of the necessary strength of knit against perforation (penetration - test).

Scientific novelty. To identify ways of improving of quality of knitting of layers of weft double-layer knit for fencing suits; were defined and justified demands of against the puncture strength (perforation) of blade of one of the sporting weapons' type

Practical value. Research of production for knitting process, which provides normal flow of process of stitch formation and reception of the counterbalanced structure of weft double-layer knit with predicted properties; research of knit on resistance against perforation

Keywords: double-layer knit, knit for fencing suits, sports knit, resistance against perforation.

Introduction. The most important function of a fencing suit is to protect the athlete's body in the event of weapon's breakage. This is common, because modern fencing is a very athletic sport, and the weapons' blades are not always flexible enough to withstand the pressure put on them during the collision athletes.



Fig 1. Collision athletes close-in fighting fencing duel with the bending of the blade arms

In Figure 1, we can see the convergences in a duel between world class athletes. Very high voltage tests blade weapons and, of course, can break. That is why the suit athlete must be strong to such pressures [1,2]

Objectives. There are mandatory requirements of the International Federation of fencing

(FIE) to the resistance of textile materials [3], which the fencing suits are made of, against the puncture strength (perforation) of blade of one of the sporting weapons' type. The international tournament of category A (the highest category, which include the World Championships, the European and Olympic Games) for the manufacture of fencing clothing it is obligatory to use material which is able to resist perforation by a force of at least 800 Newtons [6]. These requirements apply for the three major components of a fencing suit, namely fencing jacket, breeches and under plastron (fig.2). All manufacturers of these products must send fencing suits' material samples to the certified laboratories and research institutes for confirmation of strength of the suits and their subsequent labeling. These institutions must be allowed to conduct such examinations; the main one is located in the home of the Fencing Federation in Germany – DITF German institutes for textile and fiber research Denkendorf [4]).



Fig 2. Elements of fencing clothing which are made of double-layer knit

At manufacturing double-layer weft knitted fabrics for fencing suits, for formation of their layers are used conventional, and nonconventional for a knitwear manufacture kinds of raw materials that substantially influences process of stitch formation. One of the basic problems of manufacturing double-layer weft knit is choice of parameters of knitting which provide reception of the counterbalanced structure of its layers. The work purpose is the research of production for knitting, which provides normal flow of process of stitch formation (of interlooping) and reception of the counterbalanced structure of weft double-layer knit with predicted properties.

Weft double-layer knit is widely applied to knitting of articles which should possess different physical-mechanical properties. Owing to change of kinds of raw materials and parameters of looping structure of double-layer knit we can knit various on properties layers of knit and receive multifunctional knitted fabrics. The fabric projected by us was made for manufacturing of suits for fencing. The special protective clothes are required for fencer, which protect a body of the person from blows lame and cutting surfaces, in case of breakage of the weapon during fight. All clothes and equipment for fencing should correspond to requirements FIE. In particular, cloths for manufacturing of a jacket, breeches and plastron, first of all, should possess high stability to punching of lame the sports weapon, and also the set physical-mechanical properties of quality which are should possess to sportswear. Thus, before the manufacturer of knitting fabrics there is a following problem: on the one hand these cloths should protect a body of the sportsman from blows

lame and cutting surfaces, that is to have protective properties, and with another, to have properties of sportswear for comfort of fencers.

So, fabric for fencing suits should possess two basic properties simultaneously: to protect a body of the sportsman and to provide a comfortable condition of the sportsman during physical activities throughout duels. Therefore use of weft double-layer knit is expedient as its each layer is independent fabrics which are connected in the process of knitting [5]. One layer which adjoins to a body of the sportsman should correspond to the hygienic requirements shown to sportswear; the second layer – should possess high degree of stability to punching action.

In order to check the strength of the knitted fabric to puncture, it is necessary to study the process, about which there can occur during deformation suit fencing bout. Figure 3 shows the types of weapons and their cross section. As we can see, the weapon has a different cross-sectional shape. In case of breakage of the blade arms cutting surfaces will be different. Their appearance, shape, taper angle may be different depending on the type of weapon and the speed of convergence conditions of athletes.

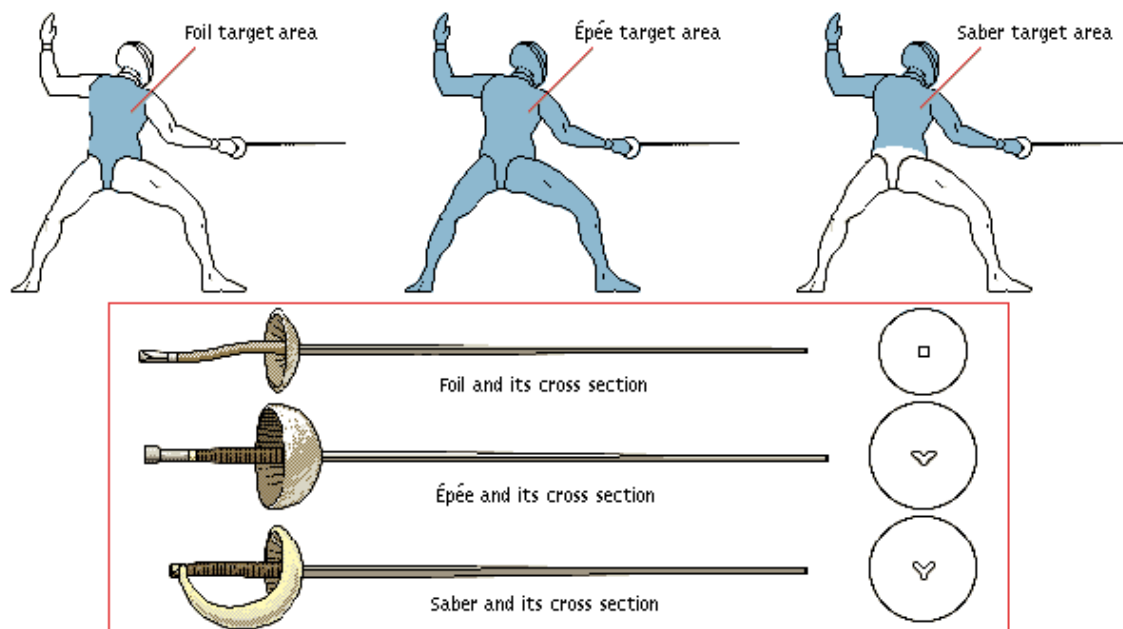


Fig 3. The types of weapons and cross section

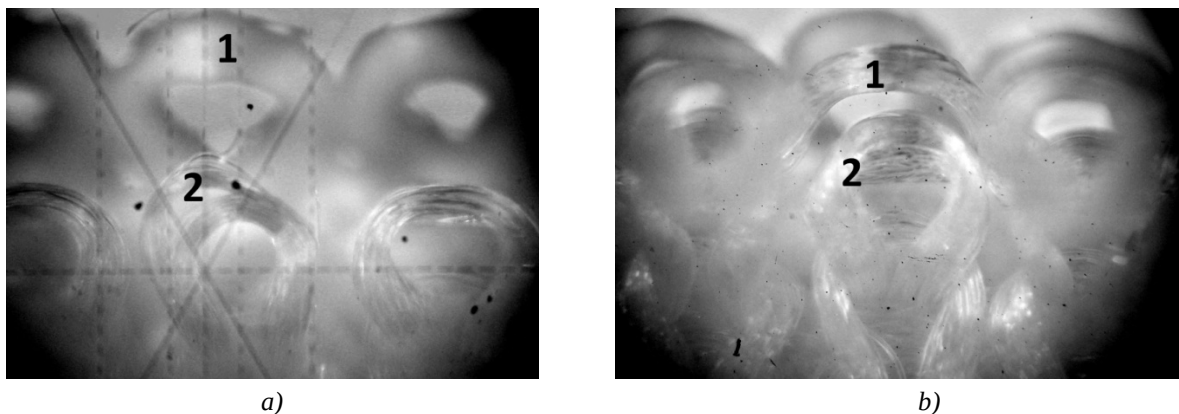
When cutting impacts most frequent fracture: a break and crack the surface layer of the material, through tears, the destruction of the entire thickness of the material [8]. To check the strength of the fabric to puncture, it is necessary to use a special unit, which will help to approximate the conditions of the fight for testing knitted fabric.

Research results. During the analysis of known structures weft knit the structure weft double-layer knit with tuck connection of layers by main threads (tuck lace) is developed for manufacturing of fabric of sports destination. The general for all structures of knit with tuck connection by main threads is presence of the tucking (tuck stitches) formed of threads of one of layers. These tucking lie on floats (junctures) an opposite raw of loops.

As the knitted fabric projected by us has a certain special-purpose designation, namely for use as a textile material for manufacturing fencing suits also the basic requirement shown to it, was minimization of sizes of a micropore in its looping structure. The size of a micropore depends on

superficial and volume filling of knit and defines degree of stability of a textile material to punching action. The maximum superficial filling with other things being equal in process of knitting can be reached by increase of density of knitting. However the increase this parameter leads to increase of weight of meter of a square fabric and deterioration of its extensibility, that is very important factor at a choice of a textile material for manufacturing fencing suits. Therefore it is offered to knit both layers of fabric a stitch of derivative jersey for the purpose of decrease of sizes of a micropore. Provided that tucking for connection of layers it is offered to have in everyone course through wale on dial needles from a thread of backing (reverse) layer of knit.

It is experimentally established that a choice of parameters of a mode of knitting of layers of weft double-layer knit, recognizing that they represent single weft knitted fabric of a certain stitch, does not provide normal of process of its knitting in case of use tuck connection of layers by main threads. The size of connecting tucking substantially influences on normalization process of stitch formation. In the process of knitting of such knit is found out of interaction of layers in a knit plane. Such knit can be named by unbalanced or strained as elements of its structure occupy the form not peculiar to them in single knit at its free condition. These elements are deformed in a certain direction by other elements of structure that is loops of another layer. Change of the form of loops and structure of knit as a whole leads to change of process of its knitting. Therefore a important aspect of manufacturing of weft double-layer knit with predicted properties is optimization of process of its knitting.



a) 1 – row of loops of a face layer, 2 – row of loops of a backing layer
b) 1 – tuck connecting stitch from a thread of a backing layer, 2 - loops of a face layer

Fig 4. The arrangement of elements of looping structure of weft double-layer knit

Samples of weft double-layer knit with tuck connection of layers by main threads were developed on two needle bed circular machine 16 gauge with interlock arrangement of needles in cylinder and dial. The specified arrangement of needles provides reception in the process of knitting line coverage of face and reverse (backing) surfaces of knit, despite presence tuck connecting stitches from a thread of one of layers which in an is conditional-equilibrium condition aspire to move apart the next wales. As raw materials for its manufacturing were used multifilament texturing polyester yarn by a linear density 150 den (a backing layer of knit on cylinder needles) and 450 den (a face layer of knit on dial needles). Placing of loops of one layer of knit concerning another in knitted fabric is shown in a photo of macro shooting of looping structure of weft double-layer knit (fig. 4,a).

Is shown on fig.4,a, loops of opposite layers are located one opposite to another because of arrangement of needles in a interlock. From behind of knitting of a derivative jersey on different needles in each following knitting system is received the texture which in each layer have wales are pull together closely one to another and no intervals between the next needle wales. Is shown on fig.4,a loops of opposite layers 1 and 2 are located one opposite to another because of arrangement of needles in interlock and to knitting of a derivative jersey on different needles in each following knitting system. Thus, loops of both layers of knit will resist to action of punching effort. In other photo (fig. 4,b) we see an arrangement tuck connecting stitch 2 in structure of weft double-layer knit which as already it was marked earlier, aspire to move apart the next wales which directly connected to them.

The prime problem of manufacturing weft double-layer knit of such refueling, first of all, consists in a considerable difference in a linear density of the threads forming face and backing layers of knit (a linear density of a thread of a face layer three times more backing). The increase of a linear density of the thread forming a face layer of knit, allows to reach necessary level of stability of a material to punching action. It in turn demands a choice of parameters of a mode of the knitting, providing normal course of process stitch formation. The interrelation determination between draw lever at formation of loops in the cylinder and a dial, and also in a dial at formation of tucking with the account of a kind and a linear density of raw materials and design data of the knitting equipment will allow to normalize process stitch formation and to receive the counterbalanced structure weft double-layer knit with tuck connection of layers by main threads [12].

The developed double-layer knit, the must pass verification of the necessary strength of knit against perforation (penetration - test). A special setting was used to check the canvas for the strength measure [6]. To imitate the conditions of the puncture of knit during a fight the special blade puncture conditions were developed at the facility for this study.

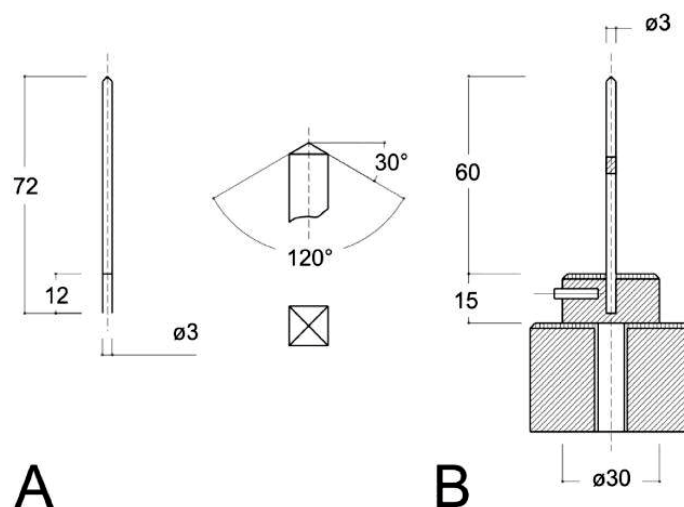


Fig 5. Dynamometer for test of cloth resistance to perforation

Figure 5 presents circuit device for research of knit on resistance against perforation. Method of work for the study: the sample material is placed in the clamp with a hole of 25 mm and fixed spring ring. Sample holder is mounted on the platform lever cargo handling system, which

with a given initial load of 2.3-2.5 kg presses the sample. Rod to puncture at a speed of 720-750 mm / min until the sample is moving until the sample will puncture. As soon as a puncture leaf, stem stops and on the scale of the installation will be fixed load and deflection of the sample before the break. In conducting the study, we also examined what deformation on the sample during the experiment. From the standpoint of the nature of the contact deformation of the material in the zone of interaction with the cutting surfaces is difficult to distinguish the predominant deformation.

To imitate the conditions of the puncture of knit during a fight the special blade puncture conditions were developed at the facility for this study. The synchronization of the activity at the facility with the computer provided us with the graphs of pressure – deformation, which allows studying the process of fabric puncture over time. It gave us the opportunity to study in detail the process puncture of knitted fabric for improving the strength of knit.

References

1. Fencing suits in tournament. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
2. Fencing sportsman. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRIf5O4BWIAx73sradi1zBo1AFmZ6zsLsPUeAzTRUu0VbwX-K7Rg>
3. Rules for competition. Material rules by FIE. Updated February 2016. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://static.fie.org/uploads/8/44439-book%20m.pdf>.
4. Research by DITF German institutes for textile and fiber research Denkendorf. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.ditf.de/en/index/technologies/webs-and-structures.html>
5. Pospelov E.P. Double-layer knit. – M.: Light and the food-processing industry, 1982: pp. 151-154.
6. Bendik N., Stankevich V.: Double-sided knitted fabric: declarative patent on the model, Kyiv, Ukraine, 2004.
7. Higginson S., Jacobs P., Smith P.: Chapter 2: Equipment and clothing. In The FIE rules for competitions, Edited by British Fencing Association Ltd, Place: London 2010, pp. 1-92. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://www.fie.ch/download/rules/en/book_m_16.1.pdf.
8. Yaroshchuk O.V. Development of methods for evaluating the protective properties of special materials that are exposed to the cutting surfaces: diploma – Leningrad, 1990. – pp.42-99.
9. Motovylovets N.V., Halavska L.Ie. Weft double-layer knit: patent on the model number 51029. Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine, 2010.
10. Motovylovets N.V., Halavska L.Ie. Especially manufacturing knitted fabric for fencing suits. International Scientific and Technical Conference "Modern technologies and equipment for textile industry Textile 2009": book of abstracts, Edited by Moscow State Textile University, Russian Federation: November, 2009, pp. 71.
11. Beskin N.V., Halavska L.Ie. Research of knit for fencing suits on resistance against perforation, Book of abstracts of 47th International Federation of knitting technologists congress, 25-26 september 2014 Izmir-Turkey, pp.42-43.
12. Motovylovets N.V., Halavska L.Ie. Normalization of process of knitting weft double-layer knit on two needle bed circular machine Book of abstracts of 45th International Federation of knitting technologists congress, 27-29 May 2010, Ljubljana, Slovenia, pp.193.

Список використаної літератури

1. Fencing suits in tournament. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**

2. Fencing sportsman. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRIf5O4BWiaX73sradi1zBo1AFmZ6zsLsPUeAzTRUu0VbwX-K7Rg>
3. Rules for competition. Material rules by FIE. Updated February 2016. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://static.fie.org/uploads/8/44439-book%20m.pdf>.
4. Research by DITF German institutes for textile and fiber research Denkendorf. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ditf.de/en/index/technologies/webs-and-structures.html>
5. Поспелов В.П. Двошаровий трикотаж. – М.: Легка і харчова промисловість, 1982. – с. 151-154.
6. Бендік Н., Станкевич В., Двосторонній трикотаж: деклараційний патент на корисну модель 20040705288, Київ, Україна, 2004
7. Higginson S., Jacobs P., Smith P.: Chapter 2: Equipment and clothing. In The FIE rules for competitions, Edited by British Fencing Association Ltd, Place: London 2010, pp. 1-92. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.fie.ch/download/rules/en/book_m_16.1.pdf.
8. Ярошук О.В. Разработка метода оценки защитных свойств специальных материалов, подвергающихся воздействию режущих поверхностей: Дисс... канд. техн. наук: / Л., 1990. – с. 42-45
9. Галавська Л.Є, Мотовиловець Н.В., Кулірний двошаровий трикотаж: патент на корисну модель № 51029. Київський національний університет технологій та дизайну, Україна, 2010
10. Motovylovets N.V., Halavska L.Ie. Especially manufacturing knitted fabric for fencing suits. International Scientific and Technical Conference "Modern technologies and equipment for textile industry Textile 2009": book of abstracts, Edited by Moscow State Textile University, Russian Federation: November, 2009, pp. 71.
11. Beskin N.V., Halavska L.Ie. Research of knit for fencing suits on resistance against perforation, Book of abstracts of 47th International Federation of knitting technologists congress, 25-26 september 2014 Izmir-Turkey, pp.42-43.
12. Motovylovets N.V., Halavska L.Ie Normalization of process of knitting weft double-layer knit on two needle bed circular machine Book of abstracts of 45th International Federation of knitting technologists congress, 27-29 May 2010, Ljubljana, Slovenia, pp.193.

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИКОТАЖУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФЕХТУВАЛЬНИХ КОСТЮМІВ

БЕСКІН Н.В., ГАЛАВСЬКА Л.Є.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Виготовлення високоякісного трикотажного полотна для фехтувальних костюмів з високими показниками міцності до сили проколу (перфорації) клинком одного з видів спортивної зброї

Методика. Використано методи експериментального дослідження за існуючими стандартизованими методиками зразків двошарового кулірного трикотажу, виробленого на двофонтурній круглов'язальній машині 20-го класу з інтерлочним розташуванням голок. Для випробування полотна на стійкість до проколу використано динамометр.

Результати. Розроблено нову структуру та технологію в'язання двошарового кулірного трикотажу спеціального призначення з пресовим з'єднанням шарів основними нитками; на спеціальній установці перевірено стійкість трикотажу до перфорування.

Наукова новизна. Визначено шляхи поліпшення процесу в'язання шарів кулірного

двошарового трикотажу для виготовлення фехтувальних костюмів; визначено й проаналізовано вимоги до полотен щодо їх стійкості до сили проколу (перфорації) клинком одним з видів спортивної зброї.

Практична значимість. Встановлено режими в'язання, які забезпечать нормальний перебіг процесу петлетворення й отримання врівноваженої структури кулірного двошарового трикотажу із заданими властивостями; розроблене трикотажне полотно перевірено на відповідність показникам міцності до сили проколу (перфорації).

Ключові слова: двошаровий трикотаж, трикотаж для фехтувальних костюмів, спортивний трикотаж, стійкість до проколу.

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИКОТАЖА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЕХТОВАЛЬНЫХ КОСТЮМОВ

БЕСКИН Н.В., ГАЛАВСКАЯ Л.Е.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Изготовление высококачественного трикотажного полотна для фехтовальных костюмов с высокими показателями прочности к силе прокола (перфорации) клинком одного из видов спортивного оружия.

Методика. Использованы методы экспериментального исследования по существующим стандартизированным методикам образцов двухслойного кулирного трикотаж, изготовленного на двофонтурной кругловязальной машине 20-го класса с интерлочным расположением игл. Для испытания полотна на стойкость к проколу использован динамометр.

Результаты. Разработана новая структура и технология вязания двухслойного кулирного трикотаж специального назначения с прессовым соединением слоев основными нитями; на специальной установке проверено устойчиво трикотаж к перфорации.

Научная новизна. Определены пути улучшения процесса вязания слоев кулирного двухслойного трикотаж для изготовления фехтовальных костюмов; определены и проанализированы требования к полотнам по их устойчивости к силе прокола (перфорации) клинком одним из видов спортивного оружия.

Практическая значимость. Установлены режимы вязания, которые обеспечат нормальное течение процесса петлеобразования и получения уравновешенной структуры кулирного двухслойного трикотаж с заданными свойствами; разработанное трикотажное полотно проверено на соответствие показателям прочности к силе прокола (перфорации).

Ключевые слова: двухслойный трикотаж, трикотаж для фехтовальных костюмов, спортивный трикотаж, устойчивость к проколу.

BEZSMERTNA V.I., IELINA T.V., HALAVSKA L.Ie.
Kyiv National University of Technology and Design

ANALYSIS OF CFD SIMULATION OPPORTUNITIES FOR DETERMINATION OF KNITWEAR QUALITATIVE CHARACTERISTICS

Purpose. To develop method for determining knitted fabric's characteristics for special purposes by using modern computer programs.

Methodology. In the work methods for analysis and synthesis of scientific, technical and patent literature in the modeling field of physical and mechanical processes in various industries were used. Tools that are embedded in the Autodesk AutoCAD software were used to predict properties of the materials CFD software and 3D modeling.

Results. The number of software analysis packages and their capabilities. Best software was selected for determining knitted fabrics quality characteristics.

Scientific novelty. To identify ways of improving the method for determining physical and mechanical characteristics of jersey special canvas. Also: CFD modeling capabilities were described for determining knitted fabric's quality; were defined and justified demands of 3-D models for the prediction of high-quality physical and knitted fabrics mechanical properties using computer tools.

Practical value. The method was offered to determine the knitted fabrics properties using specialized software. This technique allows the help of 3D modeling to recreate experiments in close to real conditions in the laboratory equipment.

Keywords: CFD, modeling, knitwear, physical and mechanical properties.

Introduction. Nowadays, with the development of computer technology and continuous improvement of engineering research algorithms, modern engineers have more possibilities for virtual tests of complex hydro - gas-dynamic testing products. This dramatically reduces the need for costly testing physical prototypes. In some cases the need for real tests is eliminated completely. This is especially true in specific areas which makes it difficult to conduct, for example, in outer space or in the area of a disaster.

In such cases it is advisable to use modern methods of computational aero-hydrodynamics-CFD (Computational Fluid Dynamics).

Objectives. The aim of this work is to analyze the possibilities of CFD simulation in terms of suitability for predicting jersey characteristics for special purposes.

CFD technology - a combination of physical, mathematical and numerical methods designed to calculate the liquids and gases flow properties. This modeling method has the greatest opportunity to analyze the data obtained due to the coloring of the calculation results. The progress of computer technology in aero and hydrodynamics allows virtual full replacement of natural physical experiments conducted in a wind tunnel with computing experiment, and the resulting information contributes to understanding of physical processes.

The first development of CFD-modeling technology started at the early 80th. Thanks to the program's versatility they were widely used in various scientific fields and industrial production. CFD-models can solve a variety of tasks – calculate the flow of aircraft wing to combustion of the material in furnaces, produce glass or to simulate movement of blood through the vessels and so on. CFD- modeling is used by many well-known companies in the aviation - and affecting the car

production industry for modeling aerodynamic forces. Design flow processes programs are high-tech products, their creation required more than a thousand man- years of skilled programmers work and physicists from around the world. CFD programming used in various fields, namely: instrumentation, electronics and lighting; valves, nozzles, throttles; pumps, compressors, turbines, fans; heat exchangers, coolers, air conditioners; construction, architecture, AEC, HVAC, BIM.

The question of the need for virtual experiments to study the nature of the deformation of knitted fabrics for special purposes under power loads, thermal and gas-exchange processes in knitted fabrics and products arose long ago. This method of determining the jersey quality characteristics allows to set knitting parameters while in the design phase, ensuring the production of knitwear with desired properties. Simulation provides adequate jersey dimensional geometric models. In addition, one of the key elements in implementing virtual experiments is to determine the best software that will predict physical and mechanical characteristics of the fabric.

Research results. Currently there is a lot of works on the topic of creating 3D jersey models with appropriate structure. Scientists use different ways to obtain three-dimensional structures that meet the specifications of the real fabric. So in their works [1, 2] the authors used X-ray micro-computer tomography. This method gives very accurate information about the fibrous structure geometry, but it can be only applied to already produced fabric.

Other researchers created structure's topology and improved it by mechanical methods. This is one of the core methods that allow reproduction of the knitwear geometry in a short period of time. The first scientists who created these structures were Pierce and Kemp [6, 7].

In works [3-5] the model of complete production process is represented. For example, in his work R. Ackerman [4] reproduces the entire process, from weaving machine to creating the finished canvas. This method requires many calculations, which in turn takes time.

In works [8,9,10] we have developed a theoretical basis for creating 3D models of the jersey color weaves and tested the possibility of using these models for computer analysis of the jersey properties and behavior.

Erdan Kesov in his article [11] examines the most common geometric modeling methods of textile structures. For comparison, he chose geometry using only the key points and the geometry using key points with well-defined curves between these points. The author describes the software packages for simulating knitted fabrics and analyzes their capabilities at the moment.

E. Kesov conditionally divided the creation process of multiple textile structure on different levels. Zero level is fiber, the first - thread, the second - twisted yarn, third is knitwear, and fourth is rope or clothing. The scientist's work described the designs to 3-level simulation.

In article [12] an overview of the existing geometric and physical models of loops knitted fabric is presented. Author's work describes a method of imaging the mentioned loop for future analysis. In this way the change of contour shape is possible using polynomial functions and determining curvature center loop. The final result of this work is the dependence of circuit loop parameters during deformation in the direction of columns. Knitwear was checked in operation. It was made of special material NiTi, characterized as superelastic. The elastic properties of NiTi are displayed on the properties of the loop, which proves the correctness of the jersey imaging.

To determine the deformation properties of knitwear the adequate knitted fabric structure is not enough. For such modeling there is the need for a more flexible knitted fabric model.

Simulation process consists of two key phases. It is creation of 3D models in computer environment (modelling) and conduction of virtual experiments with it (simulation) [13]. Accordingly, the accuracy of analytical calculations in CAE systems depends on the adequacy of the models created in the first stage of consideration of all object modeling essential characteristics. In terms of built-in tools suitable for automation hydrodynamic calculations determining the knitted fabrics quality characteristics results can be achieved by such well-known software like ANSYS FLUENT and ANSYS CFX, Flow Vision, OpenFOAM, SigmaFlow, Autodesk Simulation CFD and others.

For model to be adequate many characteristics of the object must be considered. In previous studies we identified indicators of jersey breathability [14] using software Autodesk Simulation CFD. Virtual experiment was conducted using a 3D model of the structure of knitwear created in AutoCAD software environment [10]. This model takes into account such factors of jersey structure as loopy step; height looped series; horizontal density; vertical density; thick knitwear; the length of thread in the loop; penetrating porosity. Also material was tested on air flow and steel tube.

For a more detailed analysis of the knitted fabric properties for special purposes, which in the course of the product can withstand various kinds of power loads, and determine their quality, including tensile deformation and fracture looped structure, it is not enough. Besides the above-mentioned jersey characteristics and software environment conditions also must be specified: material properties; commodity composition of threads or fibers (wool, flax, etc.); filament threads; thread twist; material density; viscosity; thermal conductivity; specific heat; crease; radiated capacity; roughness.

These figures can change or leave the default for the selected material depending on the purpose of knitwear and physical and mechanical characteristics to be figured out. In addition, when the material characteristics need to be determined it is necessary to specify if it is fixed or variable, and then set the conditions of the script. Material properties can be evaluated in these conditions, and / or continuously maintained, or used the original ones.

CFD modeling fits the determining the knitted fabrics quality characteristics because the software allows to use simple geometric objects (loop structure), as well as complex parts or even assemblies (structure jersey). For a more precise calculation there is the ability to adjust the size and density of the mesh in critical areas such as the intersection of two loops.

Tool to determine the qualitative properties of knitted fabrics is offered in such software products as: Autodesk Simulation CFD, ANSYS FLUENT and ANSYS CFX, Flow Vision, OpenFOAM, SigmaFlow and others.

Autodesk Simulation CFD is software that has a complete set of tools for the simulation of heat and fluid flow processes. This helps to predict the behavior of products during use, optimize design and thoroughly check projects before transmission into production. For convenient use Autodesk Simulation CFD is equipped with the following tools: modeling-oriented interface, automated grid for Finite Element Analysis of size selection and specification, modeling kernel Accelerant, and special environment for project learning. The software is used in the design of industrial equipment, medical devices, consumer goods, oil and gas industry and the automotive industry. Autodesk Simulation CFD provides the following features:

- automation of project studying - a set of tools that will optimize process design and improve analysis efficiency;

- important decision-making center- a convenient powerful environment for comparing design options;
- project-checking center - a visual environment for learning project that simplifies and accelerates the process of decision-making;
- model-oriented interface - provides multiple ways to interact with the model at any time;
- customizable database of materials - flexible materials management.

ANSYS - the universal program system of finite-element (FEM) analysis of existing and evolving over the past 30 years, it is quite popular among professionals in the field of automated engineering calculations (CAD or CAE, Computer-Aided Engineering) for solving linear and non-linear equations stationary and non-stationary spatial problems and mechanics of deformed solid forms and structures, problems in mechanics of gas and liquid, heat exchange and heat transfer, acoustics, electrodynamics, mechanics and related fields.

ANSYS CFD technology provides access to a well-known software products: ANSYS FLUENT and ANSYS CFX. These are the main products for general purpose tasks hydro and gas dynamics offered by ANSYS Inc. Programs are available separately. These two program solvers were developed independently and despite some similarities have several significant differences. They lie in the method of integrating the equations of fluid flow and strategies for solving equations. ANSYS CFX platform is fully integrated into ANSYS Workbench.

ANSYS CFX software uses finite element mesh (numerical values in the grid), similar to those used in the analysis of strength for the sampling area. Unlike ANSYS CFX, ANSYS FLUENT product uses a mesh of finite volumes (numeric value in the centers of holes). In the end, both approaches form the equation for finite volumes, which ensure conservation values of the flow, which is a prerequisite for exact solutions of the problems with hydro gas dynamics. In ANSYS CFX special emphasis is set on solving the basic motion equations (coupled algebraic mesh) and ANSYS FLUENT offers several approaches to solving (method based on the density split, method based on pressure associated, method based on pressure). Both programs contain valuable physical simulation capabilities for accurate results.

ANSYS solvers for liquids and gases contain over a thousand man-years of research and development. These efforts are expressed in ANSYS software advantages over other similar programs, especially in experience, reliability, breadth and depth.

FLOWVISION. Program computational complex for aero - and hydrodynamics. FlowVision is designed for mathematical modeling of various physical processes and of industrial infrastructure and nature, as well as the operation of vehicles. FlowVision based on the numerical solution of three-dimensional stationary and non-stationary dynamics equations of gas and liquids, which include the laws of conservation of momentum, mass (Navier-Stokes equation), state equation. To calculate the complex movements of liquid and gas, accompanied by additional physical phenomena, such as turbulence, combustion, porous medium, heat, mass transfer and so on, in the mathematical model were included additional equations describing these phenomena. FlowVision uses conventional volumetric approach to approximate equations of mathematical model. Navier-Stokes equations are solved by splitting on physical processes (projection method MAC). FlowVision based on such technologies of computational fluid dynamics and computer graphics:

- rectangular grid design with a local settlement centers fragmentation;
- approximation of curved boundaries of the settlement area by subgrid division geometry;

- import CAD systems geometry and finite-element through the surface of the grid;
- program core written in C++;
- a client-based server architecture;
- user interface – for operational systems MS Windows and Linux;
- simulation results analysis system using high-quality graphics based on OpenGL.

OpenFOAM - open integrated platform for numerical modeling of continuum mechanics problems. OpenFOAM – free program for computational fluid dynamics tools for operations with fields (scalar, vector and tensor). It is a one of "complete" and known applications designed for FVM-computing. Initially the program was designed for strength calculations, but the result of years of academic and industrial development up till now allows us to solve many different problems of continuum mechanics (though it isn't limited to it), including:

- calculations of strength;
- heat conduction problems in solids;
- multiphase tasks including chemical reactions describing the component stream;
- tasks associated with the estimated net deformation;
- conjugated problems;
- other tasks, which require mathematical formulation solving differential equations in partial derivatives in the complex geometry of the environment;
- parallelization of calculation to run on multiprocessor systems (including cluster systems).

At the core code is a set of libraries that provide tools for the solution of partial differential equations derived in time and space. The working language of the code is C++. In terms of the language most mathematical differential and tensor operators in the code equation (to broadcast an executable file) can be presented in an understandable form. The method and sampling solution for each operator can be selected by the user in the process of calculation. Thus, encoding is fully encapsulated and separated. This is the concept of computational grid method, sampling the basic equations and methods of solving algebraic equations.

SIGMAFLOW. The program SigmaFlow - a universal commercial software product for a wide class of problems: fluid dynamics, heat transfer and combustion. SigmaFlow is a further development of AeroChem program, developed since 1993. Specialized versions are used by a number of research and design organizations and in the education. The program development is provided in the implementation of projects under grants and contracts for research.

The program SigmaFlow can simulate following processes:

- steady and unsteady fluid and gas flow;
- non-Newtonian fluids flow;
- turbulent flows using RANS and hybrid RANS / LES models;
- conductive and radiative heat transfer;
- chemical reaction and mixing processes in multicomponent mixtures;
- combustion of gaseous, liquid and solid fuel;
- dispersed phase movement in the carrier flow (solid particles, droplets, bubbles);
- drying processes and pyrolysis, chemical reaction of the dispersed phase;
- free boundary problems;
- movement of solids in the gas stream;
- deformation of solids;

- flow with phase transitions (melting - crystallization);
- cavitation flow;
- volumetric flow of forces.

SigmaFlow program like all universal programs allows you to create geometry of calculated object prepare estimated, perform own calculations and analyze simulation results using graphical tools. Recent versions allow high-performance parallel computing on cluster systems running Windows operating systems or Linux. The numerical technique embedded in a program is based on the finite volume for unstructured grids, provides conservative algorithm and allows to model processes in geometrically complex objects. For approximation of differential equations uses sustainable schemes of high accuracy order. The interaction between velocity and pressure fields is realized using the procedure of splitting. Systems with difference equations are solved by an iterative method using multigrid methods.

Conclusions. Analysis capabilities allowed finding out that all of the listed above software packages above to perform 3D modeling are suitable for determining the quality characteristics of knitted fabrics. We suggest performing 3D modeling knitwear patterns in the program Autodesk Autocad. Autodesk Simulation CFD software are from the one kind. This allows avoiding additional conversion when opening files from Autocad 3D models of structures designed knitwear in Autodesk Simulation CFD.

Thus, with Autodesk Simulation resources CFD with available 3D model of jersey virtual experiments could be implemented to determine the quality characteristics of knitted fabrics. In the absence of technological equipment it gives the opportunity to set optimal structure parameters that ensure predictable properties of jersey. Today it is especially important for special purpose knitwear produced from high strength materials.

This method can significantly reduce the time and cost to manufacture prototypes for knitting equipment. It does not require additional laboratory equipment and comfortable in operating. Improved accuracy of calculations can be achieved by improving the geometry of the 3D jersey structure model of given physical and mechanical material characteristics, including its bending stiffness, density substances, twist, etc.

References

1. Harjkova G., Barburski M., Lomov S.V., Kononova O., Verpoest I.: Weft knitted loop geometry of glass and steel fiber fabrics measured with X-ray microcomputer tomography, Textile Research Journal 84(5), 500-512, 2014, doi: 10.1177/0040517513503730
2. Naouar A., Vidal-Salle E., Boisse P.: Meso-FE forming of a non-crimp 3D orthogonal weave E-glass composite reinforcement based on X-ray computed tomography, In: Boussu F., Chen X. (Eds.) Proceedings of the 7th World Conference 3D Fabrics & Their applications, Roubaix, September 8-9. 2016, pp. 285-293
3. Finckh H.: Textile micromodels as a result of idealized simulation of production processes, In: Finite Element Modeling of Textiles and Textile Composites, 22nd BEM-FEM Conference, Saint-Petersburg, Russia, September 26-28, 2007
4. Akkerman R.a.R.B.H.V.: Braiding simulation for rtm preforms, TexComp 8, 2006
5. Kyosev Y.K.: Machine configurator for braided composite profiles with arbitrary cross section. In: 16th European conference on composite materials ECCM 16, June 22-26.2014, Seville-Spain
6. Peirce F.T.: 5-The geometry of cloth structure, Journal of the Textile Institute Transactions 28(3), T45-T96 (1937), doi: 10.1080/19447023708658809

7. Kemp A.: An Extension of Peirce's Cloth Geometry to the Treatment of Non-circular Threads, Journal of the Textile Institute Transactions 49(1), T44-T48, 1958, doi: 10.1080/19447025808660119
8. A.s. 46846 Ukraina. Tvir «Tryvymirna heometrychna model trykotazhu». / Yelina T.V., Halavska L.Ie. – zaiavka № 47074 vid 19.10.2012, opubl. 19.12.2012.
9. Ausheva N.M. Pobudova tryvymirnoi modeli petli kulirnoho trykotazhu z bahatokomponentnoi kruchenoï nytky./ N. Ausheva, A. Demchyshyn, T.Yelina// tezy dopovidei VI-oi Ukrainsko-Polskoi konferentsii "Elektronika ta informatsiini tekhnolohii" (EIIT-2014). 28-31 serpnia 2014r. Lviv-Chyndiievo, Ukraina, s. 101-102
10. A.s. 46469 Ukraina. Komp'uterna prohrama «Struktura – 3D». / Yelina T.V., Halavska L.Ie. – zaiavka №46726 vid 25.09.2012, opubl. 23.11.2012.
11. Yordan Kyosev: Geometrical and mechanical modelling of textile structures at fiber and yarn level - software and data structures. 21st International Conference STRUTEX 2016, December 2016 Liberec, Czech Republic.
12. Monika Vysanska: Image analysis and description of single jersey loop geometry. 21st international conference strutex 2016, december 2016 liberec, czech republic.
13. Komp'uterne modeliuvannia. // Vikipediia.–[Elektronnyi resurs].– Rezhym dostupu: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5
14. Bezsmertna V. I. Modeliuvannia protsesu prokhodzhennia povitria kriz trykotazh [Elektronnyi resurs]/ V. I. Bezsmertna, T. V. Yelina, L. Ie. Halavska // Tekhnolohii ta dyzain. - 2014. - № 4 (13). - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2014_4_2.
15. Ofitsiinyi sait kompanii «AUTODESK». [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.autodesk.com/products/cfd/overview>
16. Ofitsiinyi sait kompanii «ANSYS». [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.ansys.com>.
17. Ofitsiinyi sait kompanii «FLOWVISION». [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.flowvision.ru>.
18. Ofitsiinyi sait kompanii «OPENFOAM». [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.openfoam.com/>
19. Ofitsiinyi sait kompanii «SIGMAFLOW». [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.sigmaflow.com/>

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ CFD МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИКОТАЖУ

БЕЗСМЕРТНА В.І., ЄЛІНА Т.В., ГАЛАВСЬКА Л.Є.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Розробка методу визначення якісних характеристик трикотажних полотен спеціального призначення з використанням сучасних комп'ютерних програм.

Методика. Використано методи аналізу та синтезу науково-технічної та патентної літератури у сфері моделювання фізико-механічних процесів в об'єктах різних галузей та прогнозуванні їх властивостей за допомогою CFD програм, а також інструменти 3D моделювання, вбудовані у програмні продукти Autodesk AutoCAD.

Результати. Проаналізовано ряд програмних пакетів та їх можливості. Обрано програмне забезпечення для визначення якісних характеристик трикотажних полотен.

Наукова новизна. Полягає у виявленні шляхів удосконалення методу визначення фізико-механічних характеристик трикотажу спеціального призначення. При цьому: охарактеризовано можливості CFD моделювання для визначення показників якості трикотажних полотен; визначені та обґрунтовані вимоги до 3-D моделей для якісного прогнозування фізико-механічних властивостей трикотажу з використанням

комп'ютерних засобів.

Практична значимість. Запропоновано метод визначення властивостей трикотажних полотен з використанням спеціалізованих комп'ютерних програм. Дана методика дозволяє за допомогою засобів 3D моделювання відтворити експерименти в умовах, близьких до реальних умов на лабораторному обладнанні.

Ключові слова: CFD, моделювання, трикотаж, фізико-механічні властивості.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ CFD МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИКОТАЖА

БЕССМЕРТНАЯ В.И., ЕЛИНА Т.В., ГАЛАВСКАЯ Л.Е.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка метода определения качественных характеристик трикотажных полотен специального назначения с использованием современных компьютерных программ.

Методика. Использованы методы анализа и синтеза научно-технической и патентной литературы в области моделирования физико-механических процессов в объектах различных отраслей и прогнозирования их свойств с помощью CFD программ, а также инструменты 3D моделирования, встроенные в программные продукты Autodesk AutoCAD.

Результаты. Проанализирован ряд программных пакетов и их возможности. Выбрано программное обеспечение для определения качественных характеристик трикотажных полотен.

Научная новизна. Состоит в выявлении путей совершенствования метода определения физико-механических характеристик трикотажа специального назначения. При этом: охарактеризованы возможности CFD моделирования для определения показателей качества трикотажных полотен; определены и обоснованы требования к 3-D моделям для качественного прогнозирования физико-механических свойств трикотажа с использованием компьютерных средств.

Практическая значимость. Предложен метод определения свойств трикотажных полотен с использованием специализированных компьютерных программ. Данная методика позволяет с помощью средств 3D моделирования воспроизвести эксперименты в условиях, близких к реальным условиям на лабораторном оборудовании.

Ключевые слова: CFD, моделирование, трикотаж, физико-механические свойства.

УДК 687.016

БУЛГАРУ В., КОЧОРВА О.

Технический университет Молдовы

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА ДЛЯ АНАЛИЗА СТАБИЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ОДЕЖДЫ

Цель. Выявление статистической стабильности процесса производства одежды на швейной фабрике с помощью карт Шухарта для оценки дальнейшего внедрения мероприятий по улучшению.

Методика. В работе использованы методы аналитического и статистического анализа данных о качестве выпускаемой продукции швейной фабрики с использованием статистических р-карт Шухарта.

Результаты. На основе проведенного анализа установлена статистическая нестабильность процессов производства одежды во всех трех исследуемых цехах швейной фабрики и показано что процент несоответствующих изделий, возвращенных для переделки, очень высок и это обусловлено как системными, так и особыми проблемами.

Научная новизна. Исследована возможность использования контрольных карт Шухарта для анализа процесса производства одежды и определены зависимости между процентом несоответствующих изделий и качеством процессов швейного производства с помощью р-карт.

Практическое значение. Разработаны рекомендации по использованию карт Шухарта для анализа процесса производства швейных изделий, что дает возможность руководству выявить общие (системные) и особые причины некачества и правильно рекомендовать и внедрить мероприятия по улучшению.

Ключевые слова: качество, одежда, статистический контроль, стабильность процесса, карта Шухарта, улучшение.

Вступление. Когда говорим о качестве очень важно понять, что такое качество. Проблемам обеспечения качества в целом и в частности при производстве одежды посвящены работы разных авторов [1, 2, 5-7].

В первой главе своей книги «Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами» [1] Э. Деминг пишет: «Качество для производственного рабочего – это прежде всего возможность получать удовлетворение от работы, гордиться своим мастерством. Повышая качество, мы превращаем бесцельно расходуемые человеко-часы и не полностью использованное машинное время в отличную продукцию и превосходные услуги. В результате возникает цепная реакция – снижаются затраты, повышается конкурентоспособность, люди на производстве чувствуют себя более счастливыми, рабочие места преумножаются.».

Таким образом, целью деятельности руководителей должно быть создание условий для инициирования данной цепной реакции. Описывая пробуждение Японии в 50-ых годах XX-го столетия Деминг указывает на то, что менеджмент осознал свою роль в улучшении каждого процесса, а инженеры овладели простыми, но мощными статистическими методами, позволяющими установить наличие особых (специальных) причин вариации, и поняли, насколько важно непрерывно совершенствовать процессы.

Исходя из собственного опыта, Деминг делает вывод что большинство – 94 % проблем и возможностей улучшений принадлежат системе и являются ответственностью

менеджмента и лишь 6% проблем – особые. Поэтому использование статистических методов, в том числе контрольных карт Шухарта, для анализа и улучшения процессов важно с точки зрения стратегического подхода предупреждения появления дефектов и снижение затрат на переделки.

Впервые контрольные карты были предложены в 1924 году У. Шухартом (США) с намерением отделить вариации параметров технологического процесса, которые обусловлены определенными причинами, от тех, которые вызваны случайными причинами. Контрольная карта состоит из центральной линии, пары контрольных пределов, по одному над и под центральной линией, и значений параметров (показателей качества), нанесенных на карту для представления состояния процесса. Если все значения параметров оказываются внутри контрольных пределов, не проявляя каких-то особенностей в расположении, то процесс считается контролируемым [2]. Карты Шухарта используются как статистический инструментальный в разных областях промышленности и образования [8-10].

Результаты исследования. Исследование проводилось на швейной фабрике в г. Оргееве республика Молдова, которая работает на давальческом сырье с иностранными партнерами и специализируется на производстве изделий из трикотажа: маек и поло.

В течение одного месяца (январь 2016 года, 18 рабочих дней) велись записи во время контроля качества в швейных цехах и отмечено количество изделий и дефекты, которые возвращались для исправления. Контроль качества осуществлялся для всех изделий и поскольку в каждом цехе количество вырабатываемых изделий было разным, рассчитали процент несоответствующих изделий и анализировали состояние процессов с помощью р-карты Шухарта. В табл. 1 приведены данные, на основе которых строились контрольные карты. Верхний и нижний контрольные пределы, а так же центральная линия определены в соответствии с ГОСТ Р 50779.42-99 (ИСО 8258-91) [3].

Таблица 1

Расчетные данные для построения контрольных карт Шухарта

№ цеха	Среднее количество проверенных изделий в день	Общее количество несоответствующих изделий выявленных в течении 18 дней	Средне арифметический процент несоответствующих изделий (ЦЛ)	Верхний контрольный предел (ВКП)	Нижний контрольный предел (НКП)
1	1199	2180	10,09	12,70	7,48
2	938	2220	13,14	16,44	9,83
3	1487	2236	8,35	10,05	6,19

Анализ построенных контрольных карт (рис.1-3) позволяет сделать вывод о том, что процесс производства одежды во всех трех цехах в рассматриваемом периоде времени находится в статистически неуправляемом состоянии. Об этом свидетельствует выход в определенные дни процента дефектных изделий за статистически установленные контрольные границы.

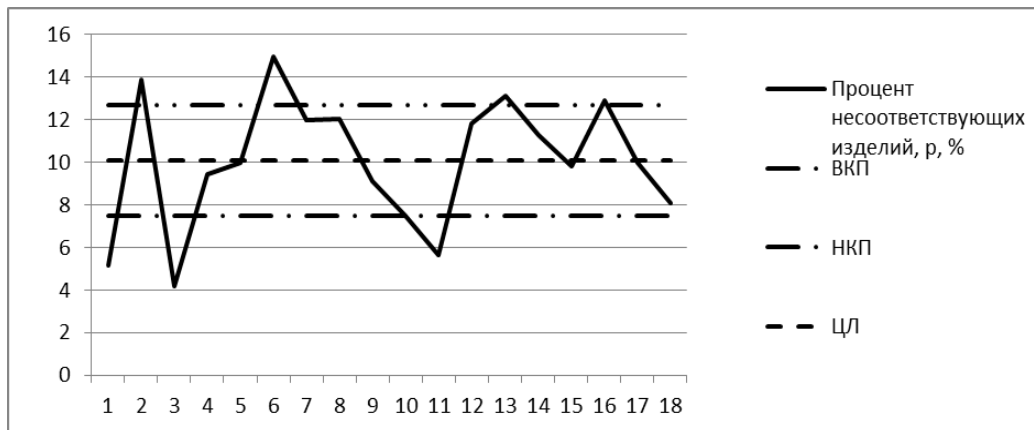


Рис. 1. Контрольная карта Шухарта для процента несоответствующих изделий выработанных в швейном цехе №1

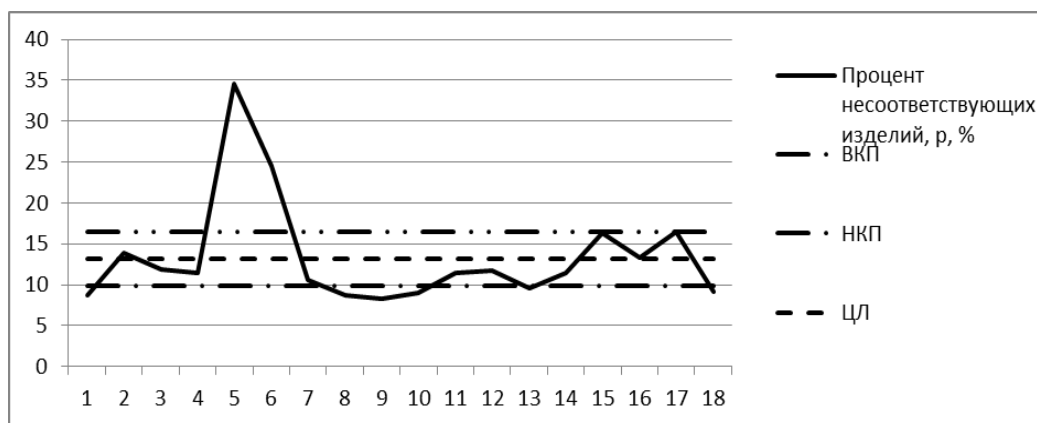


Рис. 2. Контрольная карта Шухарта для процента несоответствующих изделий выработанных в швейном цехе №2

Контрольная карта для процента несоответствующих изделий, выработанных в швейном цехе №2, подает статистические сигналы о возникновении особой причины на 5-й день, которая может быть связана с каким-то конкретным сотрудником или группой сотрудников, оборудованием либо партией материала и которая привела к необходимости переделки трети от общего объема производства. Даже после устранения данной особой причины уровень дефектности остается высоким, что свидетельствует о необходимости анализа со стороны менеджмента с использованием классических простых инструментов менеджмента качества таких как диаграмма Парето, диаграмма Ишикавы, стратификация, которые позволяют выявить причины такого состояния процесса и устранить или минимизировать их влияние.

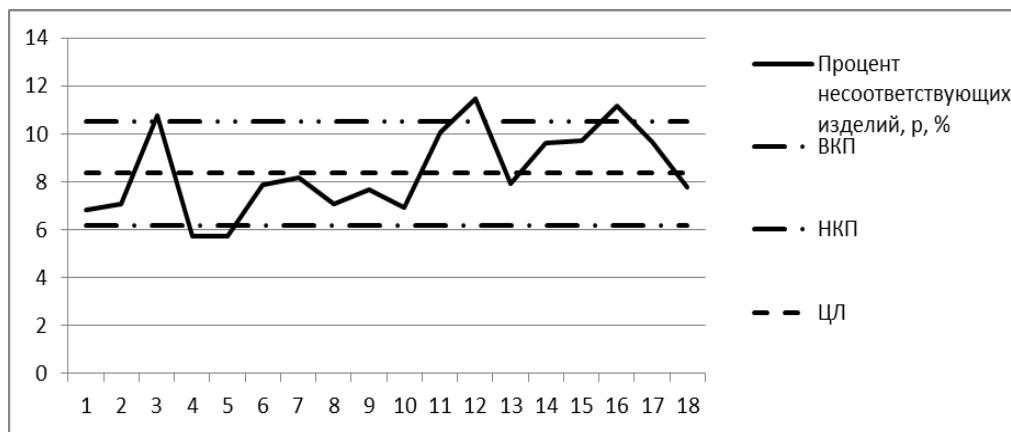


Рис. 3. Контрольная карта Шухарта для процента несоответствующих изделий выработанных в швейном цехе №3

Статистическая управляемость не исключает наличия дефектных изделий. Статистическая управляемость – это состояние, в котором вариации случайны и стабильны в том смысле, что их пределы предсказуемы. Процесс может находиться в статистически управляемом состоянии, выдавая при этом дефектные изделия. На деле он может производить очень высокую долю дефектных изделий.

Уменьшение разброса обычно представляет более трудную задачу, чем изменение точки настройки [4]. Проблемы различны, и для них не существует общих правил. Это задача, над которой должны работать специалисты в данной области.

Выводы: Как показали результаты анализа процесс производства на данном предприятии нестабилен и менеджменту нужно разработать мероприятия по его стабилизации. Однако сама по себе статистическая управляемость процесса не есть конечная цель. Как только процесс становится стабильным, становится возможна серьезная работа по совершенствованию качества и экономичности производства.

Список использованной литературы

1. Деминг Эдвардс Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Эдвардс Деминг: Пер. с англ. – 6-е изд: Альпина Паблишер – Москва, 2014. http://bookz.ru/authors/edwards-deming/vihod-iz_461.html
2. Ефимов В.В. Управление качеством / В.В. Ефимов. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 141 с.
3. ГОСТ Р 50779.42-99 (ИСО 8258-91) Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 36 с.
4. Уилер Д. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. / Д. Уилер, Д. Чамберс – Пер.с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 409 с.
5. Савчук Н. Г. Квалітологія швейного виробництва / Н. Г. Савчук, С. М. Березненко, М. П. Березненко. – К.: Арістей, 2006. – 463 с.
6. Скрыльникова О.А. Разработка технологии комплексной оценки качества на этапе проектирования и производства одежды: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: 05.19.04 / Скрыльникова О.А. – М., 2008. – 22 с.
7. Федюкин В.К. Управление качеством производственных процессов: учебное пособие / В.К. Федюкин. – М.: КНОРУС, 2016. – 230 с.

8. Максимова О. В. Новое в интерпретации контрольных карт Шухарта / Максимова О. В., Шпер В. Л., Адлер Ю. П. // Методы менеджмента качества. – 2013. – № 1. – С. 46-50.
9. Овчинникова И. Г. К вопросу об использовании статистического инструментария для оценки качества образования / Овчинникова И. Г., Курзаева Л. В. // Вестник ассоциации ВУЗов туризма и сервиса – 2016. – № 4. – Т. 10. – С. 34-38.
10. Емельянов А.А. Пути адаптации контрольных карт Шухарта в контроллинге / А.А. Емельянов // Российское предпринимательство – 2011. – № 11-2 – С. 86-90.

References

1. Deming Edwards Vyihod iz krizisa: Novaya paradigma upravleniya lyudmi, sistemami i protsessami / Edwards Deming: Per. s angl. – 6-e izd: Alpina Publisher – Moskva, 2014. http://bookz.ru/authors/edwards-deming/vihod-iz_461.html
2. Efimov V.V. Upravlenie kachestvom / V.V. Efimov. – Ulyanovsk: UIGTU, 2000. – 141 s.
3. GOST R 50779.42-99 (ISO 8258-91) Statisticheskie metodyi. Kontrolnyie kartyi Shuharta. – M.: Izd-vo standartov, 2004. – 36 p.
4. Uiler D. Statisticheskoe upravlenie protsessami. Optimizatsiya biznesa s ispolzovaniem kontrolnyih kart Shuharta. / D. Uiler, D. Chambers – Per.s angl. – M.: Alpina Biznes Buks, 2009. – 409 p.
5. Savchuk N. G. Kvalitologiya shveytnogo virobnitstva / N. G. Savchuk, S. M. Bereznenko, M. P. Bereznenko. – K.: Aristey, 2006. – 463 p.
6. Skrylnikova O.A. Razrabotka tehnologii kompleksnoy otsenki kachestva na etape proektirovaniya i proizvodstva odezhdyi: avtoref. dis. na soiskanie uchen. stepeni kand. tehn. nauk: 05.19.04 / Skrylnikova O.A. – M., 2008. – 22 p.
7. Fedyukin V.K. Upravlenie kachestvom proizvodstvennyih protsessov: uchebnoe posobie / V.K. Fedyukin. – M.: KNORUS, 2016. – 230 p.
8. Maksimova O. V. Novoe v interpretatsii kontrolnyih kart Shuharta / Maksimova O. V., Shper V. L., Adler Yu. P. // Metodyi menedzhmenta kachestva. – 2013. – # 1. – P. 46-50.
9. Ovchinnikova I. G. K voprosu ob ispolzovanii statisticheskogo instrumentariya dlya otsenki kachestva obrazovaniya / Ovchinnikova I. G., Kurzaeva L. V. // Vestnik assotsiatsii VUZov turizma i servisa – 2016. – # 4. – T. 10. – p. 34-38.
10. Emelyanov A.A. Puti adaptatsii kontrolnyih kart Shuharta v kontrollinge / A.A. Emelyanov // Rossiyskoe predprinimatelstvo – 2011. – # 11-2 – p. 86-90.

ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНИХ КАРТ ШУХАРТА ДЛЯ АНАЛІЗУ СТАБІЛЬНОСТІ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ОДЯГУ

БУЛГАРУ В., КОЧОРВА О.

Технічний університет Молдови

Мета. Виявлення статистичної стабільності процесу виробництва одягу на швейній фабриці за допомогою карт Шухарта для оцінки подальшого впровадження заходів щодо поліпшення.

Методика. У роботі використані методи аналітичного і статистичного аналізу даних про якість продукції, що випускається швейною фабрикою з використанням статистичних р-карт Шухарта.

Результати. На основі проведеного аналізу встановлено статистичну нестабільність процесів виробництва одягу в усіх трьох досліджуваних цехах швейної фабрики і показано, що відсоток невідповідних виробів, повернутих для переробки, дуже високий і це обумовлено як системними, так і особливими проблемами.

Наукова новизна. Досліджено можливість використання контрольних карт Шухарта для аналізу процесу виробництва одягу та визначено залежності між відсотком невідповідних виробів і якістю процесів швейного виробництва за допомогою р-карт.

Практичне значення. Розроблено рекомендації щодо використання карт Шухарта для аналізу процесу виробництва швейних виробів, що дає можливість керівництву виявити загальні (системні) і особливі причини неконформності і правильно рекомендувати і впровадити заходи щодо поліпшення.

Ключові слова: якість, одяг, статистичний контроль, стабільність процесу, карта Шухарта, поліпшення.

THE USE OF SHEWHART CONTROL CHARTS IN ANALYZING STABILITY OF THE PROCESS OF CLOTHING PRODUCTION

BULGARU V., KOCHORVA O.
Technical University of Moldova

Goal. Identifying the statistical stability of the garment factory using the Shewhart charts in order to evaluate further implementation of the improvement measures.

Methodology. In the working process there are used methods of analytical and statistical analyses of data on the quality of the products of the garment factory using statistical Shewhart p-charts.

Results. On the basis of the analysis, the statistical instability of the clothing production processes in all three shops of the garment factory was established and it was shown that the percentage of the improper items that were returned for conversion is very high, and this is due to both systemic and specific problems.

Scientific novelty. The possibility of using Shewhart control charts for the analysis of the process of clothing production was investigated and the dependences between the percentage of non-conforming products and the quality of sewing production processes with the help of p-cards was determined.

Practical significance. Recommendations for the use of Shewhart control charts to analyze the process of production of garments, which enables management to identify common (systemic) and specific reasons for non-conformity and correctly recommend and implement improvement measures.

Keywords: Quality, clothing, statistical control, process stability, Shewhart charts, improvement.

DZYKOVYCH T.A.

Kyiv National University of Technologies and Design

RESEARCH OF EXTENSIBILITY OF RACKED STITCHES

Purpose. *The purpose is to conduct the research of influence of knitting's technological parameters on the relaxation characteristics of racked stitches based on rib, half cardigan and full cardigan.*

Methodology. *Theoretical, analytical and experimental research methods are used in this work. The researches have been conducted by the procedure in accordance with the State Standard of Ukraine 3823-98 "Knitted fabrics. Norms and method of quality inspection".*

Results. *Influence of the number of racking of the needle bed on physical mechanical properties of racked stitches has been revealed. Mathematical regression equations to calculate the full deformation of racked stitches have been obtained depending on knitting's technological parameters.*

Scientific novelty. *It has been established that the number of racking of the needle bed is an important technological parameter that significantly affects the extensibility properties of racked stitches. Mathematical relationships of full deformation have been obtained depending on the number of racking of the needle bed, linear density of the yarn and sinking depth.*

Practical value. *Character of the influence of knitting parameters on a full deformation on width and length of racked stitches based on rib, half cardigan and full cardigan has been established. Technologic parameters of racked stitches for manufacturing of high quality knitted fabrics according to the extensibility characteristics has been recommended.*

Keywords: *weft knit, racked stitches, physical mechanical properties, extensibility of knitted fabrics, the number of racking of the needle bed.*

Introduction. Modern technologies allow to change designs, patterns areas, interlooping and to manufacture a wide assortment of knitted goods on knitting equipment easily, without huge efforts and time spending.

The research and determination of the properties of knitted fabrics are important when designing competitive knitted goods. Racked stitches is interesting and promising in terms of the search for new artistic solutions for knitted fabrics and goods. It is important to know the properties of racked stitches based on rib, half cardigan and full cardigan for their further use [1, 2].

Objectives. Stretching properties of knitted goods is one of the main physical mechanical characteristics to assess the quality of knitted fabrics. Determination of the relaxation characteristics of textile fabrics in case of stretching is important to assess their shape stability and elastic properties.

Therefore, the influence of knitting's technological parameters on the relaxation characteristics of racked stitches based on rib, half cardigan and full cardigan is important for evaluation of the quality and prediction of the properties of knitted fabrics.

Results of research. Racked stitches is called double weft knit where its loops instead of being drawn through the preceding loops of their own wales are drawn through the loops of neighbouring wales and as a result, there is a crossing of loop carcasses. The kind of knit is produced by shifting the face loops of double weft knit in respect to the back loops over one and sometimes more loop spaces to one or the other side [3,4]. During the use, knitted goods receive significant load. To assess deformation properties of racked stitches, full deformation and its

components have been established. Correlation of the components of full deformation indicates mechanical properties of the fabrics.

The research results of an extensibility of knitted goods with base stitches and racked stitches under loads less than breaking ones depending on the number of racking of the needle bed are presented in Table.

Table 1

Extensibility of racked stitches

Number of racking of the needle bed	deformation on lengthwise				deformation on widthwise			
	Full deformation, ε , %	Elastic, ε_1 , %	Plastic, ε_2 , %	Residual, ε_3 , %	Full deformation, ε , %	Elastic, ε_1 , %	Plastic, ε_2 , %	Residual, ε_3 , %
Racked stitches based on rib								
0	84	62	7	15	250	178	24	48
1	97	67	7	23	111	58	10	43
2	84	62	6	16	107	83	8	16
3	80	58	6	16	63	52	4	7
4	85	57	11	17	56	45	5	6
5	92	68	8	16	56	44	3	9
6	95	70	9	16	53	43	3	7
7	90	63	8	19	49	38	6	5
Racked stitches based on half cardigan								
0	107	82	15	10	153	107	25	21
1	135	83	28	24	83	60	9	14
2	97	72	12	13	72	54	10	8
3	93	63	12	18	68	48	11	9
4	72	55	9	8	55	43	6	6
5	82	57	10	15	58	42	10	6
6	92	62	13	17	54	40	8	6
7	91	61	13	17	52	37	9	6
Racked stitches based on full cardigan								
0	97	71	11	15	130	90	18	22
1	165	85	31	49	57	41	3	13
2	161	10	19	32	64	41	8	15
3	158	106	14	38	52	40	5	7
4	122	88	10	24	51	37	5	9
5	98	72	6	20	50	32	10	8
6	88	61	13	14	53	39	4	10
7	127	82	15	30	45	33	3	9

Full deformation ε is composed of: elastic deformation ε_1 that disappears immediately after stress relief in the testing sample, plastic deformation ε_2 with a long period of relaxation that develops over time with low speeds, residual deformation ε_3 that does not disappear after stress relief in the sample [5,6].

Experimental researches of racked stitches extensibility under loads less than breaking ones have been conducted in laboratory conditions on the relaxometer of "stand" type according to a

standard procedure. Loads less than breaking ones have been applied to the fabrics - 6H according to the State Standard of Ukraine 3823-98 [7].

Analysis of the research results on full deformation of racked stitches based on rib, half cardigan and full cardigan depending on the number of racking of the needle bed compared to the base stitches has demonstrated that:

- full deformation of racked stitches based on rib widthwise is changed insignificantly, and lengthwise it is 2-5 times less than full deformation of base stitches;
- full deformation of racked stitches based on half cardigan widthwise and lengthwise based also significantly less than full deformation of base stitches;
- full deformation of racked stitches based on full cardigan widthwise is increased and full deformation of racked stitches based on full cardigan lengthwise is reduced significantly compared than full deformation of base stitches;

It is necessary to build the polynomial models for full deformation in the form of second order for more accurate mathematical description of the knitting process of racked stitches based on rib, half cardigan and full cardigan.

As a result of conducted researches the most important and influential input factors have been defined [8]. Therefore, we have confined to three technologic parameters - the number of racking of the needle bed, linear density of the yarn and sinking depth for conducting of multivariate experiment. Thus, as input factors we have taken:

- x_1 – the number of racking (number of racking of the needle bed have been defined by design features of the flat knitting machine, on which it is possible to make from 1 to 10 racking, as well as compliance of high quality process of loop formation when knitting basic interlooping, so the number of racking of the needle bed have been performed from 1 to 7);
- x_2 – linear density of the yarn (varying intervals are set so that the process of loop formation also take place under normal conditions, changing of the linear density has been made from 31 tex x 2 to 31 tex x 8);
- x_3 – sinking depth (it has been changed from 4.10 mm to 5.90 mm).

The experiment has been conducted according the second-order model for three factors in accordance with the central compositional rotatable design. The samples have been made of half-woolen yarn (40% - wool, 60% - nitron) on the flat bed knitting machine of 6 gauge class, the number of needles and the number of rows have remained unchanged. Draw-off of the fabrics and input yarn tension have been recorded on the same level and have remained unchanged.

The samples has been produced in accordance with the technical requirements. The adequate equations have been obtained with probability 0.95 with the help of the least squares procedure and statistical analysis [9,10]. Mathematical processing of the experimental results has been performed on ECM.

Taking into consideration the significance of the regression coefficients, the second-order mathematical models are presented to calculate the full deformation widthwise and lengthwise of racked stitches based on rib, half cardigan and full cardigan in coded values:

$$Y\{\varepsilon_r\}_w = 84,25 - 24,87x_2 + 4,27x_3 \quad (1)$$

$$Y\{\varepsilon_{hc}\}_w = 78,45 - 6,37x_1 - 21,5x_2 + 9,53x_1^2 \quad (2)$$

$$Y\{\varepsilon_{fc}\}_w = 117,22 - 16,26x_1 - 25,33x_2 + 8,85x_1^2 \quad (3)$$

$$Y\{\varepsilon_r\}_l = 56,87 - 22x_1 - 8,91x_2 + 5,02x_3 + 6x_1x_2 + 9,95x_1^2 + 6,23x_2^2 \quad (4)$$

$$Y\{\varepsilon_{hc}\}_l = 56 - 12,98x_1 - 16,76x_2 + 6,61x_3 + 6,63x_1x_2 + 5,06x_1^2 + 4,7x_2^2 \quad (5)$$

$$Y\{\varepsilon_{fc}\}_l = 49,78 - 5,8x_1 - 9,16x_2 + 4,82x_3 + 5,88x_1x_2 \quad (6)$$

Analysis of the results of obtained mathematical regression of full deformation of racked stitches (1-6) has demonstrated that:

1. Change of the number of racking of the needle bed does not affect the full deformation widthwise of racked stitches based on rib;
2. The full deformation of racked stitches based on half cardigan and full cardigan widthwise is decreased when the number of racking of the needle bed is increased from 1 to 7:
 - full deformation of racked stitches based on half cardigan widthwise is decreased at T min - by 14%, at T max – by 26% when while maintaining the sinking depth at the secondary level;
 - full deformation of racked stitches based on full cardigan widthwise is decreased at T min - by 26%, at T max – by 26% when while maintaining the sinking depth at the secondary level;
 - full deformation of racked stitches based on half cardigan widthwise is decreased by 18 % when while maintaining the linear density of the yarn at the secondary level;
 - full deformation of racked stitches based on full cardigan widthwise is decreased by 32% while maintaining the linear density of the yarn at the secondary level;
3. The full deformation of racked stitches based on on rib, half cardigan and full cardigan lengthwise is decreased when the number of racking of the needle bed is increased from 1 to 7:
 - full deformation of racked stitches based on rib lengthwise is decreased at T min - by 63%, at T max – by 37% when while maintaining the sinking depth at the secondary level;
 - full deformation of racked stitches based on half cardigan lengthwise is decreased at T min - by 53%, at T max – by 12% when while maintaining the sinking depth at the secondary level;
 - full deformation of racked stitches based on full cardigan lengthwise is decreased at T min - by 58%, at T max – by 32% when while maintaining the sinking depth at the secondary level.
 - full deformation of racked stitches based on rib lengthwise is decreased at H_k min - by 65%, at H_k max – by 57% when while maintaining the linear density of the yarn at the secondary level;
 - full deformation of racked stitches based on full cardigan lengthwise is decreased at H_k min - by 54%, at H_k max – by 42% while maintaining the linear density of the yarn at the secondary level;
 - full deformation of racked stitches based on half cardigan lengthwise is decreased at H_k min - by 37%, at H_k max – by 29% when while maintaining the linear density of the yarn at the secondary level;

It has been determined that racked stitches based on rib, half cardigan and full cardigan refers to the fabrics of I group of extensibility when the number of racking of the needle bed is more

than 1. Racked stitches have less spring properties compare to the fabrics base stitches. This contributes to better performance and shape stability properties of racked stitches based on rib, half cardigan and full cardigan compared to base stitches.

References

1. Korol' V.P. Osnovy teorii v'yazannya vizerunkovoho trykotazhu [Tekst] : pidruchnyk / V. P. Korol', L. Ye. Halavs'ka. - K. : Kafedra, 2014. - 498 p.
2. Guseva, A.: Allgemeine Technologie der Strickerei / Moskau: Verlag Leicht- und Dienstleistungindustrie, 1987, p. 296 [in Russian].
3. Shalov I.I., Dalidovych A.S., Kudryavin L.A., (1986) Knitting Technology, Legprombytizdat, Moscow. In Russian.
4. Kudryavin L.A, (1985) Laboratory practice in knitting technology, Legkaya industriya, Moscow. In Russian. – 430 p.
5. Karba, M., Gersak, J., Stjepanovic, Z. (2004). The Influence of Knitting Parameters on Dimensional Changes of Knitted Fabrics in the Process of Relaxation. *Proc. 2nd International Textile Clothing & Design Conference*, pp. 200-205.
6. Melnyk L. The influence of weft filling yarn on the properties of warp knitted fabric / L. Melnyk, O. Kyzymchuk, O. Golikova // International Scientific Conference UNITECH' 2016, 18-19 November 2016, Gabrovo.
7. DSTY 3823-98 Knitted fabrics. Norme and methode quality inspection. –Kyiv.: Derzhstandart Ukrainy, 1999. – 21 p.
8. Elfadil M. M. A. Elkarsany, Amel A. Magboul. (2014). Effect of Yarn Input Tension on Knitted Fabric. *International Interdisciplinary Research Journal*. Vol. IV, pp.47-53.
9. Adler Yu.P. Vvedenie v planirovanie eksperimenta / Yu.P. Adler. – M.: Izd-vo «Metallurgiya», 1969. - 157 s.
10. V. B. Tihomirov: Planirovanie i analiz eksperimenta, Legkaya industriya, Moskva 1974. – 262 p.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗТЯЖНОСТІ ТРИКОТАЖУ ПЕРЕХРЕСНИХ ПЕРЕПЛЕТЕНЬ ДЗИКОВИЧ Т.А.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Дослідження впливу технологічних параметрів в'язання на релаксаційні характеристики трикотажу перехресних переплетень на базі ластіку, напівфангу та фангу.

Методика. У роботі застосовані теоретичні, аналітичні та експериментальні методи досліджень. Дослідження проводилися за методикою згідно зі стандартом ДСТУ 3823-98 «Полотна трикотажні. Норми та метод оцінки якості».

Результати. Виявлено вплив кількості зсувів голечниці на фізико-механічні властивості трикотажу перехресних переплетень. Отримано математичні рівняння регресії для розрахунку повної деформації трикотажу перехресних переплетень на базі ластіку, напівфангу й фангу у залежності від технологічних параметрів в'язання.

Наукова новизна. Встановлено, що кількість зсувів голечниці є важливим технологічним параметром, який значно впливає на розтяжність трикотажу перехресних переплетень. Отримано математичні залежності повної деформації у залежності від кількості зсувів голечниці, лінійної густини пряжі та глибини кулірування.

Практична значимість. Встановлено характер впливу параметрів в'язання на повну деформацію по ширині й довжині трикотажу перехресних переплетень на базі ластика, напівфангу й фангу. Рекомендовано заправки трикотажу перехресних переплетень для виготовлення якісних трикотажних полотен згідно паказникам розтяжності.

Ключові слова: кулірний трикотаж, трикотаж перехресних переплетень, фізико-механічні властивості, розтяжність трикотажу, кількість зсувів голечниці.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТЯЖИМОСТИ ТРИКОТАЖА
ПЕРЕКРЁСТНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ
ДЗЫКОВИЧ Т.А.**

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование влияния технологических параметров вязания на релаксационные характеристики трикотажа перекрестных переплетений на базе ластика, полуфангу и фанга.

Методика. В работе применены теоретические, аналитические и экспериментальные методы исследований. Исследования проводились по методике согласно стандарту ДСТУ 3823-98 «Полотна. Нормы и метод оценки качества».

Результаты. Выявлено влияние количества сдвигов игольницы на физико-механические свойства трикотажа перекрестных переплетений. Получены математические уравнения регрессии для расчета полной деформации трикотажа перекрестных переплетений на базе ластика, полуфанга и фанга в зависимости от технологических параметров вязания.

Научная новизна. Установлено, что количество сдвигов игольницы является важным технологическим параметром, который значительно влияет на растяжимость трикотажа перекрестных переплетений. Получены математические зависимости полной деформации в зависимости от количества сдвигов игольницы, линейной плотности пряжи и глубины кулирования.

Практическая значимость. Установлен характер влияния параметров вязания на полную деформацию по ширине и длине трикотажу перекрестных переплетений на базе ластика, полуфанга и фанга. Рекомендовано заправки трикотажу перекрестных переплетений для изготовления качественных трикотажных полотен согласно показателям растяжимости.

Ключевые слова: кулирный трикотаж, трикотаж перекрестных переплетений, физико-механические свойства, растяжимость трикотажу, количество сдвигов игольницы.

УДК 677.025.1

ГОЛОВНЯ О.В.

Львівська національна академія мистецтв

ПОДВІЙНИЙ ПРЕСОВИЙ ТРИКОТАЖ З ЕФЕКТОМ ПЕРЕХРЕСНИХ ПЕРЕПЛЕТЕНЬ

Мета. Дослідження особливостей структуроутворення трикотажу подвійних пресових переплетень з ефектом перехресних структур. Наукове обґрунтування причин нахилу петель у подвійному пресовому трикотажі, отриманому без зміщення фонтур.

Методика. Загальні положення теорії в'язання та структуроутворення кулірного подвійного трикотажу, механіки гнучкої нитки, а також метод геометричних моделей.

Результати. Здійснено наукове обґрунтування причин нахилу петель у подвійному кулірному трикотажі з пресовими накидами, отриманому без зміщення фонтур. Запропоновано і апробовано методологію для якісної оцінки взаємодії пресових накидів з петлями, що нахилиються.

Наукова новизна. Вперше сформульовані необхідні та достатні умови повноцінного нахилу петель у кулірному трикотажі подвійних пресових переплетень, отриманому без зміщення фонтур.

Практичне значення. Обґрунтоване проектування перехресних структур не тільки з двофонтурних плоскофангових машин, але і з високопродуктивного багатосистемного круглов'язального обладнання.

Ключові слова. Петля, пресовий накид, нахил петлі, зсув, взаємодія, фонтура.

Вступ. Відомо [1], що для отримання трикотажу перехресних переплетень необхідне поздовжнє зміщення однієї з фонтур відносно іншої на один або декілька голкових кроків. Під час виконання цього зміщення (або зсуву) робочі голки протилежних фонтур не мають взаємно перехресуватись. Тому зсув виконують у той чи інший бік після закінчення формування петельного ряду і отже, отримання такого трикотажу можливе тільки на двофонтурних плоскофангових машинах [1], які є значно менш продуктивними порівняно з круглов'язальними машинами. Зміщення голечниці може призводити до суттєвого зниження продуктивності в'язання та надійності роботи плоскофангового обладнання.

Виготовлення кулірного трикотажу із ділянками прямих та зигзагоподібних петельних стовпчиків без зміщення однієї із голечниць було і залишається до нині технологічно доцільним та економічно вигідним завданням для трикотажного виробництва. Спосіб без задіювання зсуву дозволяє реалізовувати більш складні і різноманітні рисунки з прямими та нахиленими петлями, підвищити продуктивність і надійність в'язання перехресних структур на плоскофангових машинах і, головне, з'являється можливість виготовлення перехресного трикотажу на високопродуктивних багатосистемних круглов'язальних машинах, конструктивне облаштування яких не дозволяє застосовувати зміщення однієї голечниці відносно іншої [2].

Окрім чисто практичного значення, отримання перехресних структур без зміщення фонтур становить значний науковий інтерес, оскільки наочно, на макорівні, ілюструє внутрішню мікросилову взаємодію між елементами петельної структури трикотажу.

Постановка завдання. Автор роботи [3] вперше у спеціальній літературі звертає увагу на пресову структуру з ефектом перехресного трикотажу, отриману без зміщення

фонтур. Він розглядає кулірний трикотаж, показаний на рис. 1, і називає його ластиковим шаховим напівфангом. Вказує на розміщення петель і пресових накидів у першому та другому рядах в'язання і констатує, що за властивостями шаховий напівфанг нагадує класичний подвійний напівфанг, але «відрізняється від нього за своїм зовнішнім виглядом». Автор [3] не уточнює останнє зауваження, не описує зовнішній вигляд трикотажу і не розкриває причин утворення зигзагоподібних петельних стовпчиків.

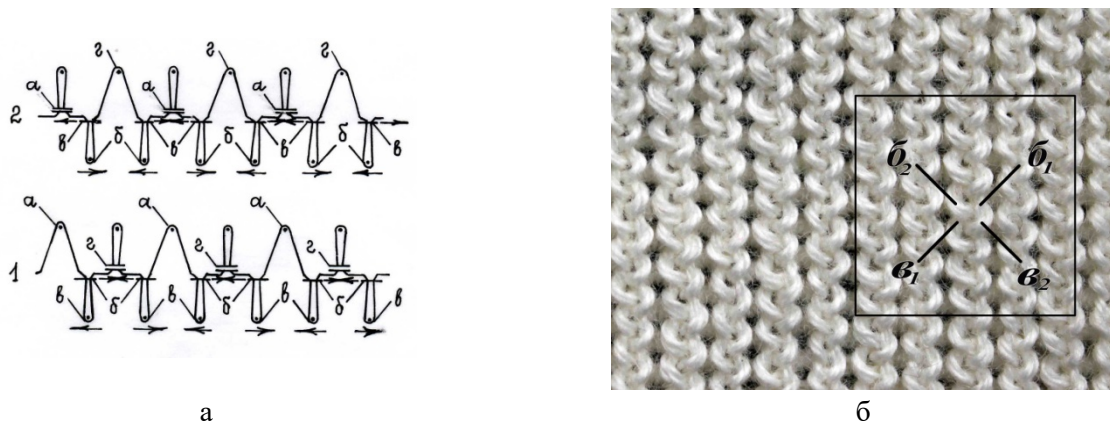


Рис.1. Графічний запис (а) та структура (б) подвійного шахового напівфангу

Книга [4, с.254] містить стислий опис зовнішнього вигляду ластикового шахового напівфангу, але у ній так називають дещо інший трикотаж, у якому чергуються два пресові ряди попередньої структури (рис. 1) з рядом повного ластика. Автор [4] зазначає, що такий трикотаж має структурний рисунок у вигляді чарунок, які розміщуються у шаховому порядку, і за властивостями нагадує класичний подвійний напівфанг. Але у даній роботі не вказують на причини утворення чарунок, не аналізують форму, розмір та розміщення елементів петельної структури, їх взаємодію між собою.

У роботі [2] вперше здійснено спробу з'ясувати причини нахилу петель без зміщення фонтур на базі кулірного трикотажу пресових переплетень. Автор [2] аналізує графічну схему подвійної кулірної структури, усі петлі сусідніх рядів на одній із сторін якої нахиляються у протилежні сторони. Але ця графічна схема недостатньо деталізована і на ній відсутні цифрові позначення елементів пресової структури, якими оперує автор статті, пояснюючи причини нахилу петель. Тому для відтворення загальної логіки структурного аналізу роботи [2] скористаємось графічним записом наведеної у ній пресової структури (рис. 2,а). У роботі [2] такий графічний запис відсутній, але він впливає із пояснень до наведеної у статті графічної схеми цієї петельної структури, і його підтверджує поданий у цій же статті графічний запис (рис. 3) іншої структури, яка є похідною від згаданої вище структури.

Отже, автор роботи [2] стверджує, що петлі б, г у рядах в'язання 1, 2 (рис. 2,а) нахиляються вліво¹, а петлі а, в у рядах 4, 5 – вправо¹ через те, що накиди н₁, н₂ розміщені на сусідніх голках протилежної фонтури, ліворуч від петель б, г, а накиди н₃, н₄ – на сусідніх голках протилежної фонтури, праворуч від петель а, в. Петлі а, б, в, г нахиляються завдяки

¹ - прим. автора: на рис. 2,а цей напрямок нахилу не показано.

прагненню зігнутої нитки пресових накидів n_1 - n_4 випрямитись. Але, з іншого боку, можна вважати навпаки, що накиди n_1 , n_2 розміщені праворуч від петель b , z , а накиди n_3 , n_4 – ліворуч від петель a , v . У роботі [2] відсутні пояснення, чому перша точка зору визначає нахил петель, а друга – ні. Інша частина наведеного вище пояснення, стосовно розпрямлення нитки пресових накидів, доволі загальна і цілком очевидна.

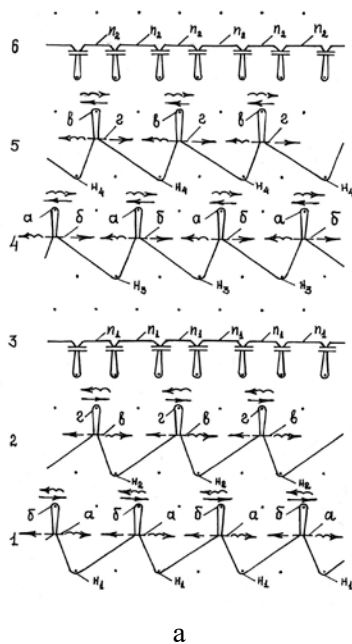


Рис.2. Графічний запис (а) та структура (б) подвійного кулірного пресового трикотажу з несиметричними накидами

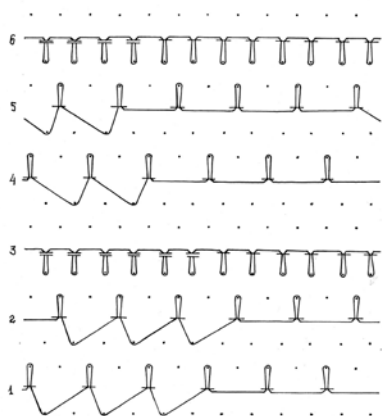


Рис.3. Графічний запис подвійного кулірного пресового трикотажу з несиметричними накидами

У книзі [5, с.15] автор [2] спробував вирішити сформульовану вище проблему двох точок зору стосовно розміщення і дії пресових накидів n_1 - n_4 на петлі a , b , v , z . Він пояснює, що ліві (коротші) дуги пресових накидів n_1 , n_2 розміщуються над протяжками n_1 гладі третього ряду в'язання, а праві (довші) дуги накидів n_1 , n_2 у вигляді протяжок (?) розміщуються під протяжками n_1 гладі, тому петлі b , z нахиляються вліво. У накидів n_3 , n_4 , навпаки, права (коротша) дужка знаходиться над протяжками n_2 гладі шостого ряду в'язання і ліва (довша) дуга накидів n_3 , n_4 розміщена (також у вигляді протяжки) під протяжками n_2 , тому петлі a , b нахиляються вправо.

Аналіз рис. 2,а свідчить, що пресові накиди n_1 , n_2 в рядах 1, 2 формують у шаховому порядку, через голку. Петлі на протилежних фонтурах в рядах 1, 2 пров'язують також у шаховому порядку, через голку. За умови розміщення голок обох фонтур у шаховому порядку, пресові накиди отримують несиметричними: дуги одних і тих самих пресових накидів, з'єднані з петлями ближче розміщених голок є коротшими, а з петлями, розміщеними через голку –

довгими. У рядах 1, 2 петлі b, z з'єднані накидами n_1, n_2 відповідно. Ці накиди формують голки протилежної фонтури.

Твердження автора [5], що накиди n_1-n_4 одночасно складаються з пресової дуги та протяжки є доволі дискусійним. Окрім того, воно жодним чином не пояснює причин нахилу петель, а тільки ускладнює розуміння загальної картини їх силової взаємодії з іншими елементами структури. Справді, графічний запис рядів 1-3 показує, що у процесі в'язання пресові накиди n_1, n_2 накладають один на одного. У ряді 3 крізь них пров'язують ряд гладі. Верхня частина (головки) обох накидів розміщена над протяжками n_1 , біля голкових дуг петель гладі шостого ряду в'язання. Коротші і довші дуги пресових накидів розміщені під протяжками n_1 у проміжках між петельними стовпчиками пресових петель. З погляду розміщення довшої і коротшої дуг пресових накидів n_1, n_2 по відношенню до протяжок n_1 структурна картина є абсолютно ідентичною. А тому взаємне розміщення накидів n_1, n_2 і протяжок n_1 не може обґрунтовувати нахил петель b, z у той чи інший бік.

Таким чином, розвиваючи цікаву і перспективну ідею отримання ефекту перехресних структур без використання зсуву на кулірному трикотажі подвійних пресових переплетень, автори [2-5] фактично не дають ключа для його проектування, оскільки повністю не розкривають причин нахилу петель і не пропонують чіткої картини механіки силової взаємодії пресових накидів з петлями, що нахилиються.

Результати та їх обговорення. У роботах [6, 7] розкрито механізм формування петельної конфігурації структурних комплексів пресової петлі у одинарному та подвійному пресовому трикотажі і сформульовано основні фактори, які визначають геометрію комплексу пресової петлі. Скористаємось цією методологією для вирішення розглянутої вище задачі.

До факторів, які визначають геометрію комплексу пресової петлі у роботах [6, 7] відносять:

- 1 – нахил петель, з'єднаних через зігнутий у вертикальній площині накид (у площині трикотажу або полотна), назустріч одна одній, у напрямку до пресової петлі;
- 2 – нахил петель, скинутих на петлі пункту 1 (крізь які пров'язують зігнутий у вертикальній площині накид), в протилежні боки одна від одної, у напрямку від пресової петлі;
- 3 – зміщення петель, з'єднаних через зігнутий у горизонтальній площині накид (у площині, перпендикулярній до поверхні трикотажу або полотна) назустріч одна одній, у напрямку до пресової петлі.

Як бачимо, наведені фактори враховують згинання пресового накиду одночасно у двох взаємно перпендикулярних площинах. У подвійному трикотажі пресові накиди з'єднують два шари петель і знаходяться під певним кутом до них. На відміну від пресових накидів у одинарному трикотажі, їх деформації у площині полотна і у площині, яка є перпендикулярною до поверхні полотна можна розглядати відповідно як горизонтальну та вертикальну проекцію зігнутого у просторі пресового накиду. Враховуючи цей факт, а також те, що дія факторів 1, 3 має однаковий напрямок, для інтерпретації силової взаємодії пресових накидів з петлями, що нахилиються у подвійному трикотажі обмежимося факторами 1, 2, формулюючи їх наступним чином:

- 1 – петлі, з'єднані через пресовий накид, нахилиються назустріч одна одній, у напрямку до пресової петлі;

2 – петлі, крізь які пров'язують пресовий накид, нахиляються в протилежні боки одна від одної, у напрямку від пресової петлі.

За правилом 2 у ряді 1 графічного запису на рис. 1 петлі **б** попереднього ряду в'язання зміщуються і нахиляються пров'язаними крізь них пресовими накидами **а** у протилежні боки від накидів **а**. У зазначених на рис. 1 парах петель **б** цей напрямок нахилу вказано стрілками біля їх голкових дуг. Внаслідок чого, з'єднані пресовими накидами **а** і пров'язані крізь петлі **б**, петлі **в** нахиляються назустріч одна одній, за напрямком стрілок біля кожної з них у зазначених на рисунку 1 парах (правило 1).

У ряді 2 пресові накиди **г** також нахиляють петлі **в**, крізь які вони пров'язані, у протилежні боки від себе. У зазначених у ряді 2 парах петель **в** цей напрямок нахилу показано стрілками біля голкових дуг петель **в**. Тоді, з'єднані пресовими накидами **г** і пров'язані крізь петлі **в**, петлі **б** зазначених на рис. 1 пар нахиляються назустріч одна одній за вказаним стрілками напрямком біля кожної з петель **б** (у протилежний бік по відношенню до розміщених під ними петель **в**).

Таким чином, петлі **в**, з'єднані пресовим накидом **а**, у ряді 1 нахиляються назустріч одна одній завдяки опосередкованій дії (через петлі **б**) на них пресового накиду **а**. У ряді 2 ті самі петлі **в** додатково нахиляються у тому самому напрямку завдяки безпосередній дії на них пресових накидів **г**. Петлі **б**, з'єднані пресовим накидом **г**, у ряді 2 так само нахиляються назустріч одна одній завдяки опосередкованій дії на них (через петлі **в**) пресового накиду **г**. В ряді 1 ті ж петлі **б** так само додатково нахиляються у тому самому напрямку, що й у ряді 2, завдяки безпосередній дії на них пресових накидів **а**, які намагаються випрямитись. Отже, пресові накиди **а**, **г** у рядах 1, 2 посилюють дію один одного на петлі **б**, **в**.

Накладання однаково спрямованих безпосередніх та опосередкованих зусиль пресових накидів **а**, **г** на петлі **б**, **в** визначає інтенсивний нахил останніх у протилежні боки у сусідніх рядах одного й того самого петельного стовпчика. Петельна структура трикотажу набуває чіткого дрібнозернистого зигзагоподібного характеру (рис. 1,б). На противагу до трикотажу класичних перехресних переплетень, петлі одного ряду у ньому нахиляються не тільки в один, а й в протилежні боки.

Остови нахилених петель **б**, **в** розміщені під кутом до поверхні трикотажу (рис. 1,б). Вони розвернуті відносно їх вертикальної осі симетрії у напрямку до з'єднаних з ними пресових петель. Завдяки вказаному розвертанню остовів петель **б**, **в**, їх більш прямі і коротші палички **б₁**, **в₁**, з'єднані з напруженими пресовими петлями, відтягнуті у глибину структури і опиняються знизу. А збільшені, більш округлі палички **б₂**, **в₂**, з'єднані з пресовими накидами, розміщуються зверху. Вони виступають над поверхнею трикотажу і утворюють характерну дрібнозернисту зигзагоподібну фактуру полотна на стороні без пресових накидів (рис. 1, б).

На відміну від структури на рис. 1, у трикотажі на рис. 2 петлі на стороні без накидів з'єднані тільки з пресовими накидами. Обидві палички цих петель з'єднані з дугами пресових накидів: у рядах 4,5 ліва – з коротшою дугою, а права – з довшою; у рядах 1,2, навпаки, ліва – з довшою, а права – з коротшою. На кожну із цих петель одночасно діють сили пружності двох різного розміру дуг пресових накидів, що знаходяться з різних боків від них. Напрямок дії сил пружності нитки коротшої дужки пресових накидів позначимо прямою стрілкою, довшої – хвилястою.

У ряді 1 (рис. 2,а) коротші дуги пресових накидів n_1 безпосередньо нахиляють петлі a попереднього ряду вліво (напрямок нахилу показано прямими стрілками біля голкових дуг петель a). Довші дуги пресових накидів n_1 безпосередньо нахиляють ці ж петлі a у протилежному напрямку (вказаному хвилястими стрілками). Пров'язані крізь петлі a , петлі b у ряді 1 опосередковано нахиляються при цьому вправо для коротких дуг накидів і вліво – для довгих. У ряді 2 коротші дуги пресових накидів n_2 безпосередньо діють на петлі b , нахиляючи їх вліво, а петлі z при цьому опосередковано нахиляються вправо. Довші дуги пресових накидів n_2 у ряді 2 нахиляють петлі b , z у протилежних напрямках по відношенню до їх напрямків нахилу, зумовлених дією коротших дуг накидів.

У ряді 4 коротші дуги пресових накидів n_3 безпосередньо нахиляють петлі b першого ряду в'язання вправо, і опосередковано петлі a – вліво. Довші дуги пресових накидів n_3 нахиляють петлі a , b у протилежних напрямках по відношенню до напрямку їх нахилу, зумовленому дією коротших дуг накидів. У ряді 5 коротші і довші дуги пресових накидів n_4 нахиляють петлі z , b у тому самому напрямку, що й відповідні дуги пресових накидів n_3 – петлі a , b у ряді 4.

Порівнюючи напрямок нахилу одних і тих самих петель за прямими стрілками у рядах 1, 4 та 2, 5 неважко переконатись, що безпосередня дія коротших дуг пресових накидів n_1 у ряді 1 на петлі a посилюється опосередкованою дією коротших дуг накидів n_3 у ряді 4. І, навпаки, опосередкована дія цих же дуг на петлі b у ряді 1 посилюється безпосередньою їх дією на петлі b у ряді 4. Так само опосередкована і безпосередня дія коротших дуг пресових накидів на петлі b , z посилюють одна одну у рядах 2, 5. Отже, як показано прямими стрілками, петлі b , z рядів 1, 2 нахиляються вправо, а петлі a , b рядів 4, 5 – вліво. На стороні без пресових накидів мали б чергуватись ряди з протилежним нахилом петель. Фото пресової структури з цієї сторони (рис. 2,б) свідчить, що петлі нахиляються саме таким чином. Але, порівнюючи їх нахил з нахилом петель у структурі на рис. 1,б, можна бачити, що в останньому випадку він є більш інтенсивним, хоча обидві структури виготовлено з однієї і тої самої пряжі і за одних і тих самих умов.

Менш інтенсивний нахил петель у структурі на рис. 2,б пояснюється впливом довгих дуг її пресових накидів. Із рис. 2,а видно, що напрямок дії сил пружності довшої дуги пресових накидів n_1 – n_4 на петлі a , b , b , z є протилежним до напрямку дії відповідних сил коротшої дуги пресових накидів у кожному із рядів 1, 2, 4, 5 рапорту в'язання. Довша дуга пресових накидів більш орієнтована вздовж петельного ряду, вона менш зігнута, а, отже, має менший запас потенціальної енергії. Її сил пружності не достатньо для зрівноваження дії більш зігнутої і тому більш пружної коротшої дуги пресового накиду. Вона тільки у певній мірі послаблює нахил петель у напрямку, який визначає дія коротших дуг пресових накидів.

Отже, зигзагоподібне розміщення петель у стовпчиках структури на рис. 2 визначається різницею потенціальних енергій довшої і коротшої дуг її пресових накидів та формуванням пресових накидів у рядах 1,2,4,5 таким чином, щоб безпосередня і опосередкована дії кожного з накидів на одну і ту саму петлю посилювали одна одну.

Для перевірки даного висновку, показану на рис. 2 структуру пров'язано за умови інтерлочного розміщення голок обох фонтур, застосовуючи ту саму пряжу і не змінюючи параметри та умови в'язання. Як видно з рис. 4, у цьому випадку пресові накиди будуть симетричними, а, отже, і їх обидві дуги матимуть однаковий розмір і розміщення. За таких

обставин кожна із дуг пресових накидів, з'єднаних з тією ж самою петлею іншої сторони структури мають також протилежно спрямовану дію, але, на відміну від структури на рис. 2, їх дії однакові за своїм значенням. Зигзагоподібний ефект на стороні без накидів зникає (рис. 4,б).

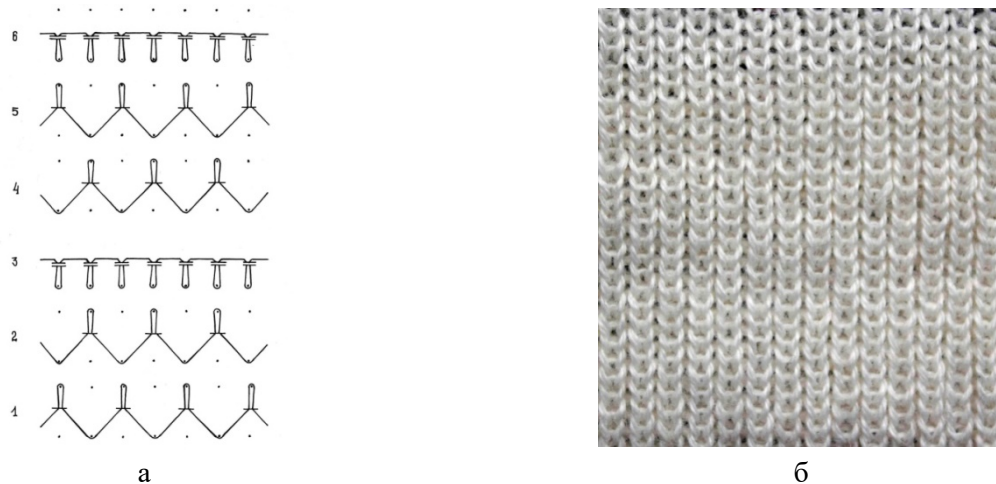


Рис.4. Графічний запис (а) та структура (б) подвійного кулірного пресового трикотажу з симетричними накидами

Висновки.

1. Аналіз наведених у роботі структур свідчить про наявність внутрішньої мікросилової взаємодії між петлями та пресовими накидами. Вона може проявлятися на макрорівні – у зміні розміщення петель, зовнішньої оптики трикотажу, його ширини, внутрішньоструктурних прошарків, а значить, фізико-механічних властивостей. Отже, цю взаємодію потрібно враховувати при аналізі існуючих пресових структур та розробці нових.
2. Одним із базових інструментів для якісної оцінки такої взаємодії може слугувати методологія [6, 7].
3. Необхідною умовою отримання повноцінного нахилу петель на базі подвійного кулірного пресового трикотажу без зміщення фонтур є взаємне посилення і накладання однаково спрямованих безпосередніх і опосередкованих дій пресових накидів на ці петлі. Достатньою умовою є відсутність урівноваження вказаних дій пресових накидів.

Список використаних джерел

1. Король В.П. Основи теорії в'язання візерункового трикотажу: підручник / В.П. Король, Л.Є. Галавська. –К.: Кафедра, 2014. - 498 с.
2. Поспелов Е.П. Рисунчатый трикотаж с эффектом перекрестных переплетений. / Е.П. Поспелов // Текстильная промышленность. – 1974. - №8. – 48-50 с.
3. Шалов И.И. Комбинированные трикотажные переплетения: учебное пособие / И.И. Шалов. – М.: МТИ, 1971. – 46 с.
4. Гусева А.А. Общая технология трикотажного производства: учебник / А.А. Гусева. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 296 с.
5. Поспелов Е.П. Двухслойный трикотаж: монография / Е.П. Поспелов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 208 с.
6. Головня О.В. Структурні комплекси одинарного трикотажу кулірних пресових переплетень. / О.В. Головня // Легка промисловість. - 2011. - №4. – 14-17 с.
7. Головня О.В. Структурні комплекси подвійного трикотажу кулірних пресових переплетень. / О.В. Головня // Вісник ХНУ. Технічні науки. – 2012. - №4 (390). – 242-245 с.

References

1. Korol' V.P. (2014) Osnovy teorii v'yazannya vizerunkovoho trykotazhu: pidruchnyk [Basic theory of patterned of knitwear knitting: a textbook] / V. P. Korol', L. Ye. Halavs'ka. –K.: Kafedra, - 498 p. [in Ukrainian].
2. Pospelov, E.: Mustertrikotage mit dem Versatzgestrickeffekt / Textilindustrie, Moskau (1974) № 8 s. 46-50 [in Russian].
3. Schalov, I.: Kombinierte Trikotagebindungen. Moskau / Verlag MTI, 1971, s.46 [in Russian].
4. Guseva, A.: Allgemeine Technologie der Strickerei / Moskau: Verlag Leicht- und Dienstleistungindustrie, 1987, s. 296 [in Russian].
5. Pospelov, E.: Zweischichttrikotage. Moskau: Verlag Leicht- und Lebensmittel-Industrie, 1982, s. 208 [in Russian].
6. Holovnia, O.: Strukturkomplexe der RL-Preßgestricke / Leichtindustrie, Kyiv, (2011) № 4, s. 14-17 [in Ukrainian].
7. Holovnia, O.: Strukturkomplexe der RR-Preßgestricke / Informationsblatt der Khmelnytsky Nationaluniversität, (2012), № 4, s. 242-245 [in Ukrainian].

THE WEFT KNITTED FABRIC OF DOUBL TUCK INTERLOOPINGS WITH THE EFFECT OF CROSSED STRUCTURES

HOLOVNIA O.

Lviv national academy of arts

Purpose. The research of features structure formation of fabric of double tuck interloping's with the effect of crossed structures. The scientific justification of the reasons of incline loops in the double tuck fabric got without offsetting of needles bars.

Methodology. The common positions of the theory of knitting and the structure formation of the weft double knitted fabric, the mechanic of flexible thread, and also the methods of geometric models.

Results. It has been done the scientific justification reasons of incline loops in the double weft knitted fabric with tuck half-stitch. It was offered and tested the methodology for the qualitative assessment of interaction tuck half-stitches with loops which bend.

Scientific novelty. For the first time formed necessary and sufficient conditions of full incline of loops in the weft knitted fabric of double tuck interloping's, without offsetting of needles bars.

Practical value. The reasonable design of crossed structures not only double flat machines, but also with highly multisystem circular-knitting equipment's.

Keywords: loop, tuck half-stitch, the incline of loop, bias, interaction, needles bar.

КУЛИРНЫЙ ТРИКОТАЖ ДВОЙНЫХ ПРЕССОВЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ С ЭФФЕКТОМ ПЕРЕКРЕСТНЫХ СТРУКТУР

ГОЛОВНЯ О.В.

Львовская национальная академия искусств

Цель. Исследование особенностей структурообразования трикотажа двойных прессовых переплетений с эффектом перекрестных структур. Научное обоснование причин наклона петель двойного прессового трикотажа, полученного без смещения фонтур.

Методика. Общие положения теории вязания и структурообразования кулирного трикотажа, механики гибкой нити, а также метод геометрических моделей.

Результаты. Сделано научное обоснование причин наклона петель в двойном кулирном трикотаже прессовых переплетений, полученном без смещения фонтур. Предложено и апробировано методологию качественной оценки взаимодействия прессовых набросков с наклоняющимися петлями.

Научная новизна. Впервые сформулированы необходимые и достаточные условия полноценного наклона петель в кулирном трикотаже двойных прессовых переплетений, полученном без смещения фонтур.

Практическая значимость. Разработана методика качественной оценки взаимодействия прессовых набросков с наклонными петлями, которая позволяет более обосновано проектировать перекрестные структуры, полученные без смещения фонтур, не только с плоскофанговых машин, но и с высокопроизводительного многосистемного кругловязального оборудования.

Ключевые слова: петля, прессовый набросок, наклон петли, сдвиг, взаимодействие, фонтура.

УДК 677.07:613.481

KURGANSKA M.M.*, BEREZHENKO S.M.*,
PAVLOVA M.S.**, VASYLENKO V.M.*

* Kyiv National University of Technologies and Design

** Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom

EFFECTS OF PHYSICAL PROPERTIES OF CLOTHES ON PARAMETERS OF THE MICROCLIMATE LAYER

Purpose. It is to set dependencies parameters of the microclimate layer from the physical properties of the fleece garment and physical activity of the subject during accumulation and output of temperature and humidity.

Methodology. Applied the principle of area-differentiated arrangement of wireless sensor networks monitoring microclimate under clothing, used standardized methods for determining the physical properties of textile materials. Used wireless monitoring system IBK 2 and specialized software WBIMSoft during research.

Findings. The effect of physical parameters of fleece garment in the process of accumulation and output of temperature and humidity from the microclimate outer layer is determined in the laboratory exercise on the subject within the light activity zone.

Scientific novelty. The dependences of microclimate temperature and humidity in the outer layer of the physical properties of the fleece garment and physical activity of the subject were obtained. The coefficient of heat and moisture transfer out of the microclimate outer layer was offered.

Practical value. The results of the research to assess the compliance of the systems within subject activity and for prediction of compatibility with other elements of special clothing.

Keywords: heat and moisture transfer processes, heat, fleece, comfort, IBK2, WBIMSoft.

Introduction. Thermal comfort, influenced by thermal sensation is an important human performance indicator. Clothing acts as a hurdle for heat and vapor transport between the skin and the environment. This hurdle is formed both by the clothing materials themselves and by the air layer. It will affect the heat loss of the body and will affect the thermal sensation experienced by a subject [1].

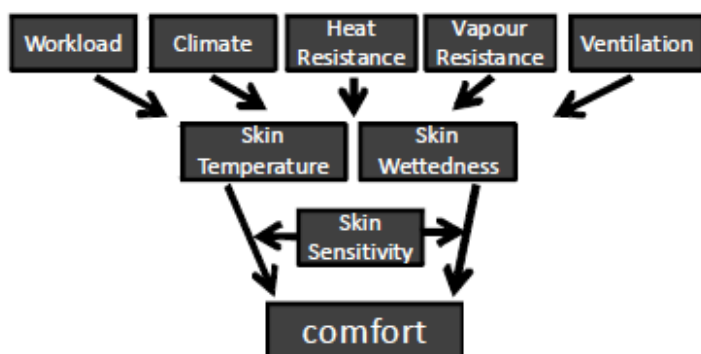


Fig. 1. Schematic representation of factors influencing thermal comfort [2]

The comfort is one of the most important properties of the clothes to be considered. The significance of comfort has been underestimated while the complex mechanism and the variables involved in heat and moisture transfer processes within the microclimate can be controlled [3].

The process of moisture output is an important factor which influences the dynamic comfort of the wearer in practical use.

Setting objectives. Role of clothing is important towards the environment and our body metabolism. Clothing acts a bridge between two factors. The human body tries to maintain a constant core temperature about 37°C. The actual value varies from person to person but the temperature is maintained within narrow limits. However, the body must be kept in thermal balance. The metabolic heat generated with the heat received from external sources must be matched by the body losses of an equivalent amount of heat. If the heat gain and the heat loss are not in balance then the body temperature will either rise or reduced [4]. The purpose of the research is to set dependencies parameters of the microclimate layer from the physical properties of the fleece garment and physical activity of the subject during accumulation and output of temperature and humidity

Research results. On the figure 1 schematically the placement of temperature and humidity sensors weighted on underwear in air gap of outer layer. In turn, the body generates heat and moisture, transfer through air gap of inner layer, underwear and gets in air gap of outer layer.

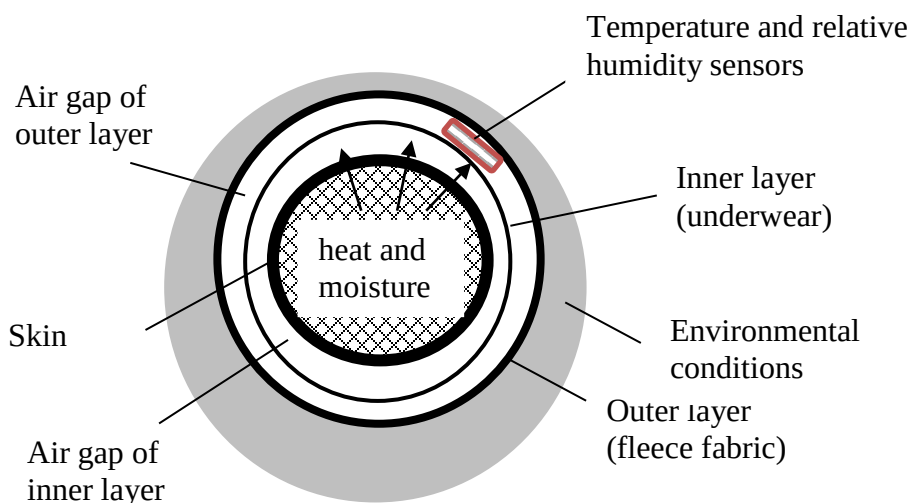


Fig. 1. Schematic of heat and mass transfer through clothing system

Three original fleece garments have been tried out. The characteristics of garment fabrics are shown in Table 1, measured in a laboratory ADVL “ Textile - TEST ” (KNUTD, Kyiv).

Table 1

Characteristics of fleece fabrics

N ^o	Type of fleece fabrics	Raw material	Hygroscopic, %	Air permeability, dm ³ / (m ² s)	Surface density, g/cm ²	Application
1	FF1	100% polyester	2,4	525	245	outer layer
2	FF2	100% polyester	1,45	503	261	outer layer
3	FF3	100% polyester	2.35	506	259	outer layer

Clothing microclimate temperature ($T_m, ^\circ\text{C}$) and relative humidity ($RH_m, \%$) were measured (1 time per second) during exercise using complex IBK2:

- the central unit IBK 2D;
- remote measurement unit of temperature and humidity IBK3.4R002.

The group of subjects consisted of 12 male participants. The mean age, height and weight of the subjects were $22 (SD \pm 2)$ years, $171,5 (SD \pm 1,5)$ cm and $67,5 (SD \pm 2,5)$ kg. The entire test procedure and the conditions of the test were explained to each participant, and the consent was signed.

Each subject tested three types of fleece garment and went through the test protocol once a day at the same time each day for 70 minutes [5]. The subject were weighted by sensors on undergarment. The test consisted of the following protocol (Figure 2): 10 min rest; 10 min warm up at a workload of 110watt using treadmill speed 2 km/hour; the workload then increased to 140, 200 and 460 watt. After this, the workload decreased to 58 watt.

Activity					
Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6
Sitting	Run 2 km/h	Run 3 km/h	Run 5 km/h	Run 10 km/h	Sitting
58 W/m ²	110 W/m ²	140 W/m ²	200 W/m ²	460 W/m ²	58 W/m ²
10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	20 min

Air temperature +19 C

Fig. 2. The test protocol

The outer layer clothing microclimate temperature and relative humidity were assessed using sensors. Those attached to the underwear (100% cotton T-short) and have area-differentiated arrangement [6] (Figure 3).

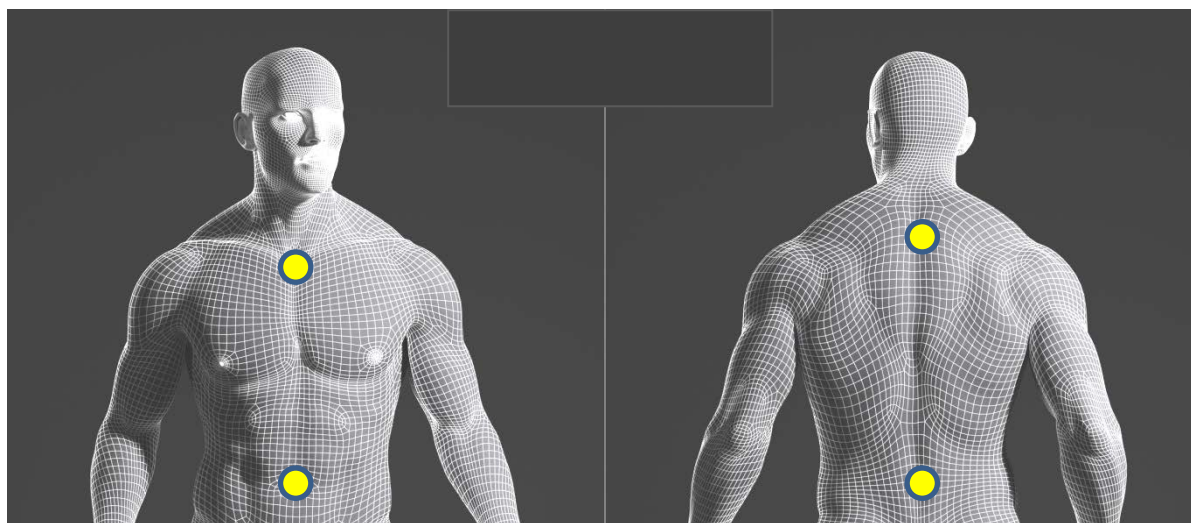


Fig. 3. Location of the temperature and humidity sensors scheme

Absorption, distribution, and transport of moisture originating from sweat depend on the presence of underlying clothing layers. The processes associated with this part of moisture transfer include wicking, evaporation and condensation [7]. The results of the research are presented graphically in Figure 4.

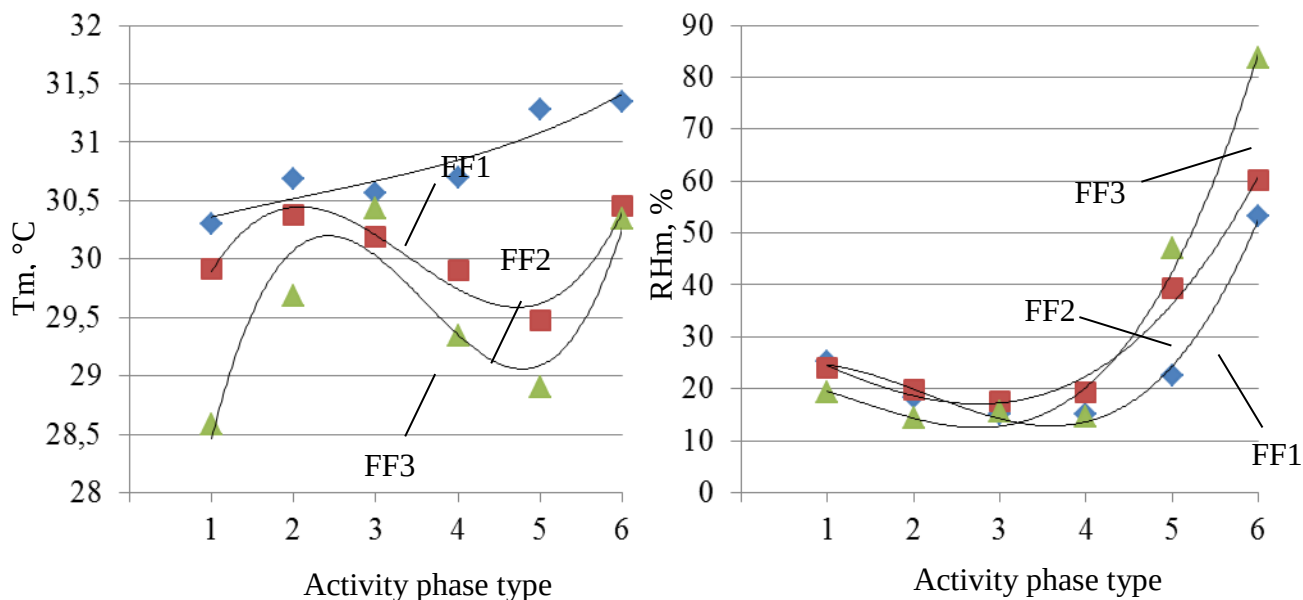


Fig. 4. Effect of activity phase on microclimate temperature and humidity

Table 2

Evaluation of the microclimate temperature and humidity as a function of the activity phase type and type of fleece garment

No	Type of fleece fabrics	Equations		K_{RHm}
		Microclimate temperature, °C	Microclimate humidity, %	
1	FF1	$y = 0,0056x^3 - 0,0369x^2 + 0,2304x + 30,16$, $R^2 = 0,875$	$y = 1,0324x^3 - 6,7263x^2 + 8,3041x + 21,973$, $R^2 = 0,9908$	2,36
2	FF2	$y = 0,0943x^3 - 0,9604x^2 + 2,7724x + 27,987$, $R^2 = 0,9178$	$y = 0,9133x^3 - 3,6554x^2 - 0,6301x + 22,91$, $R^2 = 0,9841$	1,52
3	FF3	$y = 0,1729x^3 - 1,8689x^2 + 6,0111x + 24,147$, $R^2 = 0,868$	$y = 0,9133x^3 - 3,6554x^2 - 0,6301x + 22,91$, $R^2 = 0,9841$	1,78

The coefficient of moisture output from the microclimate outer layer, K_{RHm} , was calculated as:

$$K_{RHm} = \frac{\overline{RHms}}{\overline{RHmr}}, \quad (1)$$

where $\overline{RHmr}$ – average relative humidity for the 6th phase,%; $\overline{RHms}$ – average relative humidity for the 5th phase,%.

Those equations can use for prediction of outer layer clothing microclimate temperature and relative humidity with known activity phase and by using same clothing system.

Conclusions. The output humidity under the outer layer of clothes space at rest, (phase 1) was at the same level, within 19-25%, in subsequent loads person (from 2 to 5 phases) the gradual increase in humidity according to intensity of movement. Further, the process of accumulation of moisture continued (phase 6). The research process of moisture absorption and moisture output is divided into stages of lower humidity in the space under clothes by absorbing moisture by package of underwear material and fleece garment (phase 1-3), accumulation stage of moisture (phase 3-5), moisture output (phase 6) within 53-84%. As seen in Figure 6 most intense humidity output was from outer layer of the sample FF2 and the coefficient of moisture output from the microclimate outer layer is 1,52.

References

1. Dorman L. E., Havenith G. The influence of clothing weight and bulk on metabolic rate when wearing protective clothing. – 2005.
2. Havenith G., Smith C., Fukazawa T. The skin interface–meeting point of physiology and clothing science. – 2008.
3. Kim E. A., Yoo S., Kim J. Development of a human-clothing-environment simulator for dynamic heat and moisture transfer properties of fabrics //Fibers and Polymers. – 2003. – Т. 4. – №. 4. – С. 215-221.
4. Malik T., Sinha T. K. Clothing comfort: A key parameter in clothing //Pakistan Textile Journal. – 2012. – Т. 61. – №. 1. – С. 55-57.
5. Erhonomika teplovoho seredovyshcha. Analitychne vyznachennya ta interpretatsiya teplovoho komfortu na osnovi rozrakhunkiv pokaznykiv PMV i PPD i kryteriyiv lokal'noho teplovoho komfortu (EN ISO 7730:2011, IDT): DSTU B EN ISO 7730: 2011. – [chynnyy vid 01.07.2013]. – К.: - Minrehion Ukrayiny, 2012. – 64 s. (Natsional'nyy standart Ukrayiny).
6. Kurhanskyi A.V. Pryntsyp zonal'no-dyferentsiyovanoho roztashuvannya elementiv bezdrovovykh sensorykh merezh monitorynhu mikroklimatu pid odyahom / A. V. Kurhanskyi, S. M. Bereznenko, M. M. Kurganska // Visnyk Kyivs'koho natsional'noho universytetu tekhnolohiy ta dyzaynu. Seriya : Tekhnichni nauky. - 2016. - № 5. - S. 118-125. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdt_2016_5_16.
7. Nazaré S., Madrzykowski D. A Review of Test Methods for Determining Protective Capabilities of Fire Fighter Protective Clothing from Steam. – 2015.

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОДЯГУ НА ПАРАМЕТРИ ЗОВНІШНЬОГО МІКРОКЛІМАТИЧНОГО ПРОШАРКУ

КУРГАНСЬКА М.М.*, БЕРЕЗНЕНКО С.М.*, ПАВЛОВА М.С.***, ВАСИЛЕНКО В.М. *

* Київський національний університет технологій та дизайну

** Казімеж Пуласкі університет технологій та гуманітарних наук в Радомі

Мета. Встановлення залежностей параметрів зовнішнього мікрокліматичного прошарку від фізичних властивостей одягу з матеріалів типу «фліс» та ступеня фізичної активності суб'єкту на етапі накопичення та виведення температури та вологості.

Методика. Застосовано принцип зонально-диференційованого розташування елементів бездротових сенсорних мереж моніторингу мікроклімату під одягом, застосовано стандартизовані методи визначення фізичних властивостей текстильних

матеріалів. Використано систему бездротового моніторингу ІБК 2 та спеціалізоване програмне забезпечення WBIMSoft 6.0 під час проведення досліджень.

Результати. Виконано моделювання у лабораторних умовах фізичного навантаження на суб'єкт в межах зони легкої активності та отримано результати для визначення впливу фізичних параметрів матеріалів типу «флісу» на процес виведення тепла та вологи з зовнішнього мікрокліматичного прошарку.

Наукова новизна. Встановлено залежності зміни температури та вологості у зовнішньому мікрокліматичному прошарку від фізичних властивостей одягу з матеріалів типу «фліс» та ступеня фізичної активності суб'єкту. Запропоновано застосовувати коефіцієнт вологовиведення з зовнішньому мікрокліматичному прошарку.

Практична значимість. Отримані результати досліджень дозволяють оцінити ступінь відповідності системи в межах зони легкої активності та застосовувати їх для подальшого прогнозування ступеня її сумісності з іншими елементами спеціального одягу.

Ключові слова: вологовиведення, тепловіддача, фліс, комфорт, ІБК2, WBIMSoft.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОДЕЖДЫ НА ПАРАМЕТРЫ ВНЕШНЕГО МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОГО СЛОЯ

КУРГАНСКАЯ М.М.*, БЕРЕЗНЕНКО С.М.*, ПАВЛОВА М.С.***, ВАСИЛЕНКО В.Н.*

* Киевский национальный университет технологий и дизайна

*** Казимеж Пуласки университет технологий и гуманитарных наук в Радоме

Цель. Установление зависимостей параметров внешнего микроклиматического прослойки от физических свойств одежды из материала типа «флис» и степени физической активности субъекта на этапе накопления и вывода температуры и влажности.

Методика. Применен принцип зонально-дифференцированного расположения элементов беспроводных сенсорных сетей мониторинга микроклимата под одеждой, применены стандартизированные методы определения физических свойств текстильных материалов. Использована система беспроводного мониторинга ИСК 2 и специализированное программное обеспечение WBIMSoft 6.0 при проведении исследований.

Результаты. Выполнено моделирование в лабораторных условиях физическую нагрузку на субъект в пределах зоны легкой активности и получены результаты для определения влияния физических параметров одежды из материалов типа «флиса» на процесс вывода тепла и влаги из внешней микроклиматической прослойки.

Научная новизна. Установлены зависимости изменения температуры и влажности во внешней микроклиматической прослойке от физических свойств материала типа «флис» и степени физической активности субъекта. Предложено применять коэффициент вологовиведення с внешней микроклиматических прослойки.

Практическая значимость. Полученные результаты исследований позволяют оценить степень соответствия системы в пределах зоны легкой активности и применять их для дальнейшего прогнозирования степени ее совместимости с другими элементами специальной одежды.

Ключевые слова: вологовиведення, теплоотдача, флис, комфорт, ІБК2, WBIMSoft

УДК 677.075:004.12

KYZYMCHUK O., MELNYK L., LIAKHOVA V., HUBAR I.
Kyiv National University of Technologies and Design

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE BASIS WEIGHT OF ELASTICIZED FABRIC

Purpose. *The study of the influence of knitting technological parameters on the structure and the basis weight of elasticized warp knitted fabric for the rehabilitation and prevention goods manufacture.*

Methodology. *The mathematical planning of an experiment, standard test methods of the knitted fabric, as well as statistical methods for processing and analyzing of an experimental data were used to achieve this goal.*

Results. *The regression dependences between the knitting technological parameters and the properties of knitted fabric were obtained based on the planned and conducted experiment. The tension of the ground yarn, the linear density of the weft thread and the preliminary elongation of the elastomeric thread were chosen as input factors. The dependences determine the influence of the selected factors on the structural characteristics of elasticized warp knitted fabric, especially its basis weight.*

Scientific novelty. *Mathematical models for prediction the basic structural parameters and the basis weight of warp knitted elasticized fabric are proposed based on the following technological parameters of knitting: the tension of the ground yarn, the preliminary elongation of the elastomeric thread and the linear density of the weft inserted yarn.*

Practical value. *The research results increase the knowledge of the effect of knitting technological parameters on the material consumption of elasticized warp knitted fabric of filling interlooping and can be used at the design stage of rehabilitation and prevention goods to provide high quality.*

Keywords: *technological parameters of knitting, structural parameters, elasticized warp knitted fabric, elastomeric thread, medical textile.*

Introduction. Resent decades the range and scope of medical textiles are significantly expanded worldwide. There are several reasons for this. The main one is: significant increase of requirements for social welfare and environmental safety rights [1]. Other important thing is the rapid development of basic research in chemistry, physics, biology, and in engineering and applied science. The choice of fiber composition, structural features and production technology of medical textile is determined by its functionality and specific requirements for materials and products for various purposes.

Elastic compressing and fixing goods are identified as a separate group of medical textiles [2]. This group includes elastic bandages, abdominal binders, posture correctors, corsets, recliners, etc. The design of products [3, 4] and their design features [5] are the topic of number of studies carried out. The analysis of physical-mechanical and hygienic properties of abdominal bandages at the Ukrainian market and the elastic bands used for their production are another topic of the research publication in this field [6, 7]. The main attention during design of new elastic fabric for rehabilitation goods is paid to such physical-mechanical properties as extensibility and deformation characteristics, since they provide the basic functional properties of the medical compressing goods.

On the other hand, the materials consumption and resource-saving is the main task of today's economy. The resources cost is being reduced as result of scientific and technical activities using the new energy saving technologies and new types of equipment, and introduction the low-

waste processes and sustainable methods for raw materials use. The reducing of materials consumption is the result of a successful technology or design and proper account of social, functional and ergonomic requirements. Thus the design of elasticized fabric which would reduce the raw material consumption throughout the combination of the structural parameters and physical and mechanical properties is an actual task.

Objectives. The aim of this research is to create the elasticized knitted fabrics and to investigate their structural parameters as well as to establish the properties dependence on basic knitting parameters. The warp knitting has been chosen for fabrics manufacturing as the most productive way. Modern warp knitting equipment [8] provides an interlooping variety for high-quality fabric.

Research results. Elasticized warp knitted fabrics was an object of this research. The chain with closed loops is the ground interlooping. The elastomeric thread is laying walewise at each wale. The weft filling yarn is using for connection the separate chains into fabric. The weft yarns are laying on both sides of elastomeric threads to cover them better. The weft guides movements are in opposite direction to prevent the buckling.

All samples were made on a 15 gauge TCH Crochet Knitting machine [9]. The polyester yarn 16.7 tex was used as ground and the polyester yarn 33.4 tex was used as weft. The polyurethane with 0.8 mm diameter has been used as elastomeric thread. The number of using needles are 150 that provides 240 mm fabrics wide.

In order to research the influence of technological parameters on the properties of fabric three factors have been chosen: x_1 - the linier density of weft inserted yarn; x_2 - the tension of the ground yarn; x_3 - the pre-elongation of elastomeric thread (Table 1). The linier density of weft inserted yarn has been changed by yarn ends (k) that inlaying at each side of fabric: 2, 3 or 4. The tension of ground yarn has been changed by the additional load (q) on the yarn: 2, 6 or 10 g. The pre-elongation of elastomeric thread (ϵ) has been fixed at 210, 240 and 270 %. 27 variants of elasticized warp knitted fabric have been produced totally (Table 2).

Table 1

Experimental Conditions

	Weft yarn ends, k	Additional load on the ground yarn, q , g	Pre-elongation of elastomeric thread, ϵ , %
Factors level	x_1	x_2	x_3
Low (-1)	2	2	210
Middle (0)	3	6	240
High (+1)	4	10	270
The variation interval	1	4	30

The structural parameters are the main characteristics that affect the basis weight at other equal conditions. Therefore, the number of wales and courses per 100 mm as well as fabric thickness have been tested according standard methods [10]. The ten parallel measurements were made for each option, which average values are presented in Table 2.

Experimental results have shown that the number of wales per 100 mm of knitted fabric (horizontal density) varies slightly with the changing of elastomeric yarn pre-elongation. So, the number of wales per 100 mm is 62-63 for fabric made with 270% pre-elongation, while it is 64 for

fabric made with 210% pre-elongation of elastomeric yarn that laid walewise. Mathematical processing of experimental data has revealed no adequate regressions describing the process. The filling interlooping on the chain base have been chosen for elasticized fabric production. In this case the loop step, which is the inverse characteristic of N_w , is defined by the machine gauge. It is logical that all fabric samples have a practically the same value of the number of wales per 100 mm of the knitted fabric since they are made on the same knitting machine with the same fixed tension of the weft filling yarn. The difference in measurement results that does not exceed 3% can be attributed to the measurement error.

Table 2

Structural parameters of warp knitted fabrics

Variant	Conditions			Number per 100 mm		Thickness, T, mm	Basis weight, m_s , g/sq.m
	x_1	x_2	x_3	wales, N_w	courses, N_c		
1.	+	+	+	62	87	1.58	912.9
2.	-	+	+	64	104	1.43	792.5
3.	+	-	+	61	91	1.66	957.5
4.	-	-	+	64	105	1.45	817.9
5.	+	0	+	62	90	1.60	943.2
6.	-	0	+	62	106	1.42	812.8
7.	0	+	+	62	96	1.54	894.6
8.	0	-	+	63	97	1.50	887.8
9.	0	0	+	63	96	1.50	864.7
10.	+	+	0	64	87	1.60	948.8
11.	-	+	0	64	100	1.42	793.8
12.	+	-	0	63	90	1.64	979.7
13.	-	-	0	64	102	1.43	809.1
14.	+	0	0	63	88	1.60	958.2
15.	-	0	0	64	101	1.42	806.6
16.	0	+	0	64	96	1.54	883.2
17.	0	-	0	63	96	1.52	901.4
18.	0	0	0	64	94	1.52	893.0
19.	+	+	-	64	86	1.60	935.1
20.	-	+	-	64	98	1.40	788.1
21.	+	-	-	64	90	1.68	973.5
22.	-	-	-	64	101	1.46	810.9
23.	+	0	-	64	88	1.63	952.6
24.	-	0	-	64	99	1.44	795.9
25.	0	+	-	63	95	1.56	906.2
26.	0	-	-	64	93	1.53	881.8
27.	0	0	-	64	93	1.50	881.2

As regards to the number of courses per 100 mm of knitted fabric, a wide spread of data from 86 to 106 (table 2) is observed. The regression dependences were obtained as a result of mathematical processing of the experimental data. The regression dependences on two parameters for a fixed value of third factor that adequately reflect the dependence of N_c on the variable process parameters are presented in Table 3. It is observed that the number of courses per 100 mm of

knitted fabric (vertical density) depends on all three factors x_1 , x_2 and x_3 , but their effects are different.

It is obvious that the number of weft inserted threads has the greatest influence on N_c that is, the linear density of the weft yarn is very important factor. When it is doubled (from 2 to 4 ends), the number of courses per 100 mm of the knitted fabric decreases by 12-15%, which is directly related to the increase in the loop height to the positioning of weft threads.

Table 3

Regression Dependences

Fixed factors level	Number of courses per 100 mm	Thickness, mm
$\varepsilon = 210 \%$	$N_c = 111,8 - 5,8 k - 0,2 q$	$T = 1,242 + 0,102 k - 0,004 q$
$\varepsilon = 240 \%$	$N_c = 114,6 - 6,2 k - 0,2 q$	$T = 1,223 + 0,097 k$
$\varepsilon = 270\%$	$N_c = 119,7 - 7,7 k$	$T = 1,235 + 0,089 k$
$q = 2 \text{ g}$	$N_c = 105,8 - 6,2 k + 0,03 \varepsilon$	$T = 1,208 + 0,108 k$
$q = 6 \text{ g}$	$N_c = 68,7 + 2,8 k + 0,2 \varepsilon - 0,04 k \varepsilon$	$T = 1,236 + 0,092 k$
$q = 10 \text{ g}$	$N_c = 81,0 + 0,3 k + 0,14 \varepsilon - 0,03 k \varepsilon$	$T = 1,240 + 0,091 k$
$k = 2$	$N_c = 82,0 + 0,08 \varepsilon - 0,2 q$	$T = 1,418$
$k = 3$	$N_c = 84,7 + 0,04 \varepsilon$	$T = 1,550 - 0,005 q$
$k = 4$	$N_c = 84,0 + 0,03 \varepsilon - 0,4 q$	$T = 1,656 - 0,008 q$

The effect of the pre-elongation of the elastomeric thread on the vertical density of knitted fabric is directly related to the linear density of weft inserted yarn. Thus, for fabrics with two yarn ends ($k = 2$), the pre-elongation change from 210 to 270 % leads to an increase of the vertical density by 5 %, while for fabrics with $k = 3$ or $k = 4$ the number of courses per 100 mm increases by 3 % only. This is due the fact that the relaxation processes of elongated elastomeric threads occur better conditions in knitted structure with a smaller number of threads as the weft. In such structure, the chain loops of wale are tilted in opposite direction at neighboring courses and the loop slope to the vertical increases with relaxation degree of elastomeric threads.

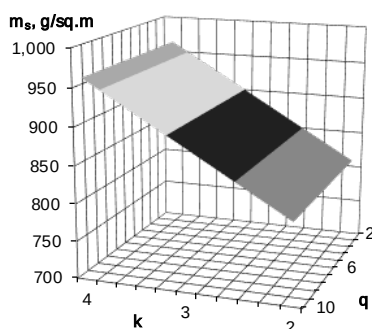
The tension of the ground yarn has the least influence on the number of courses per 100 mm of fabric (vertical density). The change of additional loads from 2 to 10 leads to a decrease in the number of courses N_c by 1.5-3.0% only, which is associated with a change of the loop length. But due to loops slope changing the loop length leads to a change of the slope angle and not the height of the course. It should be noted that the effect of this factor was not fixed when pre-elongation of the elastomeric threads was 270%. In this case, the loop configuration depends on the relaxation degree of the elastomeric thread only and not on the tension of the ground yarn itself.

The thickness of knit is an essential factor determining the performance of elasticized fabrics, and their raw material consumption particularly. The regression equations which adequately describe the process under study have been obtained based on the mathematical processing of the experimental data (Table 3). It is obvious and predictable that the thickness of the fabric depends on the linear density and the number of weft threads. The doubling of the linear density (from 2 to 4 yarn ends) of the weft leads to an increase by 15% the fabric thickness. As a result of the studies, it has been established that the pre-elongation value of the elastomeric thread does not affect the

thickness of the elasticized fabrics, which indicates an equal degree of its relaxation in the knitted structure: the thickness of the elastomeric yarn is the same for all fabric variants.

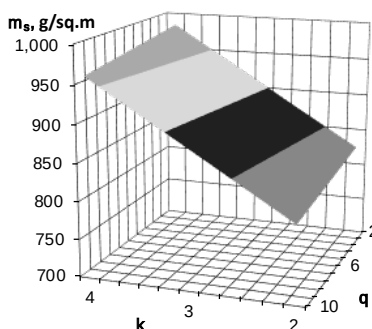
The influence of the ground yarn tension on the fabric thickness is directly related to the weft inserted threads. With an increase in the number of threads in the weft as the pre-tension of the ground yarn increases, the thickness of the elasticized knitted fabric is varying: there is no change for $k = 2$; the thickness decreases within 3 % for $k = 3$, and the thickness decreases by 5 % for $k = 4$. It can be assumed that with decrease of the loop length, which occurs due to the increase of the additional weight on the thread, the loop is tightened and it presses the weft yarns to the elastomeric thread that laid longwise. When using 3 and 4 threads as a weft, they can position in several modes, which will depend on the loop size. When using 2 ends of weft yarn, they are arranged one above the other anyway.

Previous studies [7] have detected that the above indicators determine the basis weight of knitted fabrics in one or another way. The mathematical dependences of the basis weight of knitted fabrics on technological factors were obtained by mathematical processing of the experimental data (Table 2). The graphical representations of dependences are showed on Fig.1 for a fixed value of one of the technological parameters x_1 , x_2 or x_3 .



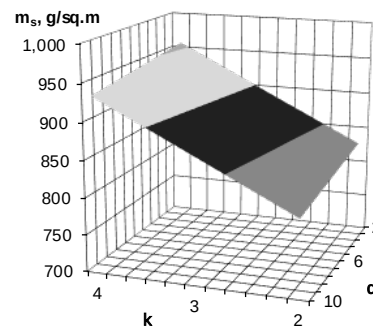
$$m_s = 652.7 + 77.7 k$$

a. $\epsilon = 210 \%$



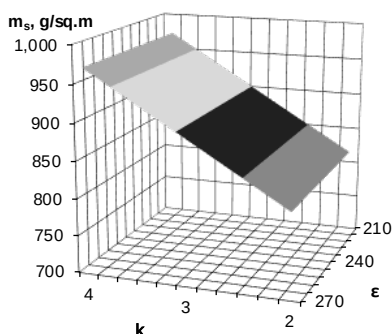
$$m_s = 670.1 + 79.5 k - 2.7 q$$

b. $\epsilon = 240 \%$



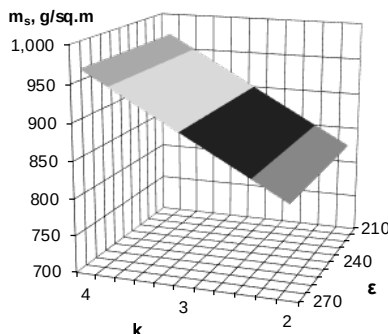
$$m_s = 700.6 + 65.1 k - 2.6 q$$

c. $\epsilon = 270 \%$



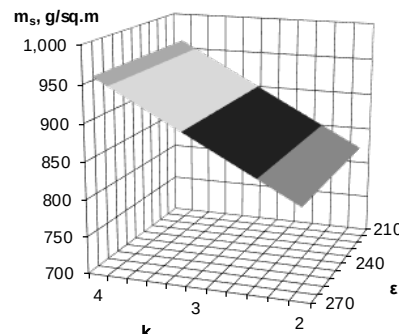
$$m_s = 656.5 + 78.8 k$$

d. $q = 2 \text{ g}$



$$m_s = 677.5 + 73.1 k$$

e. $q = 6 \text{ g}$



$$m_s = 681.2 + 69.9 k$$

f. $q = 10 \text{ g}$

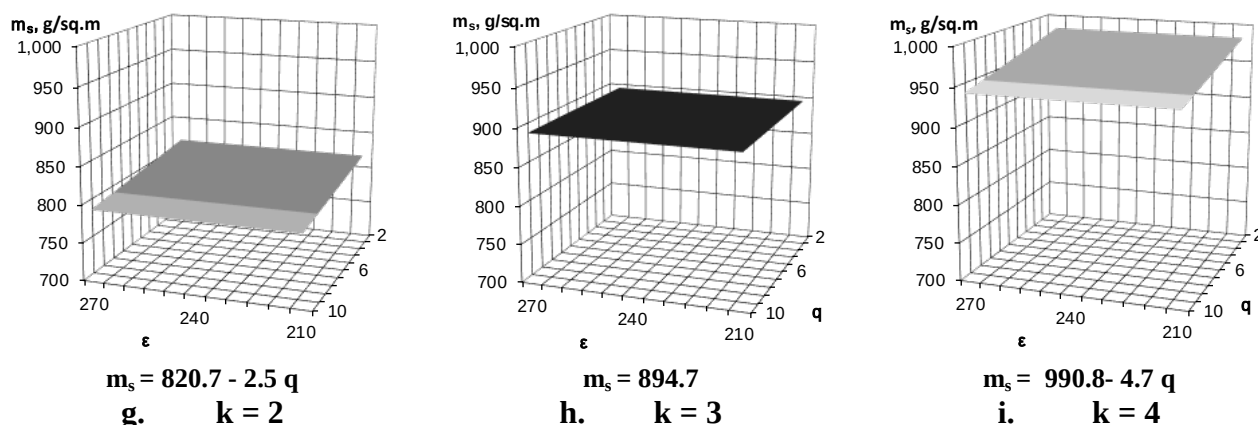


Fig. 1. Basis weight dependences

Obviously, the number of yarn ends in the weft (Fig.1.a-f) has the greatest influence on the basis weight of the elasticized knitted fabric. Reducing the ends number from 4 to 2 leads to a significant (up to 20 %) reduction of the fabric weight, which naturally and without doubt. In some cases, the effect of the pre-tension of the ground yarn (q) on the basis weight has been revealed. This influence is very insignificant: a change of the additional load on the filament from 2 to 10 g leads to a decrease of the basis weight by 3 ÷ 4 % only (Fig.1.b, c, g), and by 5 % in case of using 4 yarn ends in the weft (Fig.1.i). Such influence of the tension of the ground yarn occurs by changing the loop length of the chain interlooping. As for the pre-elongation of the elastomeric threads (ϵ), no effect on basic weight of elasticized knitted fabric has been established in this study.

It should be noted that the elasticized knitted fabric has the smallest basis weight when only 2 yarns ends are used as the weft and the additional load on the ground yarn is 8 ÷ 10 g. From 0.25 to 0.35 m² of elasticized fabric is used for one abdominal binder production. Consequently, the using of fabric with up to 800 g / m² basis weight instead the traditional 900 ÷ 1000 g / m² leads to an average decrease the items weight by 50 g.

Conclusion. Design of elastic materials for medical purposes is aimed not only at improving the structural and functional properties, but also at reducing the material consumption as well as the items weight. It has been established as a result of the study that the linear density of weft inserted yarn has the greatest influence on the characteristics of knitted fabric, especially on the basis weight of fabric. Twice increase of linear density leads to increase by 15% the number of courses per 100 mm as well as the fabric thickness and by 20% the basis weight. The influence of the tension of the ground yarn and the pre-elongation of elastomeric thread does not exceed 5%. Therefore, in order to reduce the material consumption, it is necessary to reduce the linear density of the weft yarn, which used as a binding element and as the cover to prevent the elastomeric yarn contact with the human body also.

References

1. Galyk I.S. Semak V.D. Using of nanotechnology for the medical textile production // Bulletin of KNUITD. – 2014. – № 3 (77). – P. 176÷186.
2. GOST 31509 – 2012. Medical elastic manufactured articles for the fixation and compression. General technical requirements. Test methods. – Moscow: Izdatelstvo Standartov, 2013. – 28 p.

3. Omelchenko V.D., Sazonova T. Problems of antenatal knitted bandages design // Bulletin of KNUTD. – 2014. – № 4 (78). – P. 182÷188.
4. Pecherska A., Sadretdinova N. Optimization properties bandage products are intended for rehabilitation // Technologies and Design. – 2015. – № 3. – http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2015_3_5.
5. Melnyk L.M., Kyzymchuk O.P. The utilization of elastic knitted materials in the medical-preventive goods // Bulletin of KNUTD. – 2012. – № 4 (66). – P. 139÷145.
6. Prodanchuk I. The Investigation of elastic band properties of preventive corset for posture correction of high school juniors // Bulletin of KNUTD. 2013. №4 – P. 62÷65.
7. Kyzymchuk O.P., Pozhyvyl O.V., Golikova O.Y. Properties of elastic filling warp knitted fabric. // Bulletin of Khmelnytsky National University. – 2012. – №4. – P. 217÷221.
8. Kyzymchuk O., Melnyk L., Ermolenko I. Power-intensity and technological capability of modern warp knitting machines. // Bulletin of KNUTD. – 2015. – № 5. – P.106÷112.
9. Ermolenko I.V., Kyzymchuk O.P The development prospects of warp knitting machines for the lace production. // Problems of Light and Textile Industry of Ukraine. – 2012. – № 2 (20). – P. 162÷167.
10. GOST 8846-87 Knitted fabrics and garments. Methods for determination of linear demensions, distortion number of courses and wales and yarn length in the loop – Moscow: Izdatelstvo Standartov, 1988. – 18 p.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПОВЕРХНОСТНУЮ ПЛОТНОСТЬ ЭЛАСТИЧНЫХ ПОЛОТЕН

КИЗИМЧУК Е.П., МЕЛЬНИК Л.М., ЛЯХОВА В.Р., ГУБАР И.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Изучение влияния технологических параметров вязания на структуру и материалоемкость основовязаного эластичного трикотажа для изготовления изделий реабилитационного назначения.

Методика. Для достижения поставленной цели использованы методы математического планирования эксперимента, стандартные методы исследования параметров структуры трикотажа, а также статистические методы обработки и анализа экспериментальных данных.

Результаты. На основании спланированного и проведенного эксперимента, в котором в качестве входных факторов были выбраны натяжение грунтовой нити, линейная плотность поперечной уточной нити и предварительное удлинение эластомерной нити, получены математические зависимости, позволяющие определить степень влияния выбранных технологических параметров вязания на структурные характеристики трикотажа, особенно его поверхностную плотность.

Научная новизна. Предложены математические модели для проектирования основных параметров структуры и поверхностной плотности основовязаного эластичного трикотажа, в основу которых положены следующие технологические параметры вязания: натяжение грунтовой нити, предварительное удлинение эластомерной нити и линейная плотность поперечной уточной нити.

Практическая значимость. Полученные результаты исследования расширяют знания о влиянии технологических параметров вязания на материалоемкость основовязанных эластичных полотен уточного переплетения и могут использоваться на этапе проектирования реабилитационных изделия обеспечивая прогнозируемые показатели качества.

Ключевые слова: технологические параметры вязания, параметры структуры, основовязанный эластичный трикотаж, эластомерная нить.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ПОВЕРХНЕВУ ГУСТИНУ ЕЛАСТИЧНИХ ПОЛОТЕН

КИЗИМЧУК О.П., МЕЛЬНИК Л.М., ЛЯХОВА В.Р., ГУБАР І.І.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Встановлення впливу технологічних параметрів в'язання на параметри структури та матеріалоємність основов'язаного еластичного трикотажу призначеного для виготовлення реабілітаційних виробів.

Методика. Для досягнення поставленої мети використано методи математичного планування експерименту, стандартні методи дослідження параметрів структури трикотажу та статистичні методи обробки та аналізу експериментальних даних.

Результати. На основі спланованого та проведеного експерименту, в якому як вхідні фактори обрано натяг ґрунтової нитки, лінійну густину поперечної утокової нитки та попереднє видовження еластомерної нитки, розроблено математичні залежності, що дозволяють визначити ступінь впливу технологічних параметрів в'язання на структурні характеристики трикотажу, особливо його поверхневу густину.

Наукова новизна. Запропоновано математичні моделі для проектування основних параметрів структури основов'язаного еластичного трикотажу, в основу яких закладено наступні технологічні параметри: натяг ґрунтової нитки, попереднє видовження еластомерної нитки та лінійна густина поперечного утоку.

Практична значимість. Отримані результати, дозволяють розширити знання про вплив технологічних параметрів в'язання на матеріалоємність основов'язаних еластичних тасьм утокового переплетення та можуть бути використані на етапі проектування виробів забезпечуючи прогнозовані показники якості.

Ключові слова: технологічні параметри в'язання, параметри структури, основов'язаний еластичний трикотаж, еластомерна нитка.

УДК 685.31

ЛОБАНОВА Г.Є., КОВАЛЮК О.В.

Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ДИТЯЧОГО ВЗУТТЯ

Мета. Дослідження чинників, що впливають на формування асортименту дитячого взуття і задовольняють вимоги покупця до даного товару.

Методика. Для психологічного дослідження та визначення найвагоміших критеріїв впливу на вибір споживачем взуття, обрано метод експертних оцінок з подальшою математично-статистичною обробкою даних.

Результати. Встановлено, що споживчі властивості товарів визначають різною мірою ефективність використання виробів за призначенням, їх соціальну значущість, практичну корисність, нешкідливість та естетичну досконалість. На основі уподобань споживачів розроблений асортимент дитячого взуття, який максимально відповідає їх запитам.

Наукова новизна. Встановлено розбіжності вагомих показників серед споживачів за рівнем досвіду виховання дітей у сім'ї та продавців взуття.

Практична значимість. Розроблено асортимент дитячого взуття та запропоновані рекомендації для підвищення психологічного комфорту та задоволення потреб споживачів.

Ключові слова: дитяче взуття, споживчі властивості, споживчі вимоги, психологічний комфорт.

Вступ. Сучасний покупець потребує від взуття наявності не тільки привабливого зовнішнього вигляду, але і відповідних споживчих властивостей, зокрема, експлуатаційних, естетичних і функціональних. Важливою проблемою сучасних підприємств є визначення якості і безпеки виробів, оскільки це пов'язано із насиченням ринку фальсифікованими матеріалами та взуттям вітчизняних і закордонних виробників. Останнім часом спостерігається тенденція зацікавленості споживача у придбанні сертифікованого товару, як такого, що пройшов випробування за різними показниками і є надійним та екологічно безпечним [1-6]. Особливо це стосується товарів для дітей. Оцінка рівня якості взуття неможлива без вивчення його властивостей та визначення одиничних показників, максимального врахування вимог та побажань споживачів.

Постановка завдання. В умовах ринкової економіки на етапах проектування нових моделей взуття та розробки технологічного процесу їхнього виготовлення доцільно проводити ретельний аналіз і розрахунки, зокрема, показників властивостей для зниження витрат при забезпеченні високого рівня якості виробу. Для створення взуття, яке б користувалося великим попитом сьогодні на ринку України, необхідно дослідити психологію вибору споживачем того чи іншого товару, а також необхідні маркетингові дослідження в точках роздрібного і оптового продажу взуття для всестороннього дослідження споживчих вимог. Для цього необхідно визначити, на які показники звертають увагу в першу чергу молоді і досвідчені батьки при покупці взуття, та що для них є важливим при виборі моделі взуття. Для визначення вагомих показників передбачається проведення анкетування, тому доцільно застосовувати метод експертних оцінок. Об'єктивність цього методу пов'язана з

удосконалюванням процесу оцінки, методів і способів обробки результатів. Це дасть можливість представити розрахунково та графічно важливість показників при оцінці споживчих вимог, а також визначити вагомі критерії популярних моделей дитячого асортименту взуття у підприємців, які безпосередньо займаються реалізацією взуття [1-4].

Результати досліджень. Виготовлення якісного дитячого взуття неможливе без статистичних даних, які складають основу для зміни конструкції, форми, застосування різних вкладних коригувань. Для цього періодично проводяться анкетування серед респондентів, щоб сприяти зростанню попиту та пропозиції [1,6].

З метою виявлення кількісних значень вагомості показників, які здійснюють суттєвий вплив на вибір взуття передбачається проведення анкетування.

В нашому випадку експертні оцінювання проводилися групою експертів-батьків, а також працівників оптово-роздрібної торгівлі дитячим взуттям. При визначенні кількості експертів ми керувалися правилами вибіркового соціологічного дослідження і експертних опитувань [2].

Для досягнення правильних та точних результатів дослідження запропоновано залучити психологів і маркетологів, що забезпечить правильність розробки психологічно доцільної анкети для батьків, а також дасть змогу визначити вагомі критерії популярних моделей дитячого асортименту та дати власні рекомендації виробникам взуття.

Якість визначення вибірки респондентів істотно впливає на ступінь задоволення вимог генеральної сукупності споживачів взуття. У даному випадку, під час розробки показників властивостей взуття, визначальним чинником є використовуваний метод обробки даних інтерв'ю – апріорне ранжування чинників. При аналізі думок експертів застосовувалися математико-статистичні методи, зокрема, метод рангів, послідовних та парних порівнянь. Перевірка узгодженості оцінок, отриманих від декількох експертів, проводилася методами рангової кореляції.

Для отримання необхідної інформації була розроблена анкета, що включає в себе перелік основних споживчих властивостей взуття з короткою характеристикою, на які в першу чергу звертають увагу батьки. Отже, батькові чи матері пропонувалося не тільки оцінити вагомість показників, але й обрати елементи, які найбільш привертають їхню увагу при виборі взуття. Цю інформацію планувалося використати при створенні нової колекції. Для психологічного аналізу вибору батькам на початку анкети поставили питання про вік опитуваного та наявність/кількість дітей.

З метою порівняння та визначення відмінності вимог до взуття батьків, створено анкету для підприємців-реалізаторів у місцях оптово-роздрібного продажу дитячого взуття.

Оскільки експертний метод базується на врахуванні оцінок експертів, був проведений поділ респондентів на дві групи: перша – за наявністю власних дітей та друга – за причетністю до продажу взуття. За результатами статистичних даних відомо, що у батьків з більшим життєвим досвідом більш чітко формуються споживчі вимоги до товарів тривалого використання, в тому числі взуття. Вони керуються особистою думкою, зважаючи на власний досвід. Тому серед батьків також був проведений поділ за рівнем досвіду виховання дітей у сім'ї: 32 особи, що виховують одну дитину, а 38 осіб – двоє і більше дітей.

Кількість експертів у групі підприємців, які займаються безпосередньо реалізацією взуття становить 40 осіб. Серед цих респондентів не проводився поділ за статевою ознакою,

оскільки компетентна в даній галузі людина має керуватись набутими знаннями, незважаючи на статть.

Експерти присвоїли показникам ранги від 1 до 10, тобто, найвагомішому показникові присвоюється ранг $R = 1$, а найменшому – ранг $R = 10$. Таку рангову оцінку можна пояснити психологічним підходом до питання.

В якості основних критеріїв споживчих властивостей дитячого взуття запропоновано перелік показників для анкети батьків:

- 1 – *конструкція взуття* (м'яка, жорстка, напівжорстка) X_1 ;
- 2 – *спосіб фіксації на нозі* (ремінці, застібка «блискавка», резинка, шнурівка, стрічка «Velcro») X_2 ;
- 3 – *співвідношення ціни та якості виробу* (якість, ціна, ціна-якість, брендові колекції) X_3 ;
- 4 – *матеріали для взуття* (вироби з текстилю, вироби з шкіри, вироби з велюру, вироби зі штучних матеріалів) X_4 ;
- 5 – *вид підодшви* (PU (поліуретан), TR (термоеластопласт), RB (Гума + PU методом прямого приливу поліуретану до гумовому протектору), натуральна шкіра) X_5 ;
- 6 – *стиль взуття* (спортивний, класичний) X_6 ;
- 7 – *колір* (модні кольори сезону, яскраві-кислотні кольори, поєднання декількох різних кольорів, спокійна кольорова гама) X_7 ;
- 8 – *сезон* (літо, зима, весна-осінь) X_8 ;
- 9 – *термін носіння взуття* (на «виріст», на півроку, на сезон, на декілька сезонів) X_9 ;
- 10 – *мотивація вибору* (власний смак, модні тенденції, класичні форми, оригінальний дизайн) X_{10} ;

Анкети для групи експертів-підприємців, які займаються безпосередньо реалізацією дитячого взуття відрізняються від анкети для експертів-батьків тільки одним показником X_1 – *виробник замість показника конструкція взуття*.

Проведено опитування усіх респондентів та здійснено статистично-математичну обробку отриманих даних, яка у психології базується на статистиці. Обробка експертних оцінок полягає у виявленні ступеня узгодженості думок експертів, підрахунку зведених характеристик опитування групи експертів, визначенні коефіцієнтів вагомості (значущості) окремих показників якості і розміщенні їх у певній ієрархічній послідовності [2,6,7].

У результаті проведення розрахунків та аналізу отриманих даних виявлено, що своїм вибором у першу чергу батьки виділили ті показники, що відповідають за якість та комфорт взуття, створюють безпечний рух та ріст дитини. Друга група експертів, у свою чергу, виділила показники властивостей дитячого взуття, які користуються популярністю у споживача: спосіб фіксації на нозі, співвідношення ціни та якості виробу, матеріал верху, стиль взуття, колір (рис. 1.).

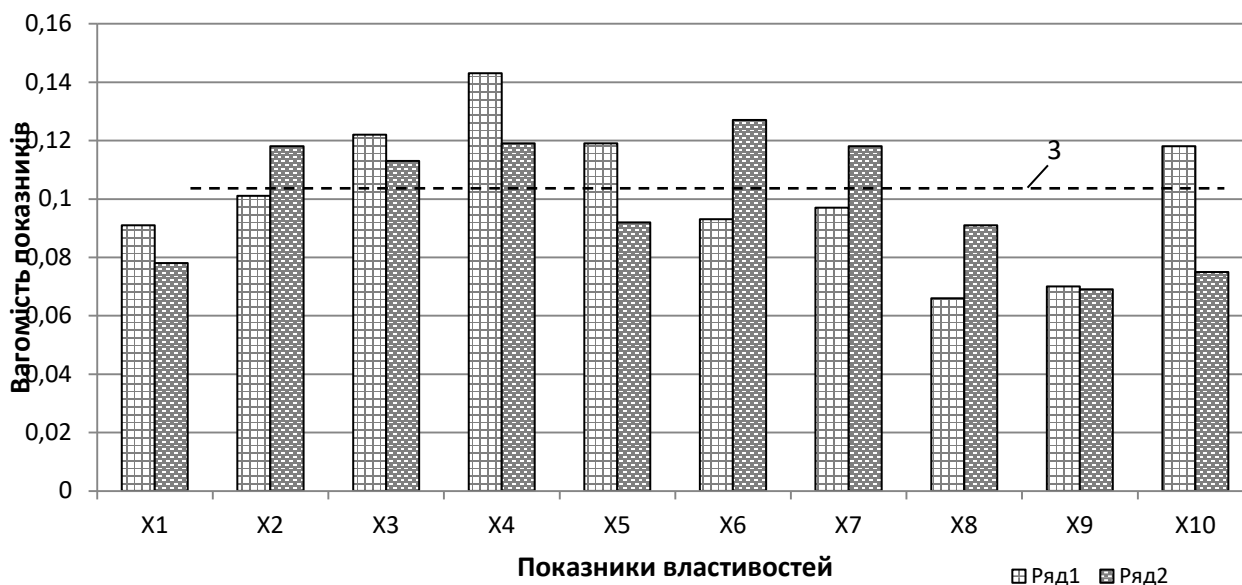


Рис. 1. Порівняння вибору показників групами експертів:
1 ряд – перша група; 2 ряд – друга група; 3 – значущість показників

Для першої та другої групи експертів найважливішим виявилися показники: спосіб кріплення на носі, матеріали верху взуття, співвідношення ціни та якості виробу.

Батьки надають перевагу жорсткій конструкції взуття, яка забезпечує надійну фіксацію і захист п'яткової та носкової частини взуття і водночас не перешкоджає вільному руху дитини. Найбільший відсоток респондентів обох груп віддають перевагу зручності у фіксації стопи та вибирають стрічку «Velcro», аргументуючи це тим, що дитині легше закріпити ремінець на взутті «липучкою», ніж шнурувати взуття чи вставляти ремінець у пряжку. 25 % опитаних батьків обирають застібку «блискавку», особливо у поєднанні з шнурівками (22 %) для зручної зміни повноти взуття. Ціна виробу також є важливим чинником. Більшість батьків обирають виріб з позицій відповідності ціна-якість, проте значна їх частина пріоритетним вважає якість взуття, а ціна є другорядним показником. Експерти-підприємці пріоритетною вказали саме ціну виробу.

При виборі матеріалів верху взуття першою групою експертів, лідером залишаються натуральна шкіра та штучні матеріали. Більшість експертів другої групи вибрали взуття з верхом із штучних матеріалів, очевидно тому, що воно дешевше і його легше реалізувати на ринку. Щодо вибору матеріалу підошви, результати опитування двох груп експертів співпали: поліуретан та термоеластопласт.

Батьки і підприємці-реалізатори взуття віддають перевагу спортивному стилю взуття для зручності у повсякденному носінні, а також простоті класичних форм та невибагливості конструкції для полегшення догляду за взуттям. Результати вибору кольорової гами показали, що батьки віддають перевагу класиці – спокійній кольоровій гаммі, проте їх вибір зупиняється також і на модних кольорах сезону.

При опитуванні респондентам також пропонувалося обрати не тільки важливий для них показник, але й конкретну його характеристику. Ця інформація дозволить більш детально

визначити, який саме матеріал верху, тип підошви, стиль, колір, спосіб кріплення на нозі, конструкцію доцільно використовувати при створенні колекції взуття для дітей дошкільного віку.

Батьки зазначили вагомість покупки взуття у будь-якому сезоні, оскільки в дошкільному віці у дітей відбувається швидкий ріст та розвиток, і як наслідок, швидко змінюється розмір взуття. Значна кількість батьків зауважила, що зимове взуття купується рідше, особливо у сім'ях, де є старші діти, оскільки воно не так швидко зношується, і тому «передається у спадок» від старших дітей.

Термін носіння взуття залежить не лише від якості виробу, фізіологічних особливостей дитини, а й від достатку, бо не кожна сім'я має можливість купувати декілька виробів на сезон. Оскільки дитяче взуття швидко зношується або стає малим за розміром, найчастіше покупці-батьки (46%) вибирають своїй дитині взуття на сезон, менша кількість – 26% купують взуття «на виріст», хоча це може призвести до відхилень у розвитку опорно-рухового апарату дитини.

При опрацюванні анкет батьків, що виховують одну дитину та двоє і більше дітей було виявлено, що наявність різного батьківського досвіду впливає на вибір споживчих властивостей дитячого взуття (рис. 2).

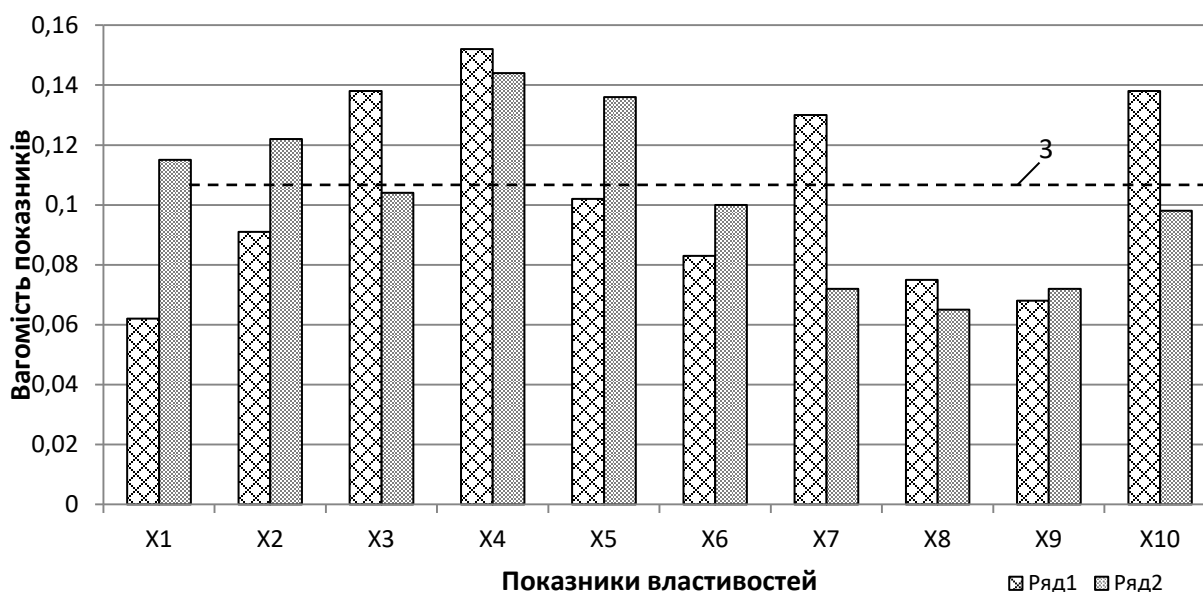


Рис. 2. Порівняння вибору показників експертів з різним батьківським досвідом:
1 – батьки, що виховують одну дитину; 2 – батьки, що виховують двоє і більше дітей;
3 – значущість показників

Проведене опитування свідчить, що батьки з більшим досвідом виховання дітей, звертають увагу суто на споживчі властивості взуття, які забезпечують якість і комфортність виробу, а, відповідно, здоровий розвиток стопи дитини.

Респонденти з однією дитиною є в переважній більшості молодими сім'ями. Через брак досвіду вони надають перевагу найчастіше таким показникам як колір, мотивація вибору (мода, оригінальний дизайн). Це пояснюється бажанням виділитися з натовпу і сприймається, як критерій успішності.

Висновки. Таким чином, у результаті проведених досліджень, визначено основні показники, які формують вибір взуття батьками з різним життєвим досвідом та підприємцями-реалізаторами дитячого взуття. Здійснено психологічний аналіз отриманих результатів та проведено порівняння показників споживчих вимог усіх експертів. Отримані розбіжності при виборі дитячого взуття серед батьків свідчать про залежність вибору від життєвого досвіду, тобто наявної кількості дітей.

На основі уподобань споживачів рекомендовано виробникам створити асортимент дитячого взуття дошкільного віку з врахуванням таких показників: жорстка конструкція, фіксація на стопі за допомогою стрічки «Velcro», матеріал верху – натуральна шкіра та відповідність модним тенденціям. Розробникам нових моделей взуття пропонується прийняти до уваги основні чинники, що за результатами дослідження, може сприяти маркетинговому успіху продукції на ринку.

Список використаних джерел

1. Беднарчук М. С. Товарознавчі аспекти формування національного ринку взуття: монографія. / М. С. Беднарчук – Львів: Вид-во ЛКА, 2009. – 476 с.
2. Паніна Н. В. Технологія соціологічного дослідження : курс лекцій / Н. В. Паніна. – К. : Наук. думка, 1996. – 232 с.
3. Федіна М. О. Аналіз чинників, що впливають на формування асортименту і підвищення попиту на дитяче взуття. / М. О. Федіна, А. І. Бабич // Легка промисловість. – 2014. – № 1. – С. 32-33.
4. Молебна Л. І. Аналіз чинників, що впливають на якість дитячого взуття / Л. І. Молебна // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія : Технічні науки. – 2011. – № 1. – С. 75-82.
5. Лобанова Г. Є. Мандзюк І. А. Дослідження з біотестування взуттєвих матеріалів // Вісник Хмельницького національного університету. Т 2. Технічні науки. – 2005. – № 6. – С. 212–217.
6. Лобанова Г. Є. Цимбалюк В. М Дослідження впливу конструкторсько-технологічних особливостей взуття на психологічну оцінку його комфортності // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – №3. – С.249-254.
7. Кернеш В. П., Омельченко Н. М., Коновал В. П. Дослідження естетичних властивостей взуття методом опитування та ранжування // Вісник Хмельницького національного університету.– 2005. – №6. – С.209-212.

References

1. Bednarchuk M. S. Tovaroznavchi aspekty formuvannia natsionalnoho rynku vzuttia: monohrafiia. / M. S. Bednarchuk – Lviv: Vyd-vo LKA, 2009. – 476 s.
2. Panina N. V. Tekhnolohiia sotsiolohichnoho doslidzhennia : kurs leksii / N. V. Panina. – K. : Nauk. dumka, 1996. – 232 s.
3. Fedina M. O. Analiz chynnykiv, shcho vplyvaiut na formuvannia asortymentu i pidvyshchennia popytu na dytiache vzuttia [Tekst] / M. O. Fedina, A. I. Babych // Lehka promyslovist. – 2014. – № 1. – С. 32-33.
4. Molebna L. I. Analiz chynnykiv, shcho vplyvaiut na yakist dytiachoho vzuttia / L. I. Molebna // Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Serii : Tekhnichni nauky. – 2011. – № 1. – S. 75-82.
5. Lobanova H. Ye. Mandziuk I. A. Doslidzhennia z biotestuvannia vzuttievkykh materialiv // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. T 2. Tekhnichni nauky. – 2005. – № 6. – S. 212–217.
6. Lobanova H. Ye. Tymbaliuk V. M Doslidzhennia vplyvu konstruktorsko-tekhnologichnykh osoblyvostei vzuttia na psykolohichnu otsinku yoho komfortnosti // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. – 2012. – №3. – S.249-254.

7. Kernesh V. P., Omelchenko N. M., Konoval V. P. Doslidzhennia estetychnykh vlastyvostei vzuttia metodom opytuvannia ta ranzhuvannia // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. – 2005. – №6. – S.209-212.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ДЕТСКОЙ ОБУВИ

ЛОБАНОВА Г.Е., КОВАЛЮК О.В.

Хмельницький національний університет

Цель. Исследование факторов, влияющих на формирование ассортимента детской обуви, и удовлетворяют требованиям покупателя к данному товару.

Методика. Для психологического исследования и определения наиболее существенных критериев влияния на выбор потребителем обуви, выбран метод экспертных оценок с последующей математико-статистической обработкой данных.

Результаты. Установлено, что потребительские свойства товаров определяют в разной степени эффективность использования изделий по назначению, их социальную значимость, практическую полезность, безвредность и эстетическое совершенство. На основе предпочтений потребителей разработан ассортимент детской обуви, который максимально соответствует их запросам.

Научная новизна. Установлены расхождения весомых показателей среди потребителей по уровню опыта воспитания детей в семье и продавцов обуви.

Практическая значимость. Разработан ассортимент детской обуви и предложены рекомендации для повышения психологического комфорта и удовлетворения потребностей потребителей.

Ключевые слова: детская обувь, потребительские свойства, потребительские требования, психологический комфорт.

RESEARCH ON THE FACTORS INFLUENCING THE RANGE OF CHILDREN'S FOOTWEAR

LOBANOVA G., KOVALYUK O.

Khmelnytsky National University

Purpose. The research addresses the factors that influence the range of children's footwear and satisfy customer requirements for this product.

Methodology. For the purpose of psychological research and determination of major factors influencing consumer's footwear choice, expert opinion method with further mathematical and statistical processing of data was chosen.

Findings. It was shown that consumer properties of goods determine different degrees of products usage efficiency, their social significance, practical usefulness, harmlessness and aesthetic perfection. On the basis of customer preferences the range of children's footwear that best suits their requirements was designed.

Originality. Differences between significant indicators among consumers with various levels of experience of raising children and sellers of footwear were shown.

Practical value. The range of children's footwear was developed and recommendations for improving psychological comfort and customer needs satisfaction were offered.

Keywords: children's footwear, consumer properties, customer requirements, psychological comfort.

LOZOVENKO S., BILOTSKA L.

Kyiv National University of Technologies and Design

THE RESEARCH OF METHODS TO IMPROVE THE AESTHETIC QUALITIES OF FUR GARMENTS

Purpose. *The improvement of fur garments competitiveness based on increasing of aesthetic properties.*

Methodology. *Literature-analytical methods and system-structural analysis are used for research.*

Results. *The classification of aesthetic quality indicators of fur garments is analyzed founded on the results of research. The ways of increasing the fur products quality level of due to the improvement of its aesthetic properties are suggested. The opportunity to expand the range of items, that made from natural fur, is obtained.*

Scientific novelty. *The systematization and justification of methods for improving the fur garments aesthetic properties is carried out.*

Practical value. *Recommendations have been developed and proposed to improve the aesthetic properties of fur products, which can be used for manufacturing items of natural fur at Ukrainian enterprises. The opportunity to expand the assortment of products from natural fur is obtained.*

Keywords: *fur garments, aesthetic qualities, the improvement of product quality level.*

Introduction. Meeting the consumer demand is the main task of modern enterprises. Demand as a need, supported by consumers' ability to pay, is a decisive factor in the formation of the industrial range [1]. Competitive advantages of fur clothing are growing at their fullest satisfaction of human needs that form the demand. One of the possible ways to affect the competitiveness of manufactured products is to offer new product on the market, which combines enhanced exploitation and additional aesthetic characteristics [2].

In the current social and economic conditions, the successful work of fur manufacturer enterprises is impossible without constant renewal of the product range. The high cost of fur clothing, modern pace of life requires a more thorough analysis of the product design and research of tools for improving their quality. One of the instruments to meet consumer demand for garments made of natural fur is increasing their aesthetic qualities - the use of new design and technological solutions, original features and finishes. A significant role in expanding the range of fur clothing play methods of processing and finishing of the source material – fur semi-finished material, modern methods of cutting and obtaining fur plates.

Objectives. Thus, the study of current trends increase the aesthetic of fur clothing and implementation of new technologies in production processes make it possible to expand the product range of fur products and enhance the competitiveness of garments made of natural fur. The given tasks could be solved by systematization and generalization of scientific and technical information.

Research results. Consumer properties of fur garments are caused by the natural properties of fur skins, technological operations of processing semi-finished products and tailor production operations. It is reasonable to review the classification of aesthetic quality indicators of fur clothing to improve the aesthetic level of products.

Aesthetic quality indicators of fur garments are divided into three groups (Fig. 1).

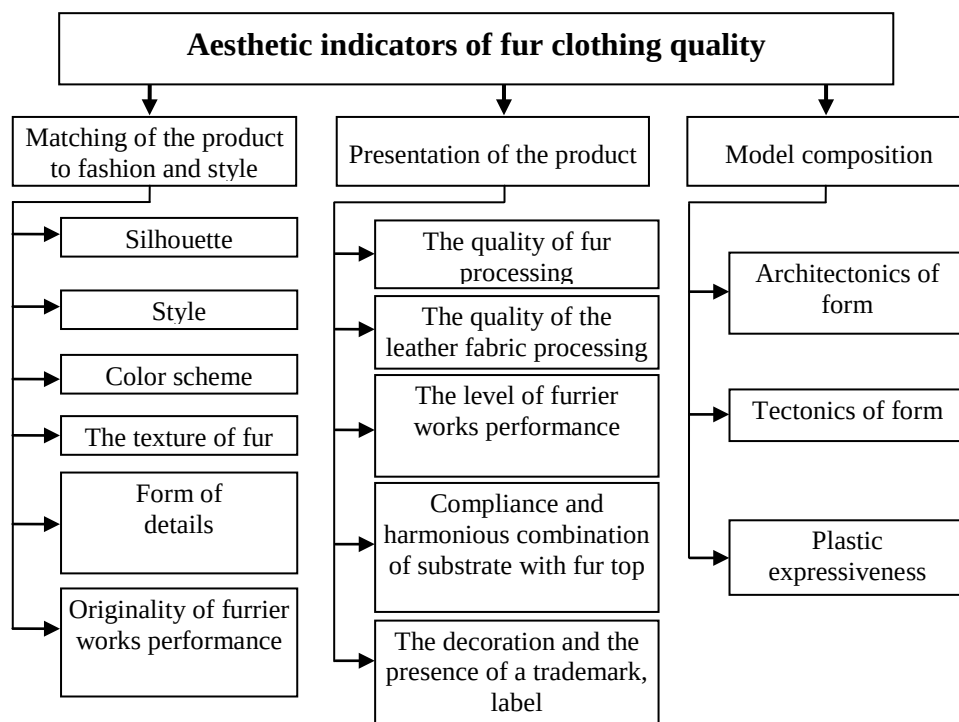


Fig. 1. Classification of the aesthetic quality indicators of fur clothing

Group aesthetic index, matching with fur fashion and modern style, consists of the following individual indicators: silhouette, cut, color, texture of the fur, shape details, originality of furrier works performance [3]. The aesthetic perception of fur products is directly related with the quality of fur trim and texture uniformity, color and other properties in selected product skins, as well as the quality and design of substrates, including originality, expressiveness and informative branded trademarks [4].

According to this group indicator of product presentation is determined by: quality of fur; quality of leather trim fabric; level of work execution; appropriateness and harmonious combination of substrate with a fur-top, quality of its processing; decoration and informativity of trademark, label. It should be noted, that in addition to the qualitative selection of skins the appropriate level of furrier works performance is characterized by: careful removal of defects and selection of inserts and consoles; thoroughness and accuracy of technological processing and available structural elements, joints, details (quality of stitches, seams, edges equality, symmetry of parts and components, reliability of seams and parts, etc.).

Three individual indicators that define the architecture and tectonics shape as well as plastic expressiveness of the product can characterize group index of aesthetic model composition. Under architectonics we understand the integrity of forms, consistency and harmony of shapes and colors, similarity of parts and the whole, internal organizational structure of the product. Plastic severity is determined by the elegance of design elements, tectonics by logical and constructive relationship forms, structures and properties [4].

As the next step, quality improvement of the aesthetic fur product based on the qualitative parameters was proposed (Fig. 2). Firstly, it is creation of the silhouette shapes corresponding with time and fashion, as well as improving of constructive solution of the models.

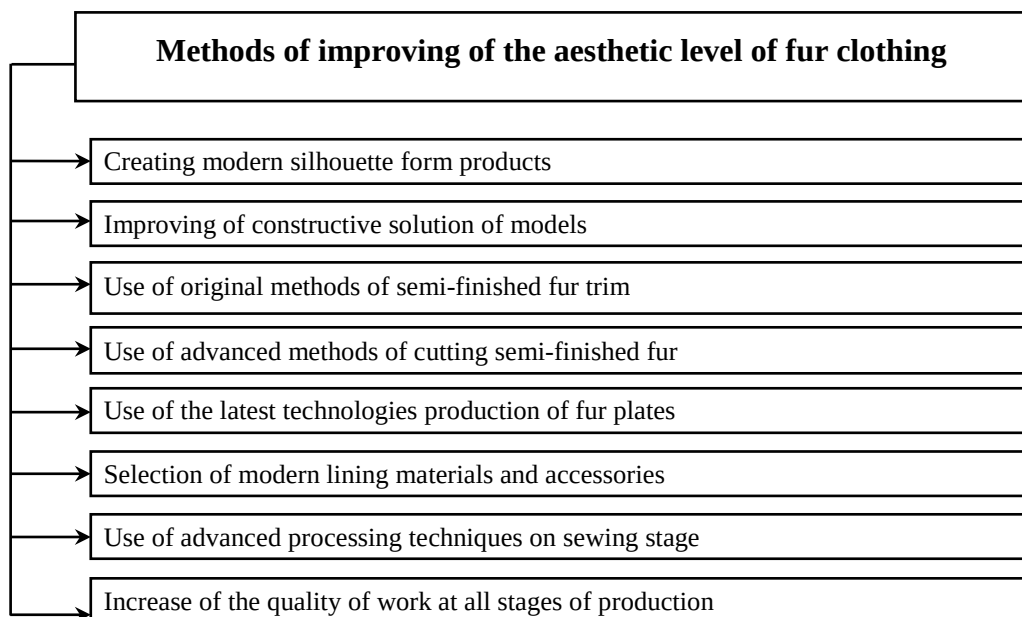


Fig. 2. **Methods of improving of the aesthetic level of fur clothing**

The extraordinary potential of fur gives designers the opportunity to bring fur products in avant-garde fashion (Fig. 3). Modern fashion dictates originality of constructive and decorative solutions, there is a tendency to new forms and volumes of natural fur apparel [5], which in turn causes the need to pay more attention to construction of the models. Indeed, design is a very responsible stage in the fur-clothing life cycle; it determines not only the quality level, but also economic efficiency of production and consumption. As shown in practice, analysis of scientific and technical sources, the most effective thing in new models developing is usage of the combinatorial principles, which are widespread in design [4; 6].

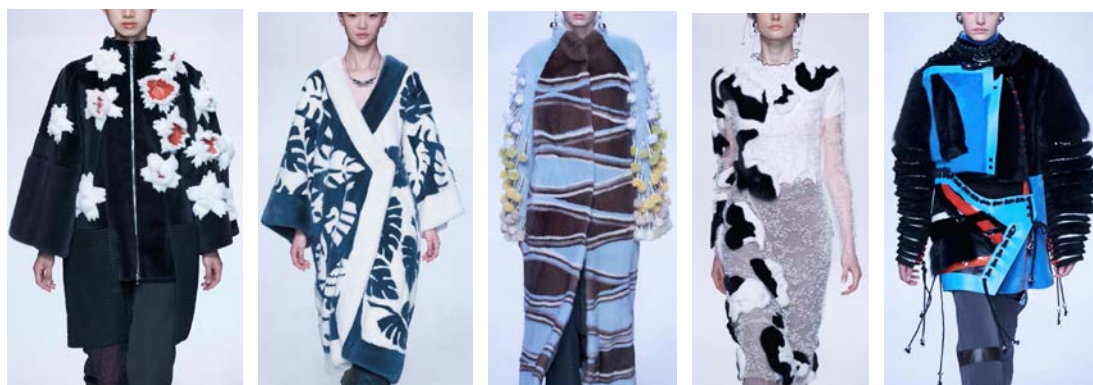


Fig. 3. **Modern constructive and decorative solutions [5]**

Fur is one of the costliest types of materials used in the garment industry. Cost of fur products on 80-90% consists of the cost of semi-finished fur [7]. Therefore, in the present conditions, special attention is dedicated to the methods of its refining. New high-quality processing

technologies for fur semi-finished products promote the expansion of the range of fashionable fur, which allow getting easy and plastic leather cloth of various colors. The final look of fur products largely depends on trimming processing of semi-finished fur, both at the stage of leather fabric finishing (printing, laser treatment, compression) and in the process of fur side (bleaching, dyeing, cutting, plucking, sheared).

Different effects of leather fabric (Fig. 4) are used for making bilateral clothing, scarves, rugs and much more. Modern technology allows print single color, multi-dye or tie-dye; any graphic look; apply a variety of monochromatic and polychromatic images on the leather fabric without altering the color of fur. Implementation of stamping is a new solution of adding 3D-effect to the leather side of the skins. With the help of laser engraving even photographic images can be put.

Technologies of dressing the fur side have become extraordinary variety (Fig. 5). Today cutting treatment of fur is done not only to provide the required length, but also for various artistic effects. Another focus is removal of thick fur and coarse guard hair using shearing or plucking technique.

Dyed fur lately is gaining more supporters. The use of dyes allows aligning tone of fur semi-finished and facilitating the work on selection of skins for the product. Apart from homogeneous staining, which was used in the past to conceal the vices, technologies for partial fur coloring which provide new precious shades and different effects stood out: fantasy (chaotic) painting - chaotic mixing of the skin surface of 3 to 20 colors; restore vertebral line; painting with gradation of colors - with smooth staining intensity in the direction from the head to the tail of skins; "snow top" - with various versions of coloring of fur tips and bases; screen dyeing - with application on the fur surface different images.

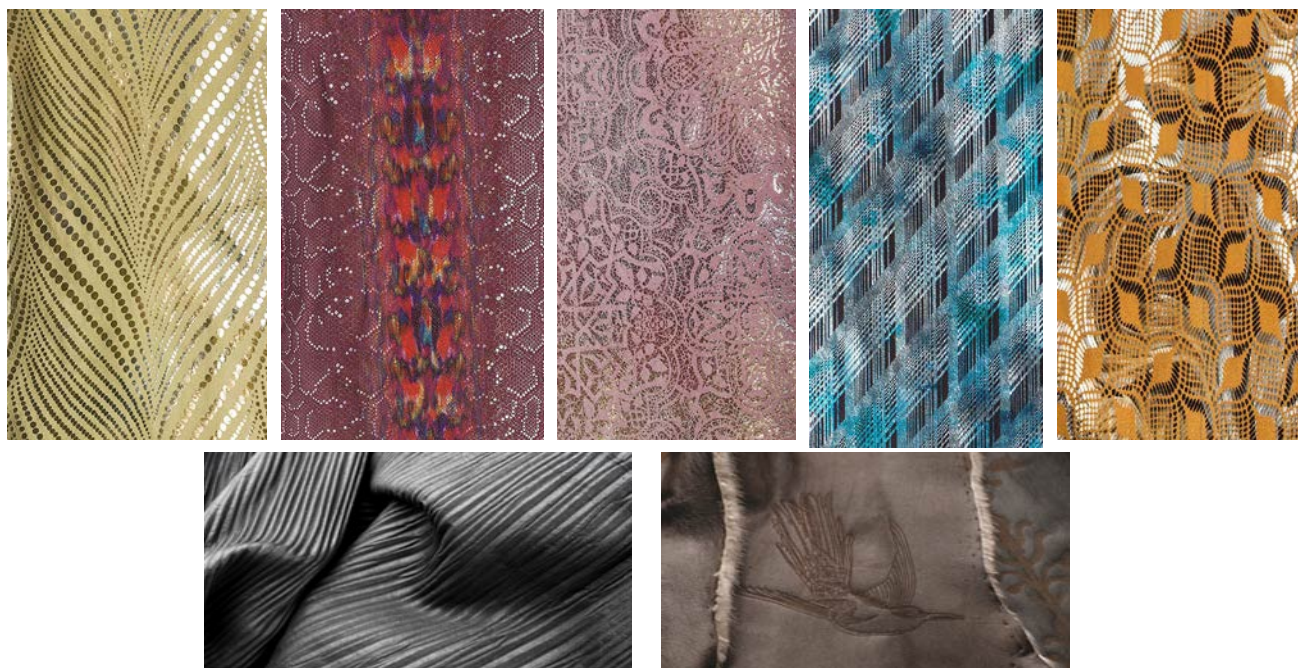


Fig. 4. Different effects of leather side [8-9]



Fig. 5. Dressing the fur side [9-10]

Other point of interest is usage of new plasma technologies of fur semi-finished products trim, which allow purposefully change the structure of the material and improve the physical, mechanical and aesthetic characteristics. It is established that combination treatment with plasma adds additional complex of aesthetic properties (the original color, extra shine, color overflow effect etc.). It should be noted that plasma technologies are related to environmentally clear processes what is their advantage [11].

In general, an important step in improving the aesthetic qualities and the level of fur quality products is the selection of the appropriate method of skins cutting. Skins cutting is the most complex and time-consuming stage of fur products production [7]. One or more methods are used simultaneously. Sophisticated methods of skins cutting can change the shape, line size, density and direction of fur, fur pattern, and provide a better use of skins space (Fig. 6).



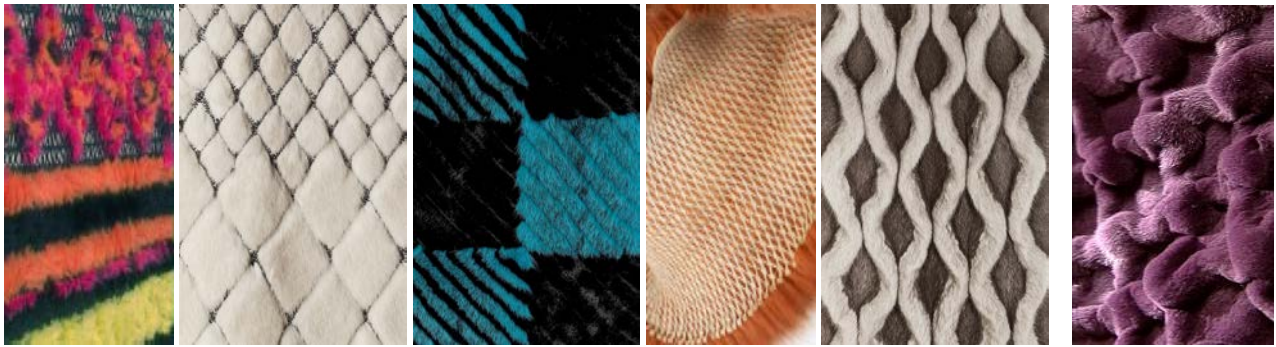


Fig. 6. Fur techniques [12-13]

They are used for all kinds of fur semis. The basis of the existing complex methods of cutting is a single principle when the skin is cut into pieces (strips, blades, etc.), which are then combined in certain combinations to get the desired effect. These include: bud, precipitation - the most technically complex, requiring skills; pointing that allows to lower volume and increase the area of skin by 80-90%, reduce the weight of the product; turning technique, which is used for making bilateral fur; partitioning, rollover etc. These techniques are not new, but in combination with the new technologies of fur processing, they become extremely modern. Modern methods of fur semis design are created based on innovation design centers such as «Saga Furs of Scandinavia» in Denmark. Unfortunately, currently there is poor understanding of the relationship of fur properties that define the aesthetic and technological possibilities of material; quality assessment of properties is not introduced which potentially could allow to predict the fur appearance at different ways of cutting [3]. As the cutting of semi fur is a necessary stage in design, examination of this relationship is an actual topic.

Modern technology contributes to the creation of the original fur products. Usage of knitting technique become widespread (Fig. 7): furrier pieces are cut into thin strips, after twisting we can get fur "thread" from which knit fur "jersey" is received. Clothes made of such yarns gives the feeling of weightlessness, softness, no sharp boundaries, "dry" designs and contrasting changes of color. From a knitted fur following products could be made: coats, jackets and hats, scarves, capes, boas, ponchos, stoles.



Fig. 7. Fur knitting [12-13]

Fur embroidery is promising area, which involves the use of textile mesh, which extends through the fur strip width of 4-5 mm, allegedly executed fur embroidery on fabric basis. As the basis, knitted or crocheted cloth is also used.

Weaving is a new technology in the fur industry. With woven into yarn remnants after cutting and plucking fur skins of fox and mink half-fur products are produced on the usual textile machinery, which are characterized by lightness, softness and practicality. In the process of binding both sides of the fur strip are inserted into one or more strands that serve as frame. This clamping system prevents stretching of canvas fur, distortion and twisting edges. Fur strips can be positioned at different angles to frame [4].

While expanding the range of fur products combining fur with other materials occupies a strong position, for example with leather, suede, fabric. Fur is combined with tweed, crepe, silk, lace cloths, knitted wool and various types of finishes.

Conclusions. Modern means of improving the aesthetic properties of fur clothing is extremely large and diverse. Without its analysis is not possible to meet consumer demand and production of competitive products.

Aesthetic quality of fur products was analyzed and systematized, based on which major ways of improvement of the aesthetic level and consumer appeal of fur products were discovered.

It was established that the application of semi-finished fur trim in combination with the usage of cutting methods has direct impact on the manufacturing process and the life of the fur clothing. Therefore, it is advisable to analyze the relationship of these methods of increase the aesthetic of fur with a change of physical and mechanical properties of semi-finished fur to create scientific bases of forecasting properties of fur in the technological and operational influences.

References

1. Bilotskaya L.B. (1998) *Obespechenie vysokogo kachestva shveynykh izdeliy iz natural'nogo mekha na osnove sistemnogo podkhoda i printsipov optimizatsii*. PhD diss. [The providing of the high quality of fur garments based on the system approach and principles of optimization. PhD diss.]. Kiev, KNUTD. 252 p. [in Russian].
2. S. Bereznenko, L. Bilotska, S. Lozovenko (2014) *Tekhnolohiia vyhotovlennia shveynykh vyrobiv iz natural'nogo khutra: dovidkovyi posibnyk*. [The technology of fur garments manufacturing: reference textbook]. K. KNUTD. 140 p. [in Ukrainian].
3. S. Lozovenko. (2012) The main ways of raising the aesthetic level of fur clothing. *Problemy legkoy i tekstil'noy promyshlennosti Ukrainy* [the magazine "Problems of light and textile industry of Ukraine"], Kherson National Technical University, no. 2 (20), pp. 195-198 [in Ukrainian].
4. L. Terskaya (2005) *Tekhnolohiya raskroia y poshyva mekhovoi odezhdy: ucheb. posobyie* [Technology of cutting and sew of fur clothing: textbook]. Moscow. Publishing Center "Academy". 272 p. [in Russian].
5. Clothing [Electronic resource]. Available at: <https://furfab.kopenhagenfur.com/> (accessed 12 March 2017).
6. E. Esina, A. Roslyakova. (2003). Some aspects of design of fur products. *Mekhovaya promyshlennost'* [the magazine "Fur Industry"], no. 3, p.27 [in Russian].
7. J. Koytova. (2004) *Razrabotka novykh metodov otsenki i issledovanie svoystv pushno-mekhovyykh polufabrikatov*. PhD diss. [The development of new assessment methods and the study of fur semi-finished properties. PhD diss.]. St. Petersburg. 429 p. [in Russian].
8. Dressing the leather side [Electronic resource]. Available at: <http://www.sagafurs.com/inspiration1.html> (Accessed 10 February 2011)

9. Skins [Electronic resource]. Available at: <https://furfab.kopenhagenfur.com/> (Accessed 12 March 2017)
10. Dressing the fur side [Electronic resource]. Available at: <http://www.sagafurs.com/inspiration1.html>
11. V. Usenko. (2012) *Razrabotka tekhnologii otdelki napravlennoy na pridanie kompleksa esteticheskikh svoystv mekhovym materialam i izdeliyam iz nikh s primeneniem plazmennyykh tekhnologiy*. PhD thesis. [The development of the finishing treatment aimed on giving a complex of aesthetic properties to fur materials and products made of them using plasma technologies. PhD thesis]. Kazan. 20 p.
12. Fur Technique Folders [Electronic resource]. Available at: <http://www.kopenhagenfur.com/studio/design-and-production/fur-technique-folders> (Accessed 10 March 2017)
13. Techniques [Electronic resource]. Available at: <https://furfab.kopenhagenfur.com/> (Accessed 12 March 2017)

Список використаної літератури

1. Билоцкая Л. Б. Обеспечение высокого качества швейных изделий из натурального меха на основе системного подхода и принципов оптимизации [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04 / Билоцкая Лариса Борисовна. – К., 1998. – 252 с.
2. Березненко С. М. Технологія виготовлення швейних виробів із натурального хутра : довідковий посібник для студентів напрямів підготовки 6.051602 «Технологія виробів легкої промисловості», 6.010104 «Професійна освіта. Технологія текстильної та легкої промисловості» / С.М. Березненко, Л.Б. Білоцька, С.Ю. Лозовенко. – К. : КНУТД, 2014. – 140 с.
3. Лозовенко С.Ю. Основні підходи до підвищення естетичного рівня хутряного одягу // Проблеми лёгкой и текстильной промышленности Украины, №2 (20) '2012. – Херсон: ХНТУ, 2012 р. – С. 195-198
4. Терская Л. А. Технология раскроя и пошива меховой одежды: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 272с.
5. Clothing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://furfab.kopenhagenfur.com/>
6. Есина Е.В., Рослякова А.Ю. Некоторые аспекты проектирования меховых изделий. / Меховая промышленность. – 2003. – №3. – С.27.
7. Койтова, Ж.Ю. Разработка новых методов оценки и исследование свойств пушно-меховых полуфабрикатов: дис. ... доктора технич. наук: 05.19.01 / Койтова Жанна Юрьевна. – Санкт-Петербург, 2004. – 429 с.
8. Dressing the leather side [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sagafurs.com/inspiration1.html>
9. Skins [Electronic resource]. - Access mode: <https://furfab.kopenhagenfur.com/>
10. Dressing the fur side [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sagafurs.com/inspiration1.html>
11. Усенко, В.А. Разработка технологии отделки направленной на придание комплекса эстетических свойств меховым материалам и изделиям из них с применением плазменных технологий: автореф. дис. ... канд. технич. наук: 05.19.05 / Усенко Виталий Александрович. – Казань, 2012. – 20 с.
12. Fur Technique Folders [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kopenhagenfur.com/studio/design-and-production/fur-technique-folders>
13. Techniques [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://furfab.kopenhagenfur.com/>

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕСТЕТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ ІЗ НАТУРАЛЬНОГО ХУТРА
ЛОЗОВЕНКО С.Ю., БІЛОЦЬКА Л.Б.**

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Підвищення конкурентоспроможності швейних виробів із натурального хутра на основі вдосконалення їх естетичних властивостей.

Методика. Для проведення дослідження використовувались літературно-аналітичні методи, метод системно-структурного аналізу об'єкту дослідження.

Результати. На основі проведеного дослідження проаналізовано класифікацію естетичних показників якості хутряного одягу. Запропоновано шляхи підвищення рівня якості хутряної продукції за рахунок вдосконалення її естетичних властивостей. Отримано можливість розширення асортименту виробів, що виготовляються із натурального хутра.

Наукова новизна. Виконано систематизацію та обґрунтування методів підвищення естетичних властивостей хутряних виробів.

Практична значимість. Розроблено та запропоновано рекомендації по підвищенню естетичних властивостей хутряної продукції, що можуть бути використані при її проектуванні на підприємствах України. Отримано можливість розширення асортиментного ряду продукції із натурального хутра.

Ключові слова: швейні вироби з натурального хутра, естетичні властивості, підвищення рівня якості виробів

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО МЕХА
ЛОЗОВЕНКО С.Ю., БИЛОЦКАЯ Л.Б.**

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Повышение конкурентоспособности швейных изделий из натурального меха на основе совершенствования их эстетических свойств.

Методика. Для проведения исследования использовались литературно-аналитические методы, метод системно-структурного анализа объекта исследования.

Результаты. На основе проведенного исследования проанализировано классификацию эстетических показателей качества меховой одежды. Предложены пути повышения уровня качества меховой продукции за счет совершенствования ее эстетических свойств. Получена возможность расширения ассортимента изделий, изготавливаемых из натурального меха.

Научная новизна. Выполнено систематизацию и обоснование методов повышения эстетических свойств меховых изделий.

Практическая значимость. Разработаны и предложены рекомендации по повышению эстетических свойств меховой продукции, которые могут быть использованы при ее проектировании на предприятиях Украины. Получена возможность расширения ассортиментного ряда продукции из натурального меха.

Ключевые слова: швейные изделия из натурального меха, эстетические свойства, повышение уровня качества изделий

NAZIM PASAYEV
Erciyes University (Turkey)

FIBER PRODUCTION FROM CHICKEN FEATHER WITH INDUSTRIAL METHOD

Purpose. The aim of the work is to obtain fibers of maximum length when Recycling chicken feathers.

Methodology. This study is based on the production of fiber by mechanical cutting of the fibers from chicken feathers. The fibers were produced from chicken feathers at the end of the arrangements on a disperser type machine. In the studies, the method of planning and analysis of the experiment was used.

Results. The length of the obtained fibers is between 5-35 mm. Experiments have been carried out to obtain longer fibers based on the operating parameters of the machine. As a result, one-third of the product obtained comprise the fibers which are longer than 15mm. It has been determined that the proportion of moisture contained in the feathers, which is put in the machine, affects the length of the fibers. The results of the experiments showed that the best fiber output is getting when the feathers have 14,66% relative humidity.

Scientific novelty. As a result of research, it became possible to obtain fibers from chicken feathers with controlled parameters.

Practical value. Natural protein fibers from chicken feathers were produced by the production method.

Keywords: chicken feather, chicken feather fibers, production of chicken feather fibers.

Introduction. Among the downs in industry, the just important thing is pile obtained from the certain part of water bird's body. These feathers which have high thermal insulation properties and highly soft and elastic are used as filling material at bedding products and winter clothes. In fact, chickens are number one among domestic animals in the world in terms of number [1]. Every year in the world, about 15 million tones are appeared as by-products in the production of white meat [2]. At least one third of this amount is waste without using [3]. This material, which is extremely power-reduced in nature, is buried or burned into fertilizer and this situation causes serious damage to the environment [4].

There are not too facilities in terms of using the chicken feathers with their current form. There are a few reasons. These feathers are chosen because of they are more fragile, have low elasticity, have no pile or very few and havier than goose and duck feathers used commonly as a filler material. All of this makes it unfavorable to use chicken feather as filling material. The fibrous material which is named "chicken feather fibers" is more universal in terms of using and obtained by separation of barbuclers from barbs. Accordingly, obtaining the fiber from chicken feathers has attracted the attention of scientists in recent years.

In recent years, research has revealed that chicken feather fibers have many important properties. Beyond anything, these fibers are the lightest among known natural and artificial fibers, with a specific gravity of about 0,8g/cm³ [5,6]. Keratin content of chicken feather fibers is 91% [7]-[9]. Some of the amino acids in the keratin-based proteins have hydrophobic, some have hydrophilic, and the proportion of them in chicken feathers is 60:40 [8]. Thanks to this unique structure, the chicken feather fibers are hydrophobic as well as hydrophilic. The amino acids in the

raw material, which consist essence of the chicken feathers, have the ability to absorb moisture even from cool air.

Although it is stated in literature that the length of chicken feather fibers is 3-13mm [10], this value can be up to 4,5cm [6]. The fibers have microporous internal structure with a shape of feather [11]. This feature gives very important properties to the fibers. The reason why the length of the chicken feather fibers varies over a wide range is not just the feathers vary in size. The feathers taken from body region of the same chicken are different from one another in terms of length. Economically, chicken feather fibers are extremely have low cost (approximately \$0.001/kg), from point of ecologically and accessible they are a renewed natural protein materials.

Accordingly, research has revealed that chicken feather fibers have crucial properties, but today's industrial method of fiber production has not developed. The technology of fiber production from chicken feather with industrial method has been developed at Department of Textile Engineering of Erciyes University.

It is desirable that to utilize from the feathers in different areas of the textile, many long fibers in fiber mass are wanted as possible as. However, mechanical parts of the machine can cause the breaking for fibers during the fiber production.

Objectives. This study is about the selecting the machine's operating parameters to obtain maximum amount of long fiber output in the fiber production.

Material and method. The base of the production of fiber from chicken feathers is the removal and separation of the barbicels from barbs with mechanical methods. This process is done with special machine. This machine provides to cut off the fibrous structure of feather from rachis. Depending on the operating parameters of the machine, separated length of fibers varies. In this study, it is aimed to obtain the longest fibers output and multifactorial experiment was carried out for this purpose.

The operating parameters of the machine are the speed of dispergator rotation, density of the air flow which is transport the fibers and the percentage of load of the machine. From this parameters, the speed of dispergator rotation is controlled by the rotation frequency of the machine rotor and the density of the air flow is controlled by special valve. So instead of this parameters, the rotation frequency of the machine motor and the rotation angle of the air valve were taken into account.

To produce sufficiently long and high quality fibers, preliminary experiments have been carried out with machine operating parameters. When examine the preliminary studies, we could not obtain fibers in all study regimens. In other words, there were more or less rachis in fibers mass and were uncut feathers in some regimens.

In this case, the direction of the preliminary experiments was changed, it was found out that which parameters are available to obtain clean fiber mass. For this purpose, single independent experiment was performed. In these experiments, a series of experiments serve to obtain clean fiber mass for each individual variant by keeping the other independent variables is constant and, new change intervals for the working parameters of machine have been determined in order to obtain clean fiber mass. At the end of this experiment series, the determined change intervals are given in Table 1 for machine parameters. The actual variation ranges of the working parameters of the fiber production machine are given at same table.

According to the parameters in Table 1, the length of the fibers obtained from chicken feathers is between 5...35mm. The majority of the fibers have a length of 5...15mm.

A multi-factorial experiment has planned to obtain a clean fiber mass which contains the longer fibers from fiber production machine. In these experiments, the machine speed was accepted in terms of operating parameters and the change intervals of these parameters were accepted the change parameters which serves the obtain cleans fibers mass (Table 2).

Table 1.

Working parameters and variation intervals of the fiber production machine

Experiment factors	The actual change interval of the machine's operating parameters	Change intervals allowed the machine's operating parameters to obtain clean fiber mass
Rotation frequency of rotor rotation, Hz	0...90	50...90
The angle of rotation of valve, grad	0...90	10...40
The load percentage of machine, %	0...100	20...80

Table 2.

Experiment factors, change intervals and levels

Experiment Factors	Sign	Change interval of factors	The levels of factor		
			-1	0	+1
Rotation frequency of rotor rotation, Hz	X_1	50...90	50	75	90
The angle of rotation of valve, grad	X_2	10...40	10	25	40
The load percentage of machine, %	X_3	20...80	20	50	80

As an optimization criterion, output parameter has chosen the fibers which has a length greater than 15mm. To determine this parameter, fibers were produced from 0,5kg feather in different working regimes of the machine according to designed experiment plans and placed in sample bags. At the next stage, 2gr of fibers was randomly taken from the middle of the sample bag, and fibers were counted and divided in to 2 groups up to 15mm and greater than 15mm according to the length of fibers. The total number of fibers longer than 15mm in ration of total fiber count have regarded as the output parameter as the ration of the long fibers.

$$Y\{\text{Ratio of lonf fibers}\} = \frac{\text{Long fiber count}}{\text{Total fiber count}}$$

Based on these parameters, three-factor experimental design which is 2. grade was designed based on the Box-Behnken plan in the Design –Expert program. The experiment design plan with coded values of the factors is given in Table III. The fibers obtained from chicken feathers and the separated rachis breaks are displayed in Fig 1.



Fig. 1. Fibers which were obtained from chicken feathers (left) and separated rachis (right)

Preliminary investigations have shown that the moisture of feathers, which is put in the fiber production machine, affect the length of the fibers. A number of experiments have been carried out in order to ascertain whether the wetness of the feathers may affect the fibers in terms of the length of the fibers. After washing, feathers were dried for 10, 15, 20, 25 minutes in the drying machine and 3gr samples were taken from the dried feathers and kept in the oven at 105°C for 2 hours, then weighed and determined the amount of water in it's structure. After taking the 250gr feathers from drying machine, fibers were produced according to the determined in the previous experiment parameters and the ratio of long fibers as above was determined in the produced fiber mass. After taking 3gr fiber from the fiber mass, the moisture content was determined.

Research results. Experiments were performed according to the randomized Box- Behnken test plan and results were written to the table in the Design-Expert program (Table III). According to the results of analysis the test results, a model is taken as follows:

$$Y = 0,072 - 0,069 \cdot X_1 + 0,0004 \cdot X_2 + 0,0003 \cdot X_3 + 0,047 \cdot (X_1^2) + 0,0002 \cdot (X_2^2) + 0,041 \cdot (X_3^2) + 0,013 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,019 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,046 \cdot X_2 \cdot X_3$$

Current model was tested according to the Fisher criteria and found that it is significant with 95 %. R²:0,91 was taken and it means that selected factors adequately explain the output parameter. The current model has the maximum value at the given point in Table IV. In other words, the ratio of long fibers in the taken fiber mass in these operating parameters of the machine must be maximum with theoretically 95% probability.

Table 3.

Test Results

Std	Run	Block	Factor 1 A:X1	Factor 2 B:X2	Factor 3 C:X3	Response 1 Y
1	7	Block 1	-1.00	-1.00	0.00	0.220532
2	9	Block 1	1.00	-1.00	0.00	0.0628019
3	10	Block 1	-1.00	1.00	0.00	0.150794
4	2	Block 1	1.00	1.00	0.00	0.044898
5	11	Block 1	-1.00	0.00	-1.00	0.252137
6	17	Block 1	1.00	0.00	-1.00	0.0724638
7	5	Block 1	-1.00	0.00	1.00	0.211712
8	12	Block 1	1.00	0.00	1.00	0.106383
9	15	Block 1	0.00	-1.00	-1.00	0.134884
10	13	Block 1	0.00	1.00	-1.00	0.0878049
11	1	Block 1	0.00	-1.00	1.00	0.0465116
12	4	Block 1	0.00	1.00	1.00	0.185185
13	3	Block 1	0.00	0.00	0.00	0.0745614
14	14	Block 1	0.00	0.00	0.00	0.0467626
15	16	Block 1	0.00	0.00	0.00	0.103306
16	8	Block 1	0.00	0.00	0.00	0.0804598
17	6	Block 1	0.00	0.00	0.00	0.0566038

At the best theoretical working parameters in terms of long fiber production of machine, a batch fiber was produced and the proportion of long fibers in the current fiber mass was calculated. The result has written in Table 4.

Table 4.

The best operating parameters of the machine

	Factors			$\bar{Y}$ – Theoretical value of the output parameter	Y – Experimental value of the output parameter
	X_1	X_2	X_3		
For coded values	-0,95	-0,89	-0,98	0,286	0,281
For natural coded	51,2	11,7	20,6		

After washing, the amount of remaining moisture of feathers, which were dried in drying machine for 10, 15, 20, 25 minutes, was determined and written to Table 5. It is shown that in Table 5, the ratio of fibers which are longer than 15mm and the variation range of the fiber length. Moisture content of the samples from taken produced fibers is shown that about approximately 6,7% in all cases. It is understood that, after the fibers are separated, they continue to dry until they reach the exit point in the air stream.

Table 5.

Length parameters of fibers obtained from feathers which have a different moisture content

Drying time in drying machine, minute	Humidity ration of feathers coming out of the dryer, %	Change in the range of fiber length, mm	The ration of long fibers in fiber mass, %
10	22,0	5...35	14
15	14,7	5...35	21
20	8,0	5...25	17
25	6,0	5...25	10

As can be seen from Table V, after decreasing the moisture content of the feathers, the long fiber ratio in the fiber mass is decreasing at first time and then decreasing. When the moisture content in the fibers is higher than 15%, reduce the long fiber output. At 14,4% humidity ration, approximately 20% of the fiber mass forms long fibers. Because of the decreasing the moisture content in the fibers, the fibers increased the theirs's fragility and the long fiber output is getting decreasing. The relationship between the moisture content of fibers mass(x) and the ratio of the long fibers(Y) at the fiber exit was found to be as follows: $Y = -8,989 + 4,199x - 0,144x^2$

This linkage was found to be significant with a 0,95 probability and $R^2: 0,94$. The model has a maximum at x :14,58. In other words, when the moisture content of fibers is 14,58%, the ration of the long fibers at the fiber output should be maximum, it should be namely $\bar{Y} = 22,66$.

Conclusions. The study is about fiber production from chicken feathers. Experiments have been carried out to produce useful fibers from chicken feather fibers for textile on a dispersing machine. Machine operating parameters have been determined to allow the maximum proportion of long fibers in fibers. During studies, it was found that the moisture content of fibers had affected the proportion of long fibers at the fiber output. It has been found that a mathematical model between the moisture of fibers and proportion of long fibers at the fiber output, the longest fibers were obtained when the feathers had a moisture content of 14,58%.

Funding. This study was supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) with 115M725 numbered researching project

References

1. C. Perrins, "Firefly Encyclopedia of Birds", Published by Firefly Books, Buffalo, NY. 2003.
2. S.K. Chinta, S.M. Landage, Yadav Krati. "Application of Chicken Feathers in Technical Textiles". International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 2, Issue 4, Pp. 1158-1165, 2013.
3. R.S. Alonso, R. Sanches, J.P. Marcicano. "Chicken Feather - Study Of Physical Properties Of Textile Fibers For Commercial Use". International Journal of Textile and Fashion Technology. Vol. 3, Issue 2. Pp. 29-38, 2013.
4. G. Parkinson. "Chementator: A higher use for lowly chicken feathers?" Chem. Eng. 105 (3), 21, 1998.
5. L.N. Jones, D.E. Riven, D.J. Tucker. Handbook of Fiber Chemistry, Marcel Dekker, Inc., New York, Pp.147-149, 1998.
6. N. Reddy, Y. Yang. "Structure and Properties of Chicken Feather Barbs as Natural Protein Fibers". Journal of Polymers and the Environment. 15, Pp. 81-87, 2007.
7. C. Arunkumar, Hari Shankar Megwal, S.P. Borkar, A.L. Bhongade. "Recycling of Chicken Feather and Wool Fibre Waste into Reinforced Multilayer Composite - A Review". Technical Textile, Jornal of the Textile Association, 2: 371-378, 2013.
8. K. Saravanan, B. Dhurai. "Exploration on Amino Acid Content and Morphological Structure in Chicken Feather Fibre", Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, 7(3), Pp. 1-6, 2012.
9. K. Wrześniewska-Tosik, M. Szadkowski, M. Marcinkowska, M. Pałczyńska. "Chicken Feather-Containing Composite Non-Wovens with Barrier Properties". Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. 20, No. 6B (96), Pp. 96-100, 2012.
10. S.K. Chinta, S.M. Landage, Yadav Krati. "Application of Chicken Feathers in Technical Textiles". International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 2, Issue 4. Pp. 1158-1165, 2013.

11. M.A. Meyers, P.Y. Chen, M.I. Lopez, Y. Seki, A.Y.M. Lin. "Biological materials: A materials science approach", JMBBM., Vol. 4, pp. 626-657, 2011.

ПРОИЗВОДСТВО ВОЛОКНА ИЗ КУРИНОГО ПЕРА ПРОМЫШЛЕННЫМ МЕТОДОМ НАЗИМ ПАШАЕВ

Университет Эрциса, Турция

Цель. Целью работы является получение волокон максимальной длины при переработке куриных перьев.

Методика. Это исследование основано на производстве волокна путем механической резки волокон из куриных перьев. Волокна были получены из куриных перьев в конце компоновки на машине диспергатора. В исследованиях использовался метод планирования и анализа эксперимента.

Результаты. Длина полученных волокон составляет от 5 до 35 мм. Были проведены эксперименты с получением более длинных волокон на основе рабочих параметров машины. В результате одна треть полученного продукта содержит волокна длиной более 15 мм. Было определено, что доля влаги, содержащейся в перьях, которые помещаются в машину, влияет на длину волокон. Результаты экспериментов показали, что лучшая выходная мощность волокна возрастает, когда перья имеют относительную влажность 14,66%.

Научная новизна. В результате исследований стало возможным получать волокна из куриных перьев с контролируемыми параметрами.

Практическая значимость. Производственным методом были получены натуральные белковые волокна из куриных перьев.

Ключевые слова: Куриное перо, волокна из куриного пера, производство волокон из куриного пера.

ВИРОБНИЦТВО ВОЛОКНА З КУРЯЧОГО ПЕРА ПРОМИСЛОВИМ МЕТОДОМ НАЗИМ ПАШАЕВ

Університет Ерциса, Туреччина

Мета роботи полягає в отриманні волокон максимальної довжини при переробці курячого пір'я.

Методика. Дане дослідження засноване на виробництві волокна шляхом механічного різання волокон з курячого пір'я. Волокна були отримані з курячого пір'я в кінці компонування на машині диспергатора. У дослідженні використовувався метод планування і аналізу експерименту.

Результати. Довжина отриманих волокон становить від 5 до 35 мм. Були проведені експерименти з отриманням більш довгих волокон на основі робочих параметрів машини. В результаті одна третина витраченого продукту містить волокна довжиною більше 15 мм. Було визначено, що частка вологи, що міститься в пір'ї, які поміщаються в машину, впливає на довжину волокон. Результати експериментів показали, що найкраща вихідна потужність волокна зростає, коли пір'я мають відносну вологість 14,66%.

Наукова новизна. В результаті досліджень стало можливим отримувати волокна з курячого пір'я з контрольованими параметрами.

Практична значимість. Виробничим методом були отримані натуральні білкові волокна з курячого пір'я.

Ключові слова: Куряче перо, волокна з курячого пір'я, виробництво волокна з курячого пір'я.

УДК 677.027

РЕДЬКО Я.В., СУПРУН Н.П.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЗАСТОСУВАННЯ РЕНТГЕНОФАЗОВОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ НЕОРГАНІЧНОЇ ФАЗИ В НАНОКОМПОЗИТАХ НА ВОЛОКНИСТІЙ ОСНОВІ

Мета. Дослідження структурних характеристик текстильних матеріалів та магнітних нанокompatитів на їх основі; визначення розміру частинок утворених залізо-оксидних сполук як окремо, так в об'ємі отриманих композиційних матеріалів.

Методика. Для контролю кристалічної структури, фазового складу та визначення розмірів синтезованих частинок *in situ* зразки створених текстильних нанокompatитів, що містять залізооксидні сполуки, досліджували методом рентгенофазового аналізу (РФА).

Результати. Дослідження структури і фазового складу нанокompatиційних матеріалів дозволило встановити присутність частинок магнетиту, синтезованого у текстильному матеріалі з середніми розмірами 9,4 та 9,7 нм, в залежності від сировинного складу.

Наукова новизна. Вперше встановлена закономірність впливу умов синтезу залізо-оксидних сполук на розмір нанокристалітів магнетиту у текстильному матеріалі.

Практична значимість. Визначення фазового складу і розмірів частинок неорганічної фази підтверджує здатність до захисту від мікрохвильового випромінювання наноструктурного магнетиту, що міститься у текстильному матеріалі.

Ключові слова: текстильний матеріал, наночастинки, синтез *in situ*.

Вступ. Інтенсивний технічний прогрес висуває до текстильних матеріалів нові вимоги, що розширюють їх області практичного застосування. В останні роки розвиваються дослідження по отриманню наноструктурних залізо-оксидних сполук, здатних поєднувати магнітні, захисні та інші корисні властивості [1–5]. Створенню текстильних матеріалів різного призначення на основі натуральних та синтетичних волокон з використанням нових технологій, в тому числі нанотехнологій присвячено ряд робіт [6–8]. Раніше нами було досліджено осадження наночастинок поліаніліну та магнетиту у вигляді моношару та шарового нанесення на поліамідні текстильні матеріали за механізмом гетерокоагуляції [7, 8], а також досліджено утворення наночастинок *in situ* у матрицях текстильних матеріалів різного сировинного складу і показано, що розроблені композити набувають нові, зокрема, магнітні властивості, не характерні для вихідних матеріалів [9, 10].

Постановка завдання. Мета роботи полягає у дослідженні структурних характеристик вихідних текстильних матеріалів та магнітних композитів на їх основі; визначенні фазового складу та розміру частинок утворених залізо-оксидних сполук.

Результати дослідження. Для підтвердження припущення [4] про вплив на магнітні властивості текстильних матеріалів (ТМ) взаємозв'язку «сировинний склад – умови створення – структура – розміри частинок та їх розподіл – задані властивості нанокompatиційного ТМ» представлена схема управління отриманням магнітних властивостей текстильних матеріалів при контролюванні магнітних та структурних характеристик наночастинок залізо-оксидних сполук.

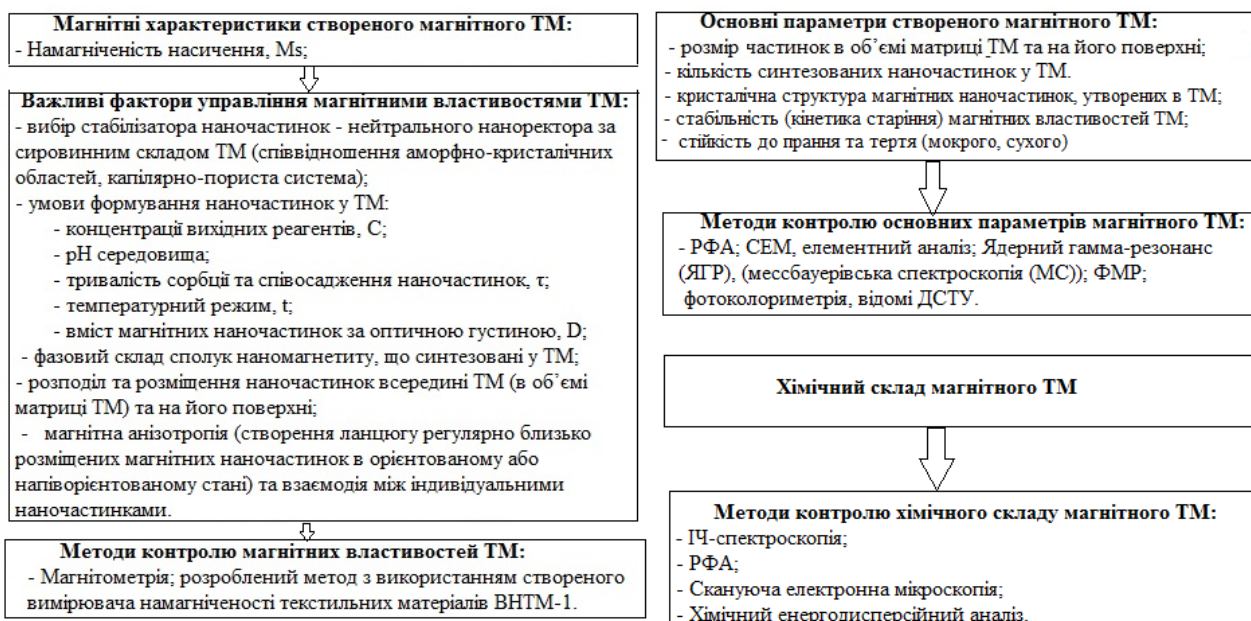


Рис. 1. Схема управління властивостями та структурою при створенні магнітних матеріалів

Частина завдань, що пов'язана із встановленням важливих факторів управління магнітними властивостями, яка полягала у дослідженні впливу технологічних умов на отримання магнітних текстильних матеріалів різного сировинного складу, була вирішена у [10]. Для контролю кристалічної структури, фазового складу та визначення розмірів синтезованих частинок *in situ* зразки створених текстильних нанокомпозитів, що містять залізооксидні сполуки, досліджували методом рентгенофазового аналізу (РФА). Для досліджень використовували текстильні матеріали на основі штучних віскозних та синтетичних поліамідних волокон.

Ширококутові дифрактограми зразків магнетиту та нанокомпозиту реєстрували на дифрактометрі ДРОН-УМ1 у випромінюванні $\text{Co K}\alpha$. Геометрія зйомки за Бреггу-Брентано. Реєстрація розсіяної інтенсивності проводилася в режимі крокового сканування сцинтиляційного детектора в діапазоні кутів розсіювання від 5 до 80°, крок 0,05 град. Деталі проведення розрахунків і параметри рентгенооптичної схеми наведені в [11]. На дифрактограмах синтезованих частинок наномagnetиту (НМ) за відсутності текстильного матеріалу, що відрізняються вихідною концентрацією солі заліза у оброблювальній ванні: а) 10 (С10), б) 40 (С40), в) 60 (С60) г/л (Рис. 2), ідентифіковано наявність низки рефлексів з кутовим положенням 2Θ 18,3°, 30,1°, 35,5°, 37,0°, 43,1°, 53,6°, 57,1° та 62,3°, що відповідають максимумам розсіювання площин (111), (220), (311), (222), (400), (422), (511) та (440) нанокристалів, відповідно (згідно бази даних PDF-2, ICDD n.880866).

Визначення розміру кристалів D проводили за рівнянням Дебая-Шерера:

$$D_{hkl} = \frac{0,9 \times \lambda}{\beta \times \cos \Theta},$$

де λ – довжина хвилі рентгенівського випромінювання (0,154056 нм), β – ширина смуги розсіювання на рівні напіввисоти відповідного максимуму на дифрактограмі зразка (в радіанах), Θ – кут розсіювання.

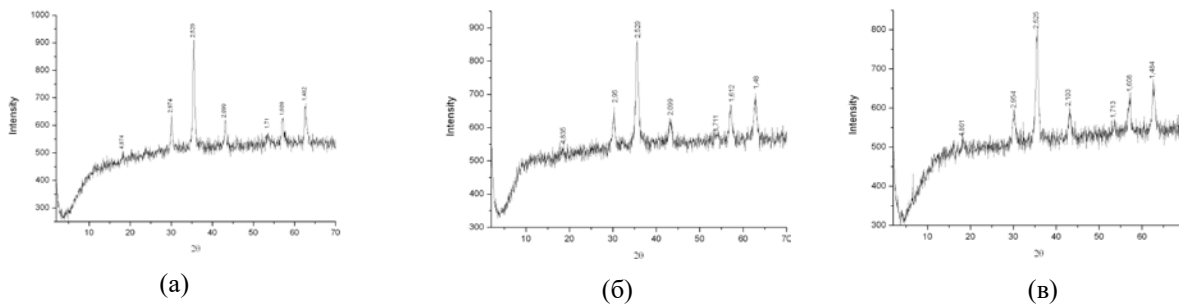


Рис. 2. Дифрактограми зразків наночастинок магнетиту, одержаних за різних умов синтезу

Відповідно до попередніх експериментальних даних для розрахунку розміру кристалів з потрібною точністю зазвичай використовують рефлекси площин (220), (311) та (400) нанокристалів магнетиту. Це стає ключовим при визначенні розміру кристалів магнетиту в складі композитів, оскільки інші рефлекси кристалічної фази магнетиту можуть перекриватися з рефлексами кристалічної фази полімерної матриці. За допомогою рівняння Брегга були розраховані показники міжплощинна відстані d_{hkl} :

$$d_{hkl} = \frac{\lambda}{2 \sin \Theta}$$

Відповідно до отриманих результатів величини d_{hkl} практично не залежать від умов синтезу наномагнетиту, що свідчить про однаковий механізм формування кристалічної фази частинок (наявні відхилення лежать в межах похибки). Інші закономірності відмічено для розміру нанокристалів магнетиту, оскільки умови синтезу (температура, концентрація реагентів, час реакції тощо) у більшості випадків мають вплив на швидкість процесу утворення кристалічної фази та її будову. Результати розрахунку розміру кристалів наномагнетиту наведено в табл. 1.

Для зразків C10 і C60 характерно утворення більших за розміром нанокристалів магнетиту (16,4 та 12,5 нм, відповідно) з відносно низькою полідисперсністю (стандартне відхилення розміру не перевищує 5 %). Зразок C40 має менший середній розмір нанокристалів магнетиту (близько 11 нм), але величина стандартного відхилення значно більша (~15 %). Найбільш вірогідна причина такої поведінки – умови синтезу, як, наприклад, концентрація вихідних реагентів, що позначається на молярному співвідношенні луку і суміші солей заліза у оброблювальній ванні. Менша концентрація реагентів забезпечує меншу кількість центрів кристалізації і можливість їх росту. Велика концентрація реагентів (60 г/л солі заліза у вихідній ванні) навпроти, сприяє формуванню великої кількості центрів нуклеації та, за відсутності помітного градієнту концентрації, забезпечує рівномірний ріст частинок і утворення нанокристалів, близьких за розміром.

Таблиця 1

Результати РФА наночастинок магнетиту, синтезованих за різних умов

Зразок наноманетиту	2 Θ , град	Кристалічна гратка	d_{hkl} , Å	D_{hkl} , нм	D_{hkl} (середній), нм
C10	30,1	(220)	2,97	15,2	16,4±0,83
	35,5	(311)	2,53	16,7	
	43,1	(400)	2,10	17,4	
C40	30,1	(220)	2,95	13,3	10,9±1,60
	35,5	(311)	2,53	10,8	
	43,1	(400)	2,10	8,6	
C60	30,1	(220)	2,95	11,8	12,5±0,47
	35,5	(311)	2,53	12,8	
	43,1	(400)	2,10	12,9	

Залежність фазового складу композитів ТМ/НМ від сировинного складу текстильного матеріалу має більш складну поведінку. Дифрактограма РФА вихідного віскозного текстильного матеріалу демонструє наявність інтенсивного максимуму з кутовим положенням 2Θ близько 20° і 28° . Поблизу поверхні дифрактограма віскозного ТМ набуває певних змін, що відмічено по появі рефлексів з кутовим положенням 2Θ 12° , 20° та $21,2^\circ$. Однак наявність певної структурної організації полімерної матриці (віскозного та поліамідного волокна) дозволяє з задовільною точністю проаналізувати розподіл частинок наноманетиту за розмірами, оскільки рефлексії наночастинок неорганічного матеріалу та доменів (кристалітів), що складаються зі структурованих полімерних макроланцюгів, мають різне кутове положення та не заважають проведенню розрахунків.

Дифрактограми РФА зразків композитів ТМ/НМ наведено на Рис. 3. Аналіз неорганічної фази композиту віскозний ТМ/НМ свідчить, що розмір кристалів наноманетиту становить $9,4\pm1,1$ нм при пропусканні пучка рентгенівських променів через центральну частину системи ТМ/НМ (позначення «екватор» в табл. 2), що містить НМ, та $14,7\pm5,3$ нм при пропусканні пучка випромінювання поблизу поверхні композиту (через поверхневий шар наночастинок, іммобілізованих на поверхні волокон; позначено як «меридіан» в табл. 2).

При вимірюванні рівня розсіювання частинками неорганічної фази при пропусканні рентгенівських променів через об'єм композиту внесок у відповідні рефлексії на дифрактограмі мають як частинки поверхневого шару, так й частинки НМ в об'ємі зразка композиту (відповідно, при пропусканні пучка променів поблизу поверхні композиту внесок роблять лише наночастинки поверхневого шару композиту). Як результат, зменшення показника середнього розміру частинок наноманетиту при вимірюванні в режимі «екватор» свідчить, що при формуванні наноманетиту в об'ємі матриці (у віскозному текстильному матеріалі) полімерні ланцюги приймають участь у стабілізації первинних частинок магнетиту та впливають на процеси їх росту. Крім того, взаємодія ТМ/НМ суттєво зменшує їх дисперсність, що видно по зміні показника відхилення середнього розміру частинок.

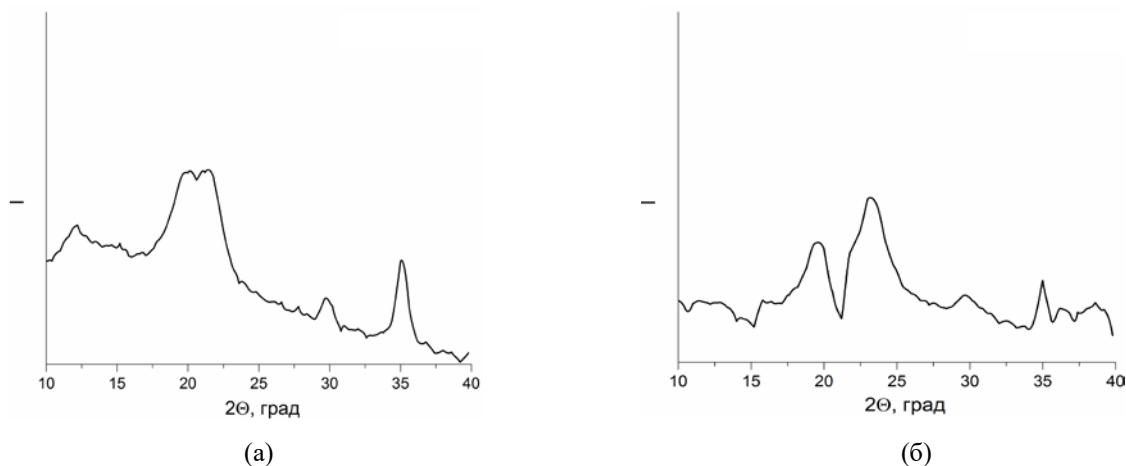


Рис. 3. Дифрактограми розсіювання рентгенівських променів віскозного (а) та поліамідного (б) текстильних матеріалів, що містять наномагнетит

Таблиця 2

Результати РФА наночастинок магнетиту в складі полімерних композитів

Зразок композиту	Режим вимірювання	2 Θ , град	Кристалічна гратка	d_{hkl} , Å	D_{hkl} , нм	D_{hkl} (середній), нм
Віскозний ТМ/НМ	меридіан	29,9	(220)	2,98	20,0	14,7 $\pm$ 5,3
		35,1	(311)	2,55	9,4	
	екватор	29,8	(220)	2,99	9,3	9,4 $\pm$ 1,1
		35,2	(311)	2,55	9,5	
Поліамідний ТМ/НМ	меридіан	30,0	(220)	2,98	10,2	10,0 $\pm$ 1,4
		35,3	(311)	2,54	9,8	
	екватор	29,8	(220)	2,99	8,5	9,7 $\pm$ 1,2
		35,0	(311)	2,56	10,9	

Для композиту поліамідний ТМ/НМ середній розмір кристалів неорганічної фази складає 10,0 $\pm$ 1,42 нм (вимірювання в режимі «меридіан») та 9,7 $\pm$ 1,2 нм при вимірюванні в режимі «екватор». Для даної композиційної системи також спостерігається зменшення середнього розміру кристалів магнетиту при їх формуванні в об'ємі полімерної (поліамідної) матриці. Якщо припустити, що вміст наночастинок магнетиту в об'ємі полімерних волокон різного типу є однаковим, то немає сумнівів, що макроланцюги целюлози є більш активними та впливають на утворення центрів нуклеації кристалічної неорганічної фази та їх зростання.

Слід зазначити, що для обох композитів величини міжплощинної відстані є дуже близькими, що свідчить про аналогічний механізм формування *in situ* неорганічної фази.

Кристалічна структура текстильних матеріалів в процесі модифікації не змінювалася (Рис. 4), що свідчило про розміщення наномагнетиту на поверхні целюлозних мікрофібрил (віскозний ТМ) або в аморфних зонах целюлозної та поліамідної структури [9].

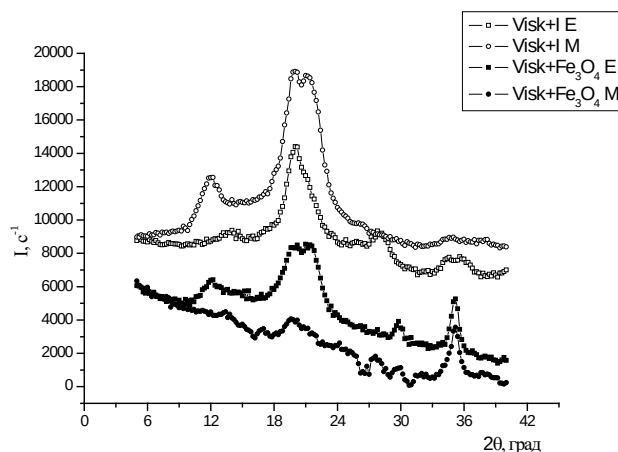


Рис. 4. Дифрактограми розсіювання рентгенівських променів необроблених віскозних текстильних матеріалів та віскозних текстильних композитів, що містять наномагнетит

Важливо, що співосадження солей заліза у сильнолужному середовищі з утворенням наномагнетиту у текстильному матеріалі в більшій мірі відбулося у віскозному текстильному матеріалі, враховуючи його кристалічно-аморфну структуру, і менше у поліамідному, що підтверджено експериментально [4], та відображено меншою інтенсивністю профілю найбільш важливого рефлексу при $2\theta = 35^\circ$ на представлених дифрактограмах (Рис. 3).

Висновки. Дослідження структури і фазового складу нанокompозиційних матеріалів дозволило встановити присутність частинок магнетиту, синтезованого у текстильному матеріалі з середніми розмірами 9,4 нм у віскозному текстильному матеріалі та 9,7 нм у поліамідному текстильному матеріалі. Вперше встановлена закономірність впливу умов синтезу на розмір нанокристалітів магнетиту у текстильному матеріалі; зменшення показника середнього розміру частинок наномагнетиту при вимірюванні в режимі «екватор» свідчить, що при формуванні наномагнетиту в об'ємі текстильної матриці полімерні ланцюги приймають участь у стабілізації первинних частинок магнетиту та впливають на процеси їх росту та розподілу, тому справедливим вважати текстильний матеріал нейтральним нанореактором неорганічної дисперсної фази для набуття нових властивостей при створенні нанокompозитів на волокнистій основі.

На сучасному рівні методичного розвитку для кількісного визначення розмірних характеристик наноструктурних матеріалів доцільне комплексне дослідження із застосуванням різних методів, наприклад, скануючої електронної мікроскопії.

Список використаної літератури

1. Губин С.П. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства / С.П. Губин, Ю.А. Кокшаров, Г.Б. Хомутов, Г.Ю. Юрков // Успехи химии. – М., 2005. – № 74 (6). – С. 539–574.
2. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. – М.: Академкнига. – 2006. – 557 с.
3. Martinez-Mera, I.; Espinosa, M. E.; Perez-Hernandez, R.; Arenas-Alatorre, J. Synthesis of magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles without surfactants at room temperature // Mater. Lett. – 2007. – v. 61. – P. 4447–4451.

4. Sun, Y.-K.; Ma, M.; Zhang, Y.; Gu, N. Synthesis of nanometer-size maghemite particles from magnetite // *Colloids Surf., A*. – 2004. – V. 245. – P. 15-19.
5. Laurent S. Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, stabilization, vectorization, physicochemical characterizations, and biological applications // S. Laurent, D. Forge, M. Port // *Chem. Rev.* – 2008. – 108, № 6. – P. 2064–2110.
6. Marcin Rubacha, Janusz Zięba. Magnetic Textile Elements // *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. – 2006. – Vol. 14. – No. 5(59). – P. 49–53.
7. Redko Ya. The applying of nanotechnologies for obtaining electroconductive textile materials with using of the heterocoagulation mechanism / Ya. Redko, O. Romankevich // *Scientific basis of modern technology: experience and prospects. Monograph: edited by Shalapko Y.I. and Dobrzanski L.A.* – 2011. – P. 440–450.
8. Red'ko Ya., Romankevich O. Fiber Decorated with Magnetite Using Heterocoagulation // *Fibre Chemistry*. – Nov. 2014. – Vol. 46 (4). – P. 257–261.
9. Редько Я.В. Дослідження можливості синтезу наночастинок *in situ* для створення нанокмпозиційного текстильного матеріалу / Я.В. Редько, Я.О.Романкевич, Т.А.Чвертка, А.О.Таран. // *Вісник КНУТД*. – 2015. – № 2 (80). – С. 58–63.
10. Редько Я.В., Романкевич О.В. Модифікація текстильного матеріалу шляхом синтезу наночастинок *in situ* для надання магнітних властивостей // *Вісник КНУТД*. – 2015. – № 4 (88). – С. 158–163.
11. Ю.С. Липатов, В.В. Шилов, Ю.П. Гомза, Н.Е. Кругляк. Рентгенографические методы изучения полимерных систем. – Киев: Наукова думка, 1982. – 296 с.

References

1. Gubin S.P. Magnitnye nanochastitsy: metody polucheniya, stroenie i svoystva / S.P. Gubin, Yu.A. Koksharov, G.B. Khomutov, G.Yu. Yurkov // *Uspekhi khimii*. – M, 2005. – № 74 (6). – p. 539–574.
2. Shabanova N.A., Popov V.V., Sarkisov P.D. Khimiya i tekhnologiya nanodispersnykh oksidov. – M.: Akademkniga. – 2006. – 557 p.
3. Laurent S. Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, stabilization, vectorization, physicochemical characterizations, and biological applications // S. Laurent, D. Forge, M. Port // *Chem. Rev.* – 2008. – 108, № 6. – P. 2064–2110.
4. Martinez-Mera, I.; Espinosa, M. E.; Perez-Hernandez, R.; Arenas-Alatorre, J. Synthesis of magnetite (Fe₃O₄) nanoparticles without surfactants at room temperature // *Mater. Lett.* – 2007. – v. 61. – P. 4447–4451.
5. Sun, Y.-K.; Ma, M.; Zhang, Y.; Gu, N. Synthesis of nanometer-size maghemite particles from magnetite // *Colloids Surf., A*. – 2004. – V. 245. – P. 15-19.
6. Marcin Rubacha, Janusz Zięba. Magnetic Textile Elements // *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. – 2006. – Vol. 14. – No. 5(59). – P. 49–53.
7. Redko Ya. The applying of nanotechnologies for obtaining electroconductive textile materials with using of the heterocoagulation mechanism / Ya. Redko, O. Romankevich // *Scientific basis of modern technology: experience and prospects. Monograph: edited by Shalapko Y.I. and Dobrzanski L.A.* – 2011. – P. 440–450.
8. Red'ko Ya., Romankevich O. Fiber Decorated with Magnetite Using Heterocoagulation / Ya. Red'ko, O. Romankevich // *Fibre Chemistry*. – Nov. 2014. – Vol. 46 (4). – P. 257–261.
9. Redko Ia.V. Doslidzhennia mozhlivosti syntezy nanochastynok in situ dlia stvorennia nanokompozytsiinoho tekstylnoho materialu / Ia.V. Redko, Ia.O.Romankevych, T.A.Chvertka, A.O.Taran. // *Visnyk KNUVD*. – 2015. – № 2 (80). – p. 58–63.
10. Redko Ia.V., Romankevych O.V. Modyfikatsiia tekstylnoho materialu shliakhom syntezy nanochastynok in situ dlia nadannia mahnitnykh vlastyvostei / Ia.V. Redko, O.V. Romankevych // *Visnyk KNUVD*. – 2015. – № 4 (88). – p. 158–163.
11. Yu.S. Lipatov, V.V. Shilov, Yu.P. Gomza, N.E. Kruglyak. Rentgenograficheskie metody izucheniya polimernykh sistem. – Kiev: Naukova dumka, 1982. – 296 p.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТГЕНОФАЗОВОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ФАЗЫ В НАНОКОМПОЗИТАХ НА ВОЛОКНИСТОЙ ОСНОВЕ

РЕДЬКО Я.В., СУПРУН Н.П.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование структурных характеристик текстильных материалов магнитных нанокмпозитов на их основе; определение размера частиц образованных железо-оксидных соединений как отдельно, так и в объеме полученных композиционных материалов.

Методика. Для контроля кристаллической структуры, фазового состава и определения размеров синтезированных частиц *in situ* образцы созданных текстильных нанокмпозитов, содержащих железо-оксидные соединения, исследовали методом рентгенофазового анализа (РФА).

Результаты. Исследование структуры и фазового состава нанокмпозиционных материалов позволило установить присутствие частиц магнетита, синтезированного в текстильном материале со средними размерами 9,4 и 9,7 нм, в зависимости от сырьевого состава.

Научная новизна. Впервые установлена закономерность влияния условий синтеза железо-оксидных соединений на размер нанокристаллитов магнетита в текстильном материале.

Практическая значимость. Определение фазового состава и размеров частиц неорганической фазы подтверждает способность к защите от микроволнового излучения наноструктурного магнетита, содержащегося в текстильном материале.

Ключевые слова: текстильный материал, наночастицы, синтез *in situ*.

APPLICATION OF X-RAY ANALYSIS FOR DETERMINING THE SIZE OF INORGANIC PHASE IN NANOCOMPOSITES ON FIBROUS BASE

RED'KO YA.V., SUPRUN N.P.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Research of structural characteristics of textile materials and magnetic nanocomposites based on them; determining the size of particles formed of iron-oxide compounds either separately or in volume obtained composite materials.

Methodology. For control of crystal structure, phase composition and for determining the size of particles *in situ* synthesized samples created of textile nanocomposites that contain of iron-oxide compounds were investigated by X-ray diffraction analysis (XRD).

Findings. Research of the structure and phase composition of nanocomposite materials allowed to establish the presence of particles of magnetite that synthesized in the textile material with average size of 9.4 and 9.7 nm, depending on the raw composition.

Originality. First established of interrelation of influence of the synthesis conditions of iron-oxide compounds on the size of nanocrystals of magnetite in the textile material.

Practical value. Determination of the phase composition and particle size of inorganic phase confirms the ability to protect from microwave radiation of nanostructured magnetite that is contained in the textile material.

Keywords: textile material, nanoparticles, synthesis *in situ*.

VODZINSKA O., TKALENKO A.

Kyiv National University of Technologies and Design

DESIGNING OF MEN'S JACKET CONSTRUCTION MADE OF LUXURY SUIT MATERIALS TAKING IN TO ACCOUNT PROPERTIES OF STUDIED MATERIALS

Purpose. Evaluation of structural characteristics and water-repellent properties of luxury pure wool fabrics for suit to consider them when designing men's jacket.

Methodology. Experimental research methods on the basis of standardized methodology and the author's methodology and device for estimation the properties of suit fabrics were used. Graphical images of the results of experiments were performed using MS Excel software.

Results. The structural characteristics, indexes of water repellency and breathability, and pressing-in ability of luxury suit fabrics of «Scabal» company were defined.

Scientific novelty. It was found, that waterproof indexes of «Scabal» suit fabrics are equal to raincoat materials with a film coating; breathability indexes of these fabrics are very low or equal to zero; pressing-in ability of studied materials is worse in comparison with classical suit materials due to significant density of warp and weft and yarn fineness.

Practical value. Men's jacket design was developed considering properties of luxury suit materials.

Keywords: pure wool and woolen suit fabrics, breathability, water repellency, pressing-in coefficient, luxury goods.

Introduction. In the manufacture of sewing item the right choice of materials largely determines its quality, appearance, form stability and durability. Garment requirements are set through requirements for design and construction processes, processing technology and quality of materials and their properties. Microclimate under clothing, well-being and human performance depend on materials and their properties. Materials determine the functionality of clothing, when creating clothing, they are selected according to the appearance and age of the consumer and fashion trends [1]. With the development of science and technology, new types of fabrics and materials appear, they have new properties that need to be studied and explored in order to take into account in the processes of design and manufacturing. Therefore, scientifically justified choice of materials for sewing product is of great importance.

Objectives. The company «Scabal» with more than 75 years of experience, is one of the world's leading manufacturers of luxury suit fabrics for men. Manufacturers use only high-quality kinds of natural wool, silk, cashmere, mohair, with the addition of rare fibers. The company has an advanced approach to the development of luxury fabrics. The latest collections present special novelties: suit fabrics with platinum and golden thread, sapphire coating, lazurite, materials with fragments of diamonds which are woven directly into the structure of the woolen yarn, pure silk suit fabrics for men [2].

As it is stated by the manufacturer, pure wool fabrics of «Scabal» company have superior quality because of high quality raw materials for the manufacture of woolen yarn. «Scabal» was the first who developed fabrics of Super 120 and Super 150 standard, which are characterized by very thin and long fibers of the highest quality wool. In addition, these materials due to the considerable length of the fibers for yarn and their high degree of twist are highly crease-resistant, have the ability to restore the shape without pressing, they do not peeling and are waterproof [2]. «Scabal»

fabrics are extremely light, have large density of yarns, good heat retention and water repellent properties. All these typical properties of suit materials and also new ones require additional studies to determine their numerical indexes, compare with the requirements of standards and taking into account during the product designing.

The subject of the study – suit fabrics of «Scabal» company. The object of the study – the evaluation process of the structural characteristics and properties of suit fabrics for the manufacture of men's luxury suits. The existing standards of pure wool and woolen suit materials and their compliance with modern materials are also of great interest.

Research results. Evaluation of structural characteristics of «Scabal» suit materials and classic suit fabrics is made according to [3, 4]. The characteristics of investigated fabrics are presented in Table 1 and Table 2, respectively.

Table 1

Characteristic of pure wool and woolen suit fabrics of «Scabal» company

Conven- tional sign of fabric	Surface density, g/m ²	Raw material composition, %	The number of threads in 10 cm		Linear density, tex		Thickness, mm	Weave
			warp	weft	warp	weft		
K1	183	Wool – 95; silk – 5	380	400	26,6	19,2	0,39	Plain
K2	181	Wool – 90; silk – 10	440	400	21,4	20,8	0,40	Finely- patterned
K3	190	Wool – 100	360	320	33,4	22,8	0,40	Finely- patterned
K4	171	Wool – 100	440	400	20,8	20,8	0,42	Finely- patterned
K5	170	Wool – 100	400	330	27,6	18,8	0,40	Finely- patterned
K6	219	Wool – 90; silk – 10	270	280	37,6	41,0	0,37	Finely- patterned
K7	165	Wool – 100	340	320	23,0	24,0	0,39	Finely- patterned

The research found that the selected «Scabal» suit fabric for making men's suits is characterized by surface density from 165 to 219 g/m². According to the standard [5], most of them within the group of worsted fabrics for dresses but not suits, with a surface density of 190g/m², so materials have more lightweight surface density compared to standard requirements. The thickness of the fabric is from 0,37 to 0,42 mm that is less than the thickness of the classic costume materials (from 0,40 to 0,57 mm). Investigated fabrics of «Scabal» company have a density of 270 to 440 threads per 10 cm in warp and from 280 to 400 threads per 10 cm in weft, this indicates a higher density of warp and weft in comparison with classical suit materials (from 160 to 290 in warp and from 160 to 320 in weft). The linear density of the studied types of fabrics ranging from 20,8 to 37,6 tex in warp and from 18,8 to 41,0 tex in weft that is lower than the normative values according to [5] (40 tex). Thus, «Scabal» materials are more lightweight by surface density, more dense by the number of threads per 10 cm in warp and weft, less thick compared to the classic suit fabric.

Table 2

Characteristic of classic pure wool and woolen suit fabrics

Type of material, conventional sign	Surface density, g/m ²	Raw material composition, %	The number of threads in 10 cm		Linear density, tex		Thickness, mm	Weave
			warp	weft	warp	weft		
Worsted and woolen Kl 1	234	Wool – 80; PAN– 20	160	160	14,2	15,6	0,57	Plain
Worsted Kl 2	186	Wool – 100	290	250	14,0	17,8	0,44	Plain
Worsted and woolen Kl 3	215	Wool – 100	210	320	40,4	40,6	0,40	Twill
Worsted and woolen Kl 4	224	Wool – 100	240	250	49,2	42,4	0,49	Plain
Worsted and woolen Kl 5	235	Wool – 95; PAN – 5	180	155	38,0	45,0	0,48	Plain

As it is stated by manufacturers, «Scabal» materials are characterized by high water repellent properties, which is not typical for classical suit materials [1]. The ability to repel moisture is given to luxury materials to ensure a high level of consumers' comfort as it is enough to shake spilled liquid off the surface of a suit. To assess water repellent properties of «Scabal» suit fabrics experimental research was carried out with help of special device for determination of resistance to moisture (spray test) by the method according to ISO 4920:2005 [6]. Four types of «Scabal» luxury costume materials were selected as the object of study. The experimental results are presented in Fig. 1-2 and in Table 3.

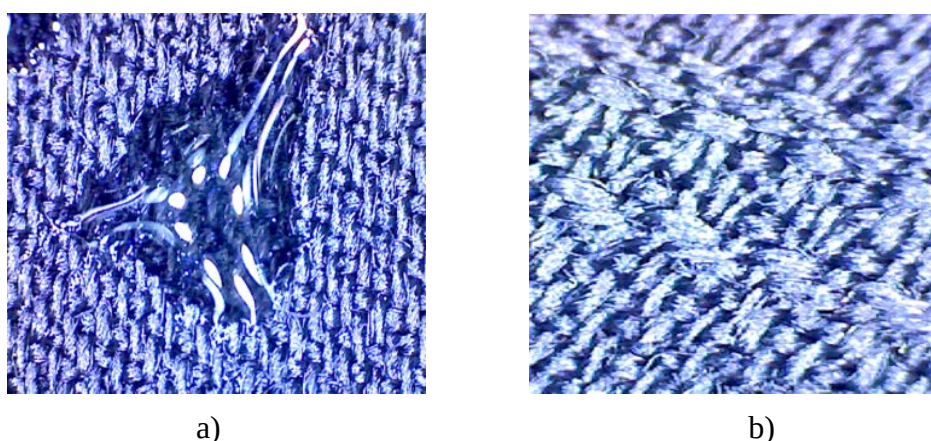


Fig. 1. Pictures of fabric samples K1 after wetting under a microscope at 20 times increase: a) a front side; b) a back side

Water-repelling properties are provided, among others, by weave density with a very small diameter of yarn, as the materials are not additionally saturated. The national standard for woolen suit fabrics has no quality indexes to characterize their resistance to moisture. That is why for the comparison of the experimental values of water repellency we use corresponding standard for raincoat material (Table 3) [7]. According to the results of the experiment, suit fabrics by company

«Scabal» correspond by their values of water repellency to raincoat materials with film coating and water-repellent finish, i.e. don't let water in.

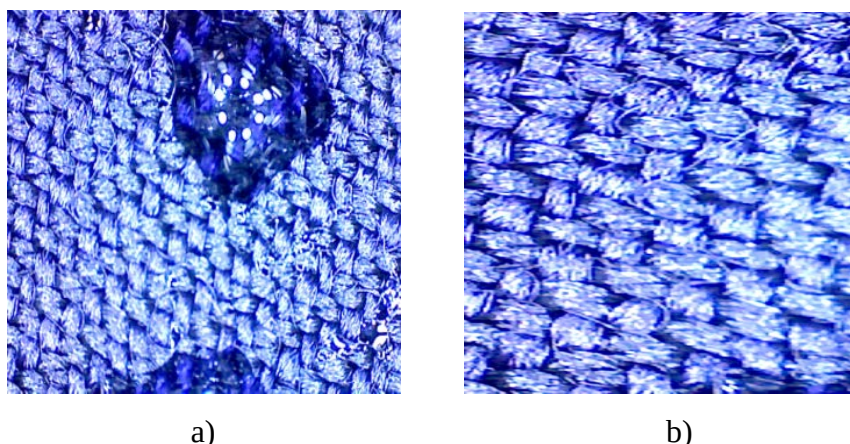


Fig. 2. Pictures of fabric samples K3 after wetting under a microscope at 20 times increase: a) a front side; b) a back side

Table 3

The results of determining resistance to the wetting of «Scabal» costume fabrics

Type of material, conventional sign, manufacturer	The results by the the photographic scale AATCC	The normative value of water repellency for raincoat fabrics in accordance with ISO 28486-90
Suit K1 «Scabal»	ISO3 = AATCC 80	Not less than 80 nominal units – for fabrics with film coating in 3 layers; not less than 70 nominal units – for raincoats with a film coating in 1 layer; not less than 50 nominal units – for raincoat fabrics with water repellent treatment
Suit K2 «Scabal»	ISO1 = AATCC 50	
Suit K3 «Scabal»	ISO2 = AATCC 70	
Suit K4 «Scabal»	ISO3 = AATCC 80	

High breathability is one of the fundamental properties of the material, which provides comfort of the person during the product's use. According to the standard [8] for coat and suit range products the value of breathability should be at $60 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$. If the breathability of the package is less than 10, then it is necessary to provide the product with additional structural elements or technological methods for the comfort of a person and this can affect the appearance and design of the product. Experimental study for breathability determination was carried out by standardized methods in accordance with ISO 12088-77 on the basis of model FF-12/A [8]. Sets of materials were picked up for experimental study, they contained variants of suit fabrics, interlining and lining materials. Experimental results for breathability are presented in the Table 4.

It was found that suit fabrics K1 and K6 are similar in breathability performance, fabrics K7 and K4 do not let air in, so they were excluded from further research. Selected types of fabrics were included into sets for future research and choosing the best option for making men's jacket. According to research optimal set of materials K1+D1+P1 was selected, which has a maximum breathability value ($11,0 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$). Comparison of the obtained values with standards

according to [9] indicates low breathability value for luxury suit fabrics and accordingly their sets, that should be taken into account when designing a product using the constructional and technological methods.

Table 4

Breathability value of «Scabal» suit fabrics and sets based on them

Conventional sign of material	The actual value of breathability dm ³ /(m ² ·s)											Normative values of breathability in accordance with ISO 25295:2005, dm ³ /(m ² ·s)			
	For top	For lining				For the set: suit fabric + woven interfacing		For the set: suit fabric + woven interfacing + lining							
		P1	P2	P3	P4	D1	D2	P1	P2	P3	P4				
K1	30,6	64,8	31,5	12,4	30,8	20,8	11,9	11,0	4,2	1,5	4,4	Not less than 60			
K6	30,8														
K7	0														
K4	0														

While manufacturing products of pure wool and woolen materials such technological methods as pressing-in and wet-heat stretching are often used to provide three-dimensional shape of clothing details.

When making men's jacket, pressing-in is used for a sleeve cap, an armhole, a shoulder cut of the back, a neckline, elbow sections, the leading edge. To assess the ability of suit fabrics to be pressed-in the experimental research was carried out using the experimental device developed at the Department of technologies and designing of sewing products for studying the pressing-in process [10]. Fig. 3-5 show the results of the values of the critical coefficient for the pressing-in of «Scabal» suit fabrics and classic fabrics while being pressed-in on warp and weft at 45° to the warp.

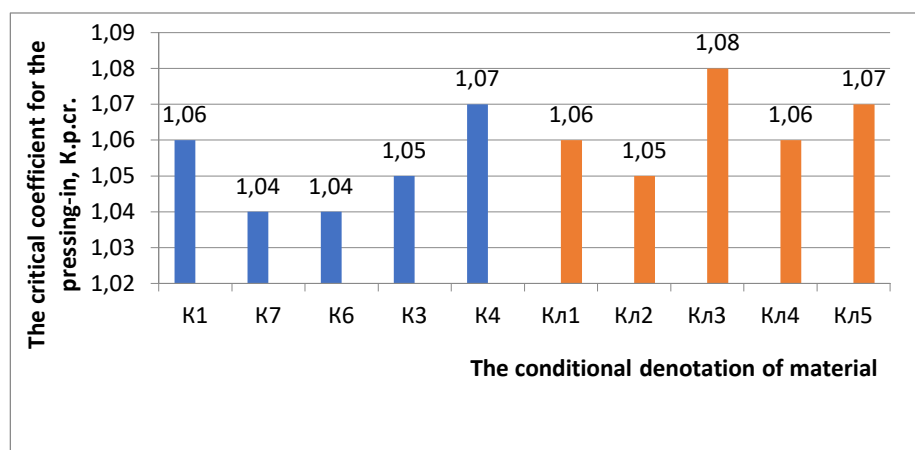


Fig. 3. Diagrams of the critical coefficient values of pressing-in for «Scabal» suit fabrics and classic ones at pressing-in by warp

The experimental results give reason to conclude that «Scabal» suit fabrics are pressed-in almost equally towards the warp in comparison with classical suit materials. Degree of pressing-in on weft in «Scabal» suit fabrics gets worse compared to classic materials (3 % average). Results of materials pressing-in under 45° are: classic materials are pressed-in better compared with «Scabal» fabrics (6 %).

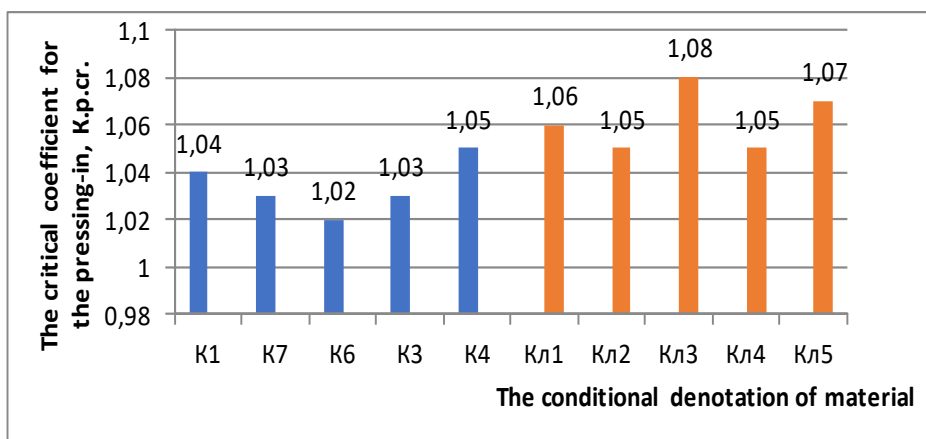


Fig. 4. Diagrams of the critical coefficient values of pressing-in for «Scabal» suit fabrics and classic ones at pressing-in by weft

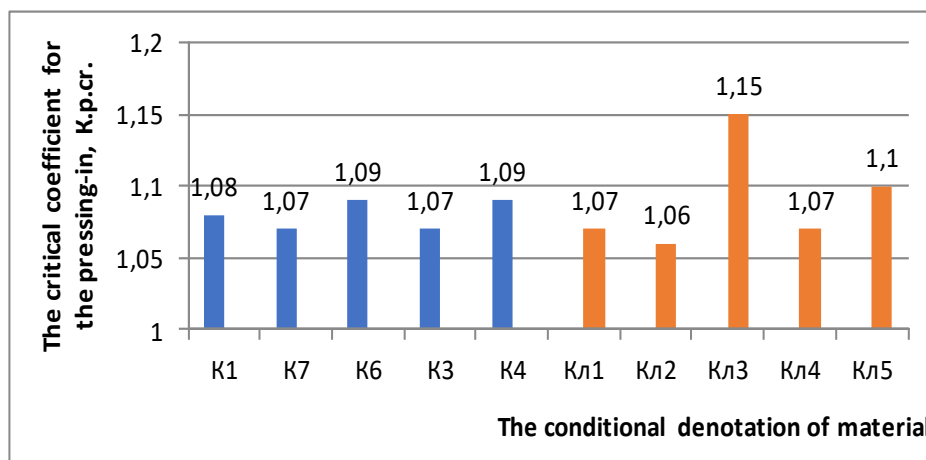


Fig. 5. Diagrams of critical coefficient values for pressing-in for «Scabal» suit fabrics and classic fabrics pressing-in at 45° to the warp

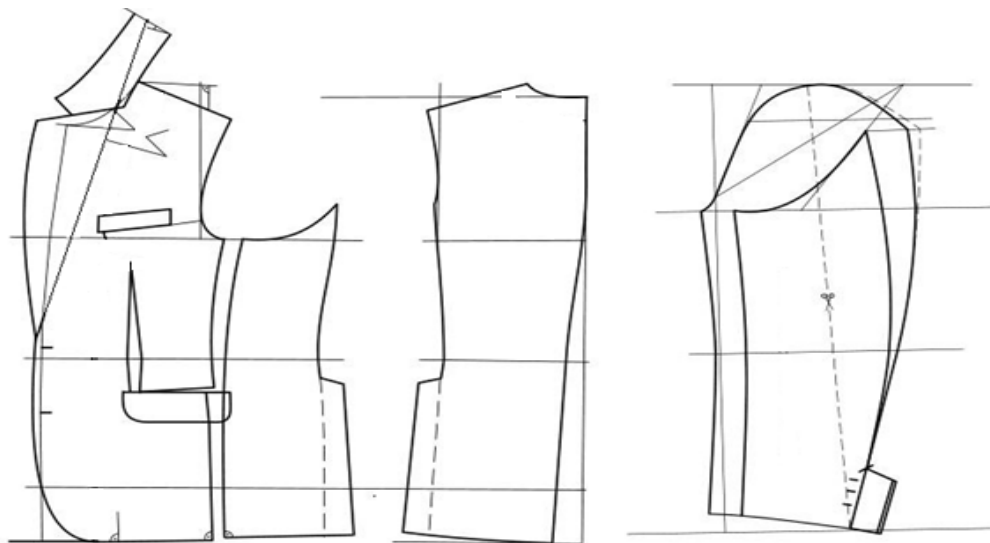


Fig.6. Design of men's jacket, developed taking into consideration properties of materials

Design features of men's jackets are:

- an increase in allowances at the chest line to 9 cm and hip line to 5 cm for loose fit, shoulder cut length increase to 1 cm to provide breathability of construction;
- designing of a single-breasted open fastener on two buttonholes and two buttons (location of the first buttonhole is 1,5 cm above the waist) to increase breathability;
- designing of relief seams on the back and vents to ensure free movement and air circulation of the product;
- designing of open vents at elbow seams of sleeves;
- decrease in fit value for sleeve cap to 2 cm by transferring 2 cm of cap fit to dart at elbow seam of a sleeve;
- decrease of a fit by shoulder cut length to 0,5 cm.

Studies have shown that the existing standards for pure wool and woolen suit materials need some supplements about new materials and their properties.

References

1. Konopal'tseva N.M. Konstruyrovanye y tekhnolohiya yzghotovleniya odezhdy yz razlychnykh materyalov [Design and technology of making clothes from various materials]. V 2 ch. Chast' 2. Moscow, Akademyia, 2007, 288 p. [in Russian].
2. Official website of Scabal from <http://www.scabal.com/ru/fabrics-ru/> [in Russian].
3. Materyaly tekstyl'nye. Tkany, netkanye polotna y shtuchnye yzdeliya. Metody opredeleniya lynejnykh razmerov, lynejnoj y poverkhnostnoj plotnostej: HOST 3811-72. [Textile materials. Fabrics, nonwoven cloths and products. Methods for determining linear dimensions, linear and surface densities: GOST 3811-72.] Dejstvuiuschyj s 01.01.1973 [Active from 01.01.1973]. Moscow: YPK Yzdatel'stvo standartov, 1972, 14 p. [in Russian].
4. Materyaly tekstyl'nye. Tkany y shtuchnye yzdeliya. Metody opredeleniya plotnostej nytej y puchkov vorsa: HOST 3812-72 [Textile materials. Fabrics and piece goods. Methods for

determining the densities of yarns and pile bundles: GOST 3812-72] Dejstvuiuschyj s 01.01.1973 [Active from 01.01.1973]. Moscow: YPK Yzdatel'stvo standartov, 1972, 8 p. [in Russian].

5. Tkany odezhnye chystosherstiane, sherstiane y polusherstiane. Obschye tekhnicheskyye usloviya: DSTU HOST 28000:2009 [Woven fabrics pure wool, woolen and half wool. General specifications: DSTU GOST 28000:2009] Dejstvuiuschyj s 01.07.2009 [Active from 01.07.2009]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2009, 6 p. [in Russian].

6. Materialy tekstyl'ni. Metod vyznachennia oporu do zvolozhennia poverkhni (vyprobuvannia zbryzkuvanniam): DSTU ISO 4920:2005 [Textile materials. Method for determination of resistance to surface wetting (spray test)] Chynnyj vid 01.10.2007 [Active from 01.10.2007]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005, 8 p. [in Ukrainian].

7. Tkany plaschevye y kurtochnye yz syntetycheskykh nytej. Obschye tekhnicheskyye usloviya: HOST 28486-90 [Cloak and jacket fabrics made of synthetic yarn. General specifications: GOST 28486-90] Dejstvuiuschyj s 01.07.1991 [Active from 01.07.1991]. Moscow: YPK Yzdatel'stvo standartov, 1991, 3 p. [in Russian].

8. Materyaly tekstyl'nye y yzdelya yz nykh. Metod opredeleniya vozdukhopronytsaemosti: HOST 12088-77 [Textile materials and products made of them. Method for determining air permeability GOST 12088-77] Dejstvuiuschyj s 01.01.1979 [Active from 01.01.1979]. Moscow: YPK Yzdatel'stvo standartov, 1979, 6 p. [in Russian].

9. Odezhda verkhniaia pal'tovo-kostiumnoho assortymenta. Obschye tekhnicheskyye usloviya: HOST 25295-91 [Top clothes of coat-suit. General specifications: GOST 25295-91] Dejstvuiuschyj s 01.07.1992 [Active from 01.07.1992]. Moscow: Yzdatel'stvo standartov, 1994, 6 p. [in Russian].

10. Vodzins'ka O.I., Naumenko O.S. Doslidzhennia tekhnolohichnoho protsesu sprasuvannia klejovykh paketiv materialiv pry vyhotovlenni plechovykh vyrobiv verkhnoho asortymentu [The research process pressing-in adhesive package materials in the manufacture of shoulder range of top products] Tekhnolohii ta dyzajn [Technology and Design]. 2015. № 2 (15). Retrieved from https://drive.google.com/drive/u/0/folders/0B_w9huKeXPEIOGJ2ajBHcy1GMk0 [in Ukrainian].

ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПІДЖАКА ЧОЛОВІЧОГО З КОСТЮМНИХ ТКАНИН КЛАСУ ЛЮКС З УРАХУВАННЯМ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОСЛІДЖУВАНИХ МАТЕРІАЛІВ

ВОДЗІНСЬКА О. І., ТКАЛЕНКО А. М.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Оцінка структурних характеристик та водовідштовхувальних властивостей чистововняних костюмних тканин класу люкс для їх врахування при проектуванні конструкції піджака чоловічого.

Методика. Використано методи експериментального дослідження за стандартизованими методиками та авторську методику та пристрій для оцінки властивостей костюмних тканин. Побудову графічних зображень результатів експериментів виконано з використанням програмного забезпечення MS Excel.

Результати. Визначено структурні характеристики, показники водовідштовхування, повітропроникності та здатності до спрашування костюмних тканин класу люкс «Scabal».

Наукова новизна. Встановлено, що за показниками водовідштовхування костюмні тканини «Scabal» прирівнюються до плащових матеріалів з плівковим покриттям; показники повітропроникності цих тканин дуже низькі або рівні нулю; здатність до спрашування досліджуваних матеріалів гірша у порівнянні з класичними костюмними

матеріалами за рахунок значної щільності систем ниток основи та утку, а також тонини ниток.

Практична значимість. Побудовано конструкцію чоловічого піджака з врахуванням властивостей костюмних матеріалів класу люкс.

Ключові слова: чистововняні та вовняні костюмні матеріали, повітропроникність, водовідштовхування, коефіцієнт спрасування, виробу класу люкс.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МУЖСКОГО ПИДЖАКА ИЗ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ КЛАССА ЛЮКС С УЧЕТОМ СВОЙСТВ ИССЛЕДУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОДЗИНСКАЯ О. И., ТКАЛЕНКО А. Н.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Оценка структурных характеристик и водоотталкивающих свойств чистошерстяных костюмных тканей класса люкс для учета их при проектировании конструкции мужского пиджака.

Методика. Использованы методы экспериментального исследования по стандартизированным методикам, а также авторская методика и прибор для оценки свойств костюмных тканей. Построение графических изображений результатов экспериментов выполнено с использованием программного обеспечения MS Excel.

Результаты. Определены структурные характеристики, показатели водоотталкивания, воздухопроницаемости и способности к сутюживанию костюмных тканей класса люкс «Scabal».

Научная новизна. Установлено, что по показателям водоотталкивания костюмные ткани «Scabal» приравняются к плащевым материалам с пленочным покрытием; показатели воздухопроницаемости этих тканей очень низкие или равны нулю; способность к сутюживанию исследуемых материалов ниже по сравнению с классическими костюмными материалами за счет значительной плотности систем нитей основы и утка, а также тонины нитей.

Практическая значимость. Выполнено построение конструкции мужского пиджака с учетом свойств костюмных материалов класса люкс.

Ключевые слова: чистошерстяные и шерстяные костюмные ткани, воздухопроницаемость, водоотталкивание, коэффициент сутюживания, изделия класса люкс.

УДК: 677.02

ОМЕЛЬЧЕНКО В.Д., ПРОКОПОВА Є.А.

Державне підприємство «Київський державний науково-дослідний інститут
текстильно-галантерейної промисловості»

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕКСТИЛЬНИХ ШТУЧНИХ СУДИН

Мета. Аналіз сучасних досягнень та перспектив розвитку виробництва текстильних протезів кровоносних судин.

Методика. Використання сучасних систем збору і аналізу інформації.

Результати. Надані повні дані про стан і розвиток протезів судин та технологічні особливості їх виготовлення.

Наукова новизна. Визначені технічні особливості застосування ткацтва, в'язання та плетіння для виготовлення штучних судин.

Практична значимість. Розглянуто найсучасніші способи виготовлення текстильних протезів судин.

Ключові слова: протези кровоносних судин, хірургія, ткацтво, в'язання, плетіння, високомолекулярні сполуки, біоінженерія.

Вступ. На сьогоднішній день текстильні матеріали у вигляді тканих, в'язаних, нетканих виробів знайшли широке застосування в медицині. Це різноманітні перев'язувальні матеріали, матеріали для алопластики та реконструкційної хірургії, еластичні вироби для лікування і реабілітації хворих людей та осіб з обмеженими можливостями, фільтрувальні матеріали в апаратах переливання крові та гемосистемах, різноманітні протези штучних судин та серцево-судинні заплати, а також біологічно-активні та шовні матеріали.

Кожне з цих напрямлень застосування текстильних медичних виробів має свою цікаву історію здобутків і невдач, історію злетів наукового пошуку і самопожертви випробування матеріалів на собі та інколи трагічного фіналу великих надій і сподівань.

Створення цих виробів та розвиток їх технологій завжди вимагали найтіснішої сумісної праці медиків, біохіміків, матеріалознавців та технологів текстильного виробництва. Ці роботи були б також неможливі без розвитку виробництва різноманітних синтетичних біоматеріалів. Міжнародна медична статистика свідчить, що за останні десять років виробництво спеціальних біоматеріалів зросло для виготовлення кісток та суглобів в 1,3; для водіїв ритму серця – в 1,5; для нирок – в 2,2; для апаратів серце-легені – в 2,3; для апаратів штучного кровообігу (штучні шлуночки серця) – в 3,1 та для кровоносних судин – в 3,3 рази.

Важливість цієї проблеми підтверджується заснуванням у ряді всесвітньо відомих текстильних навчальних закладів курсу «технологічні процеси текстильних медичних виробів».

Найскладнішими з цих виробів є текстильні протези кровоносних судин, на що часто звертають увагу ряд світових медичних авторитетів, наприклад [1]. Це пояснюється тим, що штучні текстильні судини крім складної конструкції повинні відповідати ряду специфічних вимог, пов'язаних з умовами їх експлуатації в агресивному середовищі організму людини без тромбозів і відторгнення. Це надскладна науково-практична задача.

В світі щорічно виконується більш ніж 1,5 млн. операцій із застосуванням протезів кровоносних судин. У цьому бізнесі в системі наука-виробництво-медичне використання-реабілітація задіяно близько 20 млрд. дол. США.

Зрозуміло, що у цьому секторі ринку медичних послуг ведеться найзапекліша конкурентна боротьба між науково-виробничими структурами і пов'язаними з ними медичними центрами. У цю боротьбу втягнута велика реклама та піар-компанія в підтримку товарів різних виробників, що не завжди дає можливість об'єктивно оцінити медико-технічні переваги тієї чи іншої продукції. Слід також зазначити, що технологічні процеси виготовлення цієї продукції, як правило, не висвітлюються.

Постановка завдання. Метою даної роботи є науковий аналіз технологічних особливостей виготовлення текстильних протезів кровоносних судин для визначення об'єктивного сучасного стану розвитку цієї продукції.

Результати дослідження. У свій час ще великий Авіценна звернув увагу, що кров не згортається при контакті з масними поверхнями, та з смолистими речовинами. Це явище завжди наштовхувало світил середньовічної медицини на думки про застосування таких матеріалів в якості протезів кровоносних судин. Але достовірних відомостей про такі операції історія медицини не знає.

Перше достовірне повідомлення про спробу операції з пересадки людині штучної кровоносної судини відноситься до 1786 року [2], яка закінчилася невдало. З розвитком хірургічної техніки, хірургічних матеріалів і створення нових засобів наркозу з 1902 року почалися спроби застосовувати для заміни хворих судин трубки, які виготовлялися з покритих парафіном скла, алюмінію, срібла, бурштину. Але до широкого практичного та клінічного використання на людині справа не дійшла [3].

Повною невдачею закінчилися спроби застосовувати в якості протезів плетені та ткані трубки з льняної пряжі. Причиною була швидка деструкція натуральної текстильної сировини в агресивному середовищі живого організму.

Тільки розвиток хімії ВМС та волокностворюючих полімерів надав можливість розробляти протези судин, які з часом знайшли широке застосування на практиці. Спочатку в 1940 році створили суцільно вилиті трубки зі сплаву полімерів «віталіум», а в 1947 р. – з поліетилену, які хоч і не знайшли клінічного застосування по причині своєї жорсткості, але послугували трампліном для визначення спеціальних вимог до цих матеріалів та можливих способів їх виготовлення. В ці ж роки до робіт по створенню штучних судин приєдналися спеціалісти текстильного виробництва.

З 1952 року з'являються перші ткані та плетені протези кровоносних судин, сировиною яких були вінілові (віньон Н), силіконові, нейлонові, тефлонові, поліефірні, поліамідні та інші синтетичні нитки [4]. В експерименті з цими матеріалами та виробами з них були визначені основні вимоги до штучних судин, які в основному дійсні і до сьогоднішнього дня. Це, в першу чергу, сумісність з біологічним середовищем людини, безвідмовна робота без змін фізико-механічних характеристик і деформаційних властивостей, ідеальна внутрішня поверхня для запобігання утворення тромбозів та гофрована зовнішня поверхня для забезпечення ідеального пульсування потоку крові, пористість стінки судини, стійкість до агресивного середовища організму людини, неосипаємість при розрізах, хімічна інертність, тощо.

В 1957 році американськими вченими Філадельфійського інституту були вперше створені в'язані протези кровоносних судин, які на той час по багатьом показникам переважали ткани. Були створені десятки конструкцій в'язаних судин (лінійні, біфуркаційні та інші). Вважалося, що медицина отримала дуже надійні в'язані імплантати. Їх почали виготовляти в ряді країн [5, 6]. Оволодіння такими новими технологіями викликало у свій час велику медійну кампанію в медицині. Було багато наукових та ще більше науково-популярних та рекламних публікацій, де згадувалось тільки про корисність цих виробів для здоров'я людини.

Але медична практика свідчила про наявність дуже складних проблем в цій галузі медичної допомоги. Серйозні вчені, медичні і текстильні наукові заклади продовжували вивчати та аналізувати результати імплантації штучних судин та пропонувати заходи з поліпшення їх властивостей. Слід відзначити, що в Україні першими досліджували цю проблему вчені Київського медичного Університету та Українського науково-дослідного інституту туберкульозу, у роботах яких почав свою наукову діяльність майбутній видатний український хірург-експериментатор професор Юрій Фурманов, який до речі, разом з академіком Борисом Патonom є автором всесвітньовідомого способу зварювання живих тканин людини [7].

Результати досліджень та практики вживлення різноманітної конструкції і сировини штучних судин дозволили отримати багато важливої інформації. Наприклад, встановили, що ряд поліамідів та інших синтетичних матеріалів, на які покладали великі надії, не зарекомендували себе надійними при експлуатації в організмі людини. Ці матеріали швидко змінювали свої властивості, вапнувалися, змінювали свою структуру та втрачали міцність. Трирічне перебування протезів в живому організмі призводило до втрати їх міцності, яка складала у тефлону 5, дакрону 15-20 та нейлону 90 %. По мірі накопичення досвіду з часом з різних вагомих причин відмовилися від використання плетених протезів судин та комбінованих протезів (в ткану трубку вставлялася плетена трубка). Почали також відмовлятися від протезування невеликих судин по причині підвищеного тромбування текстильних протезів малих діаметрів.

Незважаючи на сучасні досягнення у створенні ВМС для медицини і при їх хімічно-біологічній інертності, організм людини продовжує сприймати їх, як чужорідний елемент. Тим більше, що кров, при своєму протіканні через судини не зовсім підкоряється відомим законам фізики.

Слід констатувати, що у медичній спільноті насьогодні виникла деяка настороженість до алотрансплантації текстильних судин.

На сьогоднішній день медики, біологи, біохіміки, матеріалознавці та спеціалісти текстильного виробництва не можуть повністю забезпечити відсутність тромбування та довгострокового інфікування при застосуванні штучних судин. Головна причина цього – це чужорідність протезу організму та пов'язана з цим імунна відповідь. Незважаючи на сучасну післяопераційну терапію довгостроково інфікується 2-5% прооперованих пацієнтів. Це дуже небезпечне ускладнення, що у 37% випадків закінчується ампутацією протезу, а інколи і кінцівки, а приблизно у 25% випадків закінчується летально. Хірурги визнають, що було б помилкою стверджувати, що існує універсальний спосіб лікування цієї суворой та багатогранної патології.

Тому сьогодні всі види найкращих текстильних протезів судин виготовляються з використанням новітніх досягнень науки і максимально для сучасного рівня знань забезпечують рівень антиінфікування та антитромбоутворення [8-10].

Сучасні текстильні протези являють собою найскладніший науковосмисловий виріб із заданими властивостями та високою біосумісністю зі складовими організму людини. Ряд нових текстильних протезів виготовляються з сировини, до якої хімічним шляхом ковалентними зв'язками приєднані молекули срібла. Срібло ефективно навіть при низьких концентраціях, воно інактивує відповідь ДНК, активує біосинтез білка та мембранний потенціал мікроорганізмів, що сприяє антиалергенному та природному загоєнню. Іони срібла ефективно та довготривало захищають від широкого спектру мікроорганізмів, у тому числі від дуже підступної нової інфекції MRSA (резистентного стафілококу).

Сучасні текстильні протези магістральних судин для грудної та черевної порожнини виготовляються тільки тканим способом з комплексних багатофіламентних ниток без їх крутки. Такі судини виготовляють діаметром 12-38 мм і довжиною 15-40 см у вигляді лінійних, біфуркаційних трубок, та трубок з кількома браншами (з розгалуженнями менших діаметрів від основної трубки у кількох місцях), що повністю імітує будову судин людини.

Протези судин для алопластики периферійних артерій виготовляють тільки в'язаним способом діаметром 6-10 мм і довжиною до 70 см.

Ткані протези по своїй фізико-механіці тонші, ніж в'язані та більш міцні і можуть витримувати більші навантаження, що є важливим при протезуванні магістральних судин. В'язані протези можуть розміщуватись по складним контурам, що необхідно при протезуванні більш тонких периферійних судин. Застосування сучасних видів сировини дозволяє створювати номінальну товщину стінки штучних судин 0,49 мм, але ця величина може складати і 0,16-0,24 мм, та створювати висоту гофрування 30 мікрон – внутрішнього, та 70-100 мікрон зовнішнього полів судин.

Основою сировини сучасних протезів судин слугують поліестерні сполуки та їх модифікації. Всі сучасні судини мають нульову хірургічну порізність (неосипаємість при розрізі та маніпуляції з судиною в процесі імплантації). В останній час для виготовлення судин використовують новий вид сировини – розширений політетрафторетілен (ePTFE). Вважається, що він має найкращу біосумісність та найнижчу тромбогенність. На наш погляд це твердження дискусійне.

Для прискорення приживлення текстильних протезів в організмі людини, вони мають мікроотвори і в той же час протези мають колагенове покриття для запобігання надлишкового просочування кров'ю. Такі протези носять назву імпрегнованих і швидше заселяються клітинами організму ніж у ті, що не мають колагенового покриття. Желатин для імпрегнації протезів синтезований з тваринного колагену, що забезпечує біосумісність і відсутність запалень. Створені також протези судин, де желатин додатково покривають ізоціанатом, що по даним наукової літератури, зменшує у 100 разів вірогідність виникнення тромбів.

Для суттєвого покращення конгруентності тканих штучних судин та зменшення часу хірургічних втручань цим виробам надають задану просторову форму (у вигляді арки, дуги, змієподібності тощо). Ця технологія у науково-технологічних джерелах має назву P.A.S.S. і захищена рядом патентів різних країн та НОУ-ХАУ. Її суть в тому, що для створення різних

згинів на внутрішній поверхні тканого протезу роблять ювелірної точності невеликий стягуючий шов, який на зовнішню поверхню судин не виходить. В результаті штучна судина згинається у потрібних напрямках і приймає потрібну форму.

Є штучні текстильні судини, які мають на окремих ділянках різний діаметр, що дозволяє максимально полегшити роботу хірурга при найскладніших операціях, наприклад при операціях на аортальному клапані. Застосування такого текстильного протезу робить непотрібною антикоагулянтну терапію.

Більше того, спеціалісти текстильного виробництва створили технології виготовлення лінійних протезів, які мають не тільки різний діаметр на окремих ділянках, а й різну форму перерізу штучної судини (наприклад, круглу, овальну та інші, які описуються рівняннями третього порядку).

Спеціальні текстильні протези судин для екстра-хірургічного шунтування з метою підвищення супротиву перекручуванню, розриву та розтягу при хірургічних маніпуляціях мають прокладену у тіло протезу спіраль з монопітви, яка після вшивання судини легко видаляється висмикуванням.

Приймаючи до уваги важливість хірургічного лікування хворих судин і порятунку людей при важких ускладненнях цих патологій, науково-технічний пошук пропонує нові шляхи вирішення цих проблем. Зупинимось на деяких з них, які знаходяться на стадії експериментальних і доклінічних випробувань.

1. Створення протезів текстильних судин із застосуванням нових біорозчинних синтетичних матеріалів, які заповнюються живими клітинами, що поступово формують тканину судин. При цьому сама текстильна основа розсмоктується і залишається нова натуральна судина.

2. Виготовлення з синтетичної композиції ePTFE шляхом екструдювання надтоненьких трубок, на які намотується надтоненька плівка з цього ж матеріалу. Отримана штучна судина має високі фізико-механічні та біостійкі властивості, має високу еластичність, конгруентність та може застосовуватись при операціях на магістральних та периферійних судинах. Такі судини можуть бути оброблені желатином, сріблом, гепарином, антибіотиками та мати зовнішню закріплювальну спіральну монопітву.

3. Вирощування судин на біорозчинних текстильних конструкціях, в які вводяться ствові клітини людини. В цьому випадку гарантується відсутність відторгнень протезу. Для широко промислового застосування таких вирощених судин пропонується технологія використання на текстильному каркасі спеціальних біочорнил з ствових клітин макак-резусів. Перші експерименти на тваринах показують, що через місяць така імплантована судина виростає у натуральну, а через кілька місяців цистологічно вже неможливо відрізнити штучні судини від натуральних.

Висновки:

1. Виготовлення штучних судин на текстильній основі ґрунтується на базі сумісних робіт спеціалістів текстильного виробництва, судинної хірургії, біотехнологів, матеріалознавців, хіміків ВМС та генних інженерів.

2. Найефективнішими технологіями виготовлення протезів магістральних судин є ткацтво, а для виготовлення протезів периферійних судин – в'язання.

3. Перспективними напрямками розвитку протезів кровоносних судин на базі текстилю є використання досягнень

- тканинної інженерії
- розсмоктувальних біоматеріалів
- використання ствольних клітин.

Список використаної літератури

1. Искусственные органы (Под ред. проф. В.И.Шумакова).- М.: Медицина, 1990.- 272 с.
2. De Bakey M. Хирургия аорты и крупных периферических артерий.- М.: Медгиз, 1960.- 482 с.
3. Ратнер Г.Л. Восстановительная хирургия аорты и магистральных сосудов.- М.: Медгиз, 1965.- 361 с.
4. Voorhees A.B., Varetzki A., Blakemore A.N., The use of tubes constructed from Vinion "N" cloth in brigading arterial defects.- Ann. Sur., 1952.- V135.- p. 332.
5. Гензер М.С. Новое в применении трикотажа.- М.: Легкая индустрия. 1967.- 144 с.
6. Гензер М.С. Трикотаж для хирургии.- М.: Легкая и пищевая промышленность. 1981.- 142 с.
7. Губанов А.Г. Мягкоэластические пористые полимеры как пластический материал в хирургии / А.Г.Губанов, Ю.А. Фурманов, Б.А.Марулин/ Вестник хирургии им. Н.И.Грекова.: Медзиз. 1962.- № 10.
8. Каталог сосудистых протезів Intergard (Aortic Arch, Nemabridge).США.: Magnet Getinge Group, 2016.
9. Торакальні ендопротези "Gore". США.: TAG, 2016.
10. Сосудисті протези BARD. США.: Numan impress, 2017.

References

1. Artificial organs(edited by prof. V.I. Shymakova). – М.: Medicine, 1990. – 272 p.
2. De Bekey M. Surgery of the aorta and major peripheral arteries. – М.: Medgis. 1960. – 482 p.
3. Ratner G.L. Reconstructive surgery of the aorta and major vessels. – М.: Medgis, 1965. – 361 p.
4. Voorhees A.B. The use of tubes constructed from Vinion "N" cloth in brigading arterial defects. – Ann. Sur. 1952 – V135. – 332 p.
5. Genzer M.S. New in the use of Knitwear. – М.: Industry. 1967. – 144 p.
6. Genzer M.S. Knitwear for surgery. . – М.: Industry. 1981. – 142 p.
7. Gubanov A.G. Soft-elastic porous polymers as plastic material in surgery /A.G. Gubanov, U.A. Furmanov, B.A. Marylin// Herald of Surgery.: Medgis. 1962. - №10.
8. Catagor aortic arch "Intergard". – USA.: Magnet Getinge Group, 2016.
9. Thoracic endoprotheses Gore. – USA.: TAG, 2016.
10. Vascular prosthesis Bard. – USA.: Numan impress, 2017.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СОСУДОВ
ОМЕЛЬЧЕНКО В.Д., ПРОКОПОВА Е.А.

Государственное предприятия «Киевский государственный научно-исследовательский институт текстильно-галантерейной промышленности»

Цель. Анализ современных достижений и перспектив развития производства протезов кровеносных сосудов.

Методика. Использование современных систем сбора и анализа информации.

Результаты. Приведены полные данные о состоянии и развитии протезов сосудов и о технологических особенностях их изготовления.

Научная новизна. Определены технические особенности применения ткачества, вязания и плетения для изготовления искусственных кровеносных сосудов.

Практическая значимость. Рассмотрены новейшие способы изготовления текстильных протезов сосудов.

Ключевые слова: протезы кровеносных сосудов, хирургия, ткачество, вязание, плетение, высокомолекулярные соединения, биоинженерия.

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TEXTILE ARTIFICIAL VESSELS
OMELCHENKO V.D., PROKOPOVA E.A.

A state enterprise is the "Kyiv State research institute of textile-haberdachery industry"

Purpose. Analises of modern achievements and prospects of development of production of prosthetic appliances of blood vessels.

Methodology. Use of the modern systems of collection and analysis of information.

Findings. Complete data over are brought about the state and development of prosthetic appliances of vessels and about the technological features of their making.

Originality. The technical features of application of application of weaving, knitting, wickerwork for making of artificial prosthetic appliances of vessels are certain.

Practical value. The newest methods of making of textile prosthetic appliances of vessels are considered.

Keywords: Prosthetic appliances of blood vessels, surgery, weaving, knitting, wickerwork, high molecular connections, bioengineering.

УДК 685.31

ЛИПСЬКИЙ Т.М., ГАРКАВЕНКО С.С., ЧЕРТЕНКО Л.П.

Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПРОЕКТУВАННЯ КОЛОДОК ЗІ ЗМІННОЮ НОСКОВОЮ ЧАСТИНОЮ. ПОВІДОМЛЕННЯ 1

Мета. Розробка форм колодок зі змінною носковою частиною та способу їх проектування в середовищі сучасних систем автоматизованого проектування.

Методика. Методи отримання базової інформації для проектування колодок базуються на безконтактних методиках антропометричних вимірювань стопи. Методи розробки складної просторової форми колодки базуються на методиці твердотільного та поверхневого 3d моделювання інструментами сучасних прогресивних САПР.

Результати. Розроблено базу 3D колодок для подальшого використання при проектуванні нових форм колодок; спроектовано уніфіковану та змінну частини жіночих колодок для отримання нових форм шляхом взаємообміну їх окремими частинами.

Наукова новизна. Розроблено спосіб раціональної сегментації тіла колодки, що дозволяє створювати нову форму колодки з окремих взаємозамінних частин.

Практична значимість. Запропонований метод проектування колодки дозволить розширити асортимент колодкових форм, що застосовуються на виробництві, з одночасним зменшенням бази фізичних еталонів та суттєвою економією матеріальних ресурсів.

Ключові слова: колодка, носкова частина, п'яtkова частина, уніфікація, прототип, поверхнєве моделювання, сегментація.

В умовах постійної щосезонної зміни моди у взутті база виробничих взуттєвих колодок оновлюється регулярно, що призводить до неконтрольного збільшення їх кількості на складах, неможливості обліку, та до того ж цей процес супроводжується чималими витратами матеріальних коштів. Купуючи нові фасони колодок, виробник не може бути впевнений в їх комфортності та відповідності їх параметрів вимогам власного споживача, адже більшість розробників колодок проектують їх довільно без урахування регіональних особливостей стоп, вимог зручності та ін.

Одним з шляхів вирішення цієї проблеми в рамках підприємства або групи виробників є розробка власної бази колодок з уніфікованою п'яtkово-геленково-пучковою частиною, яка будується на основі антропометричних параметрів стоп споживачів цільового сегменту з урахуванням особливостей фасону та споживчих вимог [1-2].

Постановка завдання. Спроби задовольнити масового споживача зручним взуттям стикають виробника з рядом проблем. Так, масові антропометричні дослідження стоп, що проводилися в різні часи, говорять про необхідність виготовлення колодок різних типоформ та параметрів навіть в рамках однієї статеві-вікової групи. Однак масово-поточкова система виробництва вимагає нормалізації параметрів колодок та максимальної уніфікації їх форм.

В основі уніфікації форм колодок лежить чітка їх класифікація по групах з урахуванням статеві-вікової групи, виду, а також підйому п'яtkової частини. В основі міжгрупової уніфікації лежить базова форма колодки для взуття закритого типу для даної родової групи та для кожної висоти підйому п'яtkової частини. Уніфікація форми колодки до пучків забезпечує раціональне використання формованих деталей та можливість уніфікації відповідного обладнання та устаткування.

Окрім явних переваг уніфікації форм колодок, що полягають в раціоналізації їх параметрів, вона забезпечує можливість розробки колодок зі змінною носковою частиною.

Така конструкція колодок допоможе різко зменшити їх кількість на виробництві при розширенні асортименту за рахунок взаємозамінних частин колодок різних фасонів.

В сучасних умовах розробка бази колодок зі змінною носковою частиною не може бути реалізована без застосування прогресивних графічних програмних модулів.

Отже, задача даної роботи – розробка такого методу проектування колодок зі змінною носковою частиною, яка може бути реалізована в середовищі сучасних графічних системах автоматизованого проектування (САПР).

Результати дослідження. Спеціалізовані програмні продукти, що застосовуються для проектування взуттєвих колодок, не мають достатньо графічного інструментарію для побудови, модифікації та стиковки окремих сегментів 3D форми колодок. Однак, з іншого боку, універсальні графічні програмні модулі, що мають широкий діапазон подібних функцій, не забезпечують реалізацію всіх етапів проектування особливої незаконотвірної форми колодки.

Отже, процес проектування колодки зі змінною носковою частиною буде відбуватися із залученням кількох програмних модулів компанії Autodesk (Delcam) [3- 5] та спеціалізованого сучасного обладнання згідно Рис. 1. В схемі також наведено формати файлів вихідної інформації на кожному етапі.



Рис. 1 Алгоритм процесу розробки форм колодок зі змінною носковою частиною в середовищі сучасних САПР

Перш за все за допомогою 3D сканування та із залученням спеціального програмного забезпечення було створено віртуальну базу колодок 240-245 розміру (Рис. 2), які далі використовувалися в якості основи для розробки нових колодок зі змінною носковою частиною.

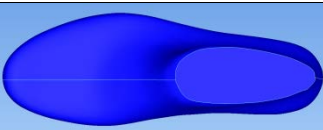
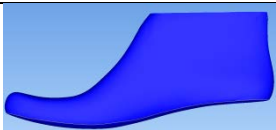
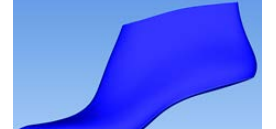
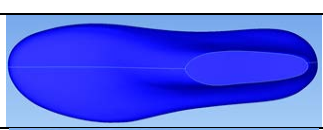
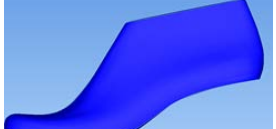
Фасон 8442		
Фасон 8173		
Фасон 8162		
Фасон 8122		
Фасон 8161		

Рис. 2 Фрагмент створеної бази 3d- колодок

Колодка зі змінною носковою частиною представляє собою тіло-трансформер, частини якого можуть бути взаємно замінені між різними зразками. Для правильного стикування частин різних колодок між собою параметри та конфігурація колодок в місці з'єднання мають бути однаковими. В колодках одного розміру, однієї повноти та однієї висоти підйому п'яткової частини параметри, контури та поверхні повинні бути уніфіковані, тобто приведені до однієї форми в п'ятково-геленково-пучковій частині до пучків (до перерізу 0.68 Дст). Уніфікована частина тіла колодки будується на основі параметрів віртуальної копії стопи [6-7]. Спочатку проектуємо раціональний контур сліду на основі усередненої плантограми стопи розміру 240 мм, враховуючи пластику форми сліду колодок із створеної бази для обраної висоти підйому п'яткової частини (Рис. 3).

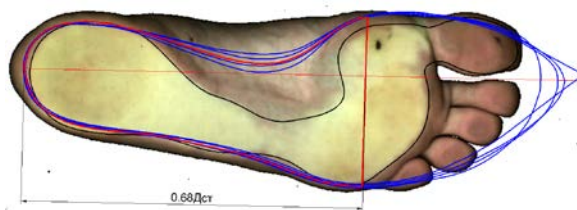


Рис. 3 Побудова контуру сліду уніфікованої частини колодки на основі параметрів середньо-типової стопи

Далі розробляємо контур поздовжньо-вісьового перетину, усереднюючи центральний переріз різних колодок одного розміру, однієї повноти та однієї висоти каблука та узгоджуючи висотні розміри перерізу з параметрами стопи (Рис. 4). Цей переріз суттєво відрізняється від аналогічного контуру стопи і його верхня частина мало впливає на загальну раціональність колодки. Однак при цьому має враховуватися висота першого пальця: висота перерізу колодки в ділянці першого пальця має бути не менше висоти пальця. Нижній

контур має враховувати як антропометричні особливості середньотипових стоп досліджуваної групи споживачів, так і особливості їх функціонування та рекомендації фахівців. В п'ятковій частині має бути прогин профілю сліду 2-3 мм. Особливо важливим є п'ятковий контур продольного перерізу, який повинен будуватися на основі аналогічного контуру стопи. Носкова частина контуру має припіднятись в носковій частині від 6 до 14 мм в залежності від висоти підйому п'ятки та від особливостей дизайну. Для низькокаблучного комфортного взуття припіднятність носка складає 12-14 мм.

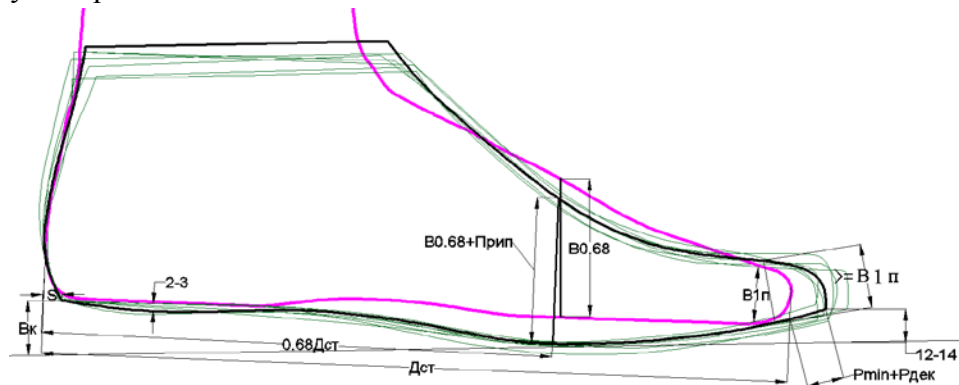


Рис. 4 Побудова уніфікованої частини поздовжньо-вісьового перерізу колодки

Контури уніфікованої частини сліду та поздовжнього перерізу застосовуємо для модифікації обраної форми колодки та розробки уніфікованого еталону п'ятково-геленково-пучкової частини, до якого приєднуватимуться різні форми носка. На даному етапі використовуємо програмний модуль LastMaker Classik. Поперечно-вертикальний переріз в пучках має будуватися на основі сканованих форм колодок з урахуванням параметрів стопи та побудованих контурів продольного перетину та сліду колодки (Рис. 5).

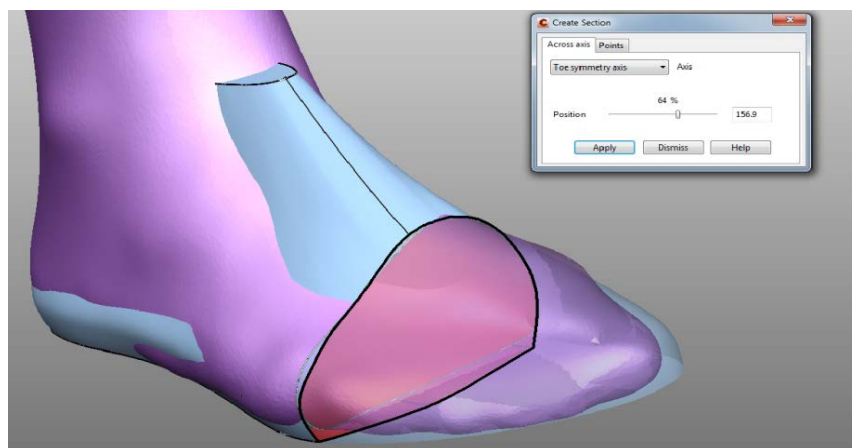


Рис. 5 Співвідношення сканованої стопи та уніфікованої частини колодки

Носкова частина колодок різних фасонів буде відрізнятися та мати різну конфігурацію. Для створення окремих взаємозамінних елементів носкової частини, які кріпитимуться до уніфікованої частини колодки, виконуємо відсікання носка від колодки. В роботі було досліджено можливості використання для цієї мети програмних модулів Crispin LastMaker та PowerShape.

Модифікація носкової частини колодки в модулі Crispin LastMaker відбувається такими способами [8]:

- Редагування профілів носкової частини сліду та поздовжнього перерізу колодки

- Відсікання носка та приєднання до іншої колодки

При використанні другого способу заміна носкової частини відбувається в кілька етапів:

- 1) Співставлення колодок, частини яких будуть поєднані, в режимі Порівняння

- 2) Редагування параметрів робочої колодки у відповідності до параметрів порівнюваної за допомогою функцій Розширені налаштування, Профілі, Редагувати верх перерізу та ін..

- 3) Відкриття двох колодок в паралельних робочих вікнах

- 4) Відсікання носка в першій колодці (Відрізати носок)

- 5) Відсікання п'яtkово-геленкової частини в другій колодці (Відрізати п'ятку)

- 6) В перший файл вставити носок з другого файлу (Завантажити носок)

- 7) Вирівнювання положення носка відповідно до форми п'яtkово-геленкової частини (Вирівняти носок) (Рис. 6)

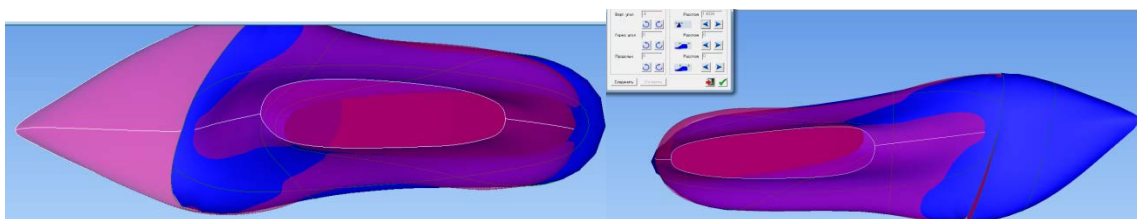


Рис. 6 Приєднання носка до основної форми колодки в LastMaker

При співставленні, редагуванні та усередненні параметрів колодок одного розміру та з однією висотою підйому п'яtkової частини форми стикуються перш за все по центральній вісі, по нижньому профілю колодок та по найвипуклішій точці п'яtkи (див. Рис. 4). При роботі з двома колодками різної висоти підйому п'яtkи стало питання про орієнтири для правильного порівняння та уніфікації параметрів форм. Шляхом порівняльного аналізу просторових сканованих форм колодок між собою було виявлено, що при співставленні колодок по нижньому профілю носкової частини та точці мінімального нормального припуску, носкові частини колодок різної висоти підйому п'яtkової частини можуть бути приведені до єдиної форми на рівні ділянки поєднання з уніфікованою п'яtkово-геленково-пучковою частиною. Для визначення параметрів сталої стиковочної ділянки носково-пучкової частини колодок різних фасонів було проведено графо-аналітичне дослідження контурів сліду та поздовжньо-вісьових перерізів колодок різних фасонів та різної висоти підйому п'яtkової частини. Результати показали, що стала ділянка знаходиться на поверхні сліду на рівні перерізу $0.68D_{ст} - т. П$, а по верхньому контурі поздовжньо-вісьового перерізу – на відстані $0.2D_{ст}$ від точки мінімального нормального припуску – т. С' (Рис. 7). Отже, січна площа, утворена відрізком С'П, ділить тіло колодки одного розміру будь-якого фасону по перерізу сталих розмірів.

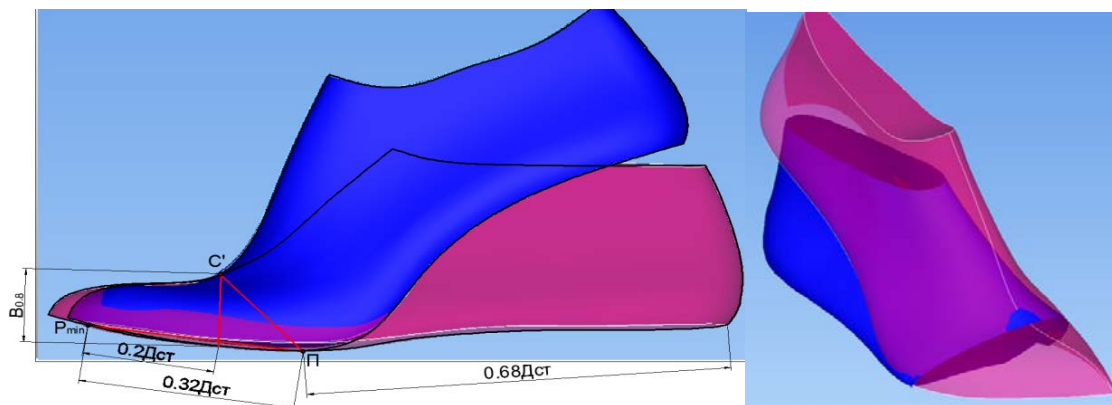


Рис. 7 Співставлення колодок різних фасонів по сталому перерізу

Висновки. В роботі прийшли до висновку про необхідність уніфікації параметрів колодки одного розміру однієї висоти підйому п'ятки в п'ятково-геленково-пучковій частині до перерізу 0.68 Дст по сліду, та до перерізу 0.8 Дст по верхньому контуру поздовжньо-вісьового перерізу. При цьому параметри поперечного перерізу С'П стають основою міжфасонної уніфікації, коли переріз є сталим для колодок різної висоти припіднятості п'яткової частини та різної форми носкової частини.

На основі бази колодок, розробленої в результаті 3D сканування фізичних прототипів, та параметрів стоп споживачів було спроектовано уніфіковану п'ятково-геленково-пучкову частину колодки жіночої середнього розміру для різної висоти підйому п'ятки з урахуванням можливості міжфасонної уніфікації на рівні сталої ділянки в пучковій частині. Для подальшої розробки способу проектування взаємозамінних сегментів тіла колодки з урахуванням можливості їх фізичного виготовлення та стиковки вирішено використовувати універсальний графічний 3D комплекс PowerShape з широким діапазоном функцій просторового моделювання.

Список використаної літератури

1. Моделирование и конструирование обуви и колодок Макарова В.С. – Москва, 1987 – 166 с.
2. Універсальний довідник взуттєвика., Навчальний посібник.- Київ Лібра 2005 рік – 720 стр. Коновал В.П., Гаркавенко С.С., Свістунова Л.Т.
3. Амосова Е.К. Новая методика создания эксклюзивной обуви// Е. К. Амосова. – Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского гос. ун-та технологии и дизайна, № 1. – С-Пб, 2015. – С. 13-18.
4. Орловський Б.В. CALS-технології об'єктно-орієнтованого проектування і виготовлення взуття на засадах програмного комплексу Delcam CRISPIN / Б.В. Орловський // – К.: Вісник КНУТД, –№1, –2012, –с.22–33.
5. Жукова С.В. Дизайн обуви. / С. В. Жукова. – Санкт– Петербург, 2008. – 80 с.
6. Özgü Hafizoglu Özkan A research on footwear and foot interaction through anatomy and human engineering // A Thesis Submitted to the Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, Izmir, 2005. - 155 с.
7. A computer-aided design system for footfeature - based shoe last customization/ Shuping Xiong, Jianhui Zhao, Zuhua Jiang, Ming Dong // International journal of advanced manufacturing technology · january 2009, p. 11–19.

8. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни: Інноваційні технології проектування виробів. Київ 2014 рік, Чертенко Л.П.

9. Jim Cox Delcam Crispin Sports Shoe Design. Training course // Jim Cox. – Delcam plc., 2013. – 282 с.

Literature

1. Makarova, V.S., (1987). Modelirovanie i konstruirovanie obuvi i kolodok [Modelling and desing shoes and lasts]. Moscow.;

2. Konoval, V.P., Garkavenko, S.S., Svistunova, L.T., (2005). Universalnyi dovidnuk vzuttevyka., Navchalnyi posibnyk [Universal reference shoemaker., Textbook]. Kyiv Libra [in Ukrainian].;

3. Amosova, E.K. (2015) Novaia metodika sozdania eksklusivnoi obuvi [The new method of exclusive shoes creating]/ Sankt-Peterburg: SPNUTD.;

4. Orlovskiy, B.V., (2012). CALS-tehnologii obiektno-orientovanogo proektuvannia i vyhotovlennia vzuttia na zasadakh programnogo kompleksu Delcam Crispin [The CALS-technologies of object-oriented footwear design and manufacture on the Delcam Crispin base]. Kyiv, KNUTD [in Ukrainian].;

5. Zhukova S. V. Dizaln obuvi. / S. V. Zhukova.– Sankt- Peterburg, 2008. – 80 с.

6. Özgü Hafizoglu Özkan, (2005) A research on footwear and foot interaction through anatomy and human engineering / Izmir [in English]

7. Shuping Xiong, Jianhui Zhao, Zuhua Jiang, Ming Dong (2009) A computer-aided design system for footfeature - based shoe last customization/ Hong Kong [in English].;

8. Chertenko, L.P., (2014). Metodychni rekomendatsii do vykonannia laboratornyh robit z dystsypliny: Innovatsiini tehnologii proektuvannia vurobiv [Guidelines for laboratory work on discipline: Innovative technology product design]. Kyiv [in Ukrainian].;

9. Jim Cox Delcam Crispin Sports Shoe Design. Training course // Jim Cox. – Delcam plc., 2013. – 282 с. [in English]

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОЛОДОК СО СМЕННОЙ НОСОЧНОЙ ЧАСТЬЮ

ЛИПСКИЙ Т.Н., ГАРКАВЕНКО С.С., ЧЕРТЕНКО Л.П.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка форм колодок со сменной носочной частью и способа их проектирования в среде современных систем автоматизированного проектирования.

Методика. Методы получения базовой информации для проектирования колодок базируются на бесконтактных методиках антропометрических исследований стопы. Методы разработки сложной пространственной формы колодки основаны на методике твердотельного и поверхностного 3d моделирования инструментами современных прогрессивных САПР.

Результати. Разработана база 3D колодок для дальнейшего использования при проектировании новых форм; спроектирована унифицированная и сменная части женских колодок для получения новых форм путем взаимообмена их отдельными частями.

Научная новизна. Разработан способ рациональной сегментации тела колодки, что позволяет создавать новую форму колодки из отдельных взаимозаменяемых частей.

Практическая значимость. Предложенный метод проектирования колодки позволит расширить ассортимент колодочных форм, применяемых на производстве, с одновременным уменьшением базы физических эталонов и существенной экономией материальных ресурсов.

Ключевые слова: колодка, носочная часть, пяточная часть, унификация, прототип, поверхностное моделирование, сегментация.

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF SHOE LAST DESIGN WITH REMOVABLE TOE

LYPSKIY T., GARKAVENKO S., CHERTENKO L.

Kyiv National University of Technologies and Design

Objective. Development of the shapes of shoe-lasts with removable toe and of the method of their design in the modernized CAD systems.

Methodology. Methods of receiving basic information necessary for design of shoe-last are based on contactless methodologies of anthropometrical measurements of feet. Methods of development of complex 3d shoe-last shape are based on the methodology of solid and surface 3D modeling with the help of modern progressive CAD.

Results. The base of 3D shoe-lasts was developed for further application in design of new shoe-last shapes; unified and removable parts of female lasts have been designed for receiving new shapes via the interchange between their separate parts.

Scientific novelty. The method of rational segmentation of the shoe-last body has been developed which allows to create a new shape of a last out of separate interchangeable parts.

Practical value. The suggested method of design of a shoe-last will allow to expand the assortment of last shapes which are applied in manufacturing with simultaneous reduction of the basis of physical standards and considerable economy of material resources.

Key words: shoe-last, toe, heel, unification, prototype, surface modeling, segmentation.

УДК 687.1: 504.03

ДЯЧОК Т.М., БЕРЕЗНЕНКО С. М., ВАСИЛЕНКО В.М.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЕНЕРГОІНФОРМАЦІЙНИЙ АСПЕКТ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-ОДЯГ-ДЖЕРЕЛА ЕМВ»

Мета. Узагальнення досягнень у сфері створення виробів для захисту від електромагнітного випромінювання та визначення шляхів їх подальшого розвитку.

Методика. На базі аналітичного огляду досягнень в сфері захисту персоналу від неіонізуючого електромагнітного випромінювання, визначити групи ризику, основні фактори, що впливають на стан здоров'я користувачів оргтехнікою.

Результат. Проведено систематизування шкідливих чинників навколишнього середовища, визначено негативний вплив електромагнітного випромінювання на організм та здоров'я людини. Визначені варіанти захисту персоналу від дії електромагнітного випромінювання.

Наукова новизна. Систематизовані шкідливі чинники, що впливають на стан здоров'я людини, проведено анкетування користувачів анкетування комп'ютерної техніки і мобільних засобів зв'язку, визначені фактичні терміни їх використання.

Практична значимість. Отримані узагальнені дані щодо показників електромагнітне випромінювання, та визначені асортиментні можливості і створення матеріалів та виробів з бар'єрними властивостями, які плануються використати при розробці екрануючих матеріалів та створення на їх основі спеціального одягу для захисту користувачів від впливу електромагнітне випромінювання.

Ключові слова. Електромагнітне випромінювання (ЕМВ), здоров'я людини, енергоінформаційні характеристики, джерела випромінювання, захисні матеріали.

Вступ. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я надзвичайно актуальною проблемою, як для цивільного населення так і для військовослужбовців, є захист людського організму від дії електромагнітного випромінювання (ЕМВ). Постійно збільшується кількість осіб, які контактують з надмірними рівнями енергії ЕМВ, відповідно одночасно збільшується і захворюваність населення. Чисельні дослідження свідчать, що ЕМВ суттєво впливає на розвиток серцево-судинних та алергічних захворювань, хвороб крові, може спричинити генетичні зміни в організмі людини тощо.

Постановка завдання. В умовах сучасного розвитку електронної техніки (комп'ютери, мобільні телефони, побутова техніка, медичні засоби діагностики стану здоров'я, тощо), важливим завданням є захист людини від ЕМВ. В зв'язку з цим здійснений аналіз сучасних досягнень у сфері способів і засобів захисту людини від негативного впливу навколишнього середовища, особливо ЕМВ. Визначені енергоінформаційні характеристики технічних засобів, особливо комп'ютерної техніки. Визначені категорії, групи ризику споживачів і перелік можливих захворювань.

Результати дослідження. Останнім часом особливого значення набуває питання захисту людини від шкідливого впливу електромагнітного випромінювання [1], що являє собою змінне в часі електромагнітне поле. На основі аналізу досліджень [1-9] здійснена систематизація чинників (Рис 1), які негативно впливають на стан здоров'я людини, їх фактори, цілі, походження джерел впливу. Особливу увагу необхідно приділяти штучно згенерованим, електричним, магнітним та електромагнітним полям, які причетні до електромагнітного забруднення довкілля. Невидимі, безшумні, без запаху, проте всюдисущі, яким наданий спеціальний термін – електросмог. Його джерелами є всі види

електроприладів, електропроводка, мікрохвильові пічі, холодильники з системою «No Frost», електроплити, мобільні телефони, комп'ютерне обладнання, телекомунікаційні системи, радары, високовольні лінії електропередач, тощо [3-5]. Враховуючи дані [1-9] систематизовані зовнішні чинники, фактори та джерела випромінювання.

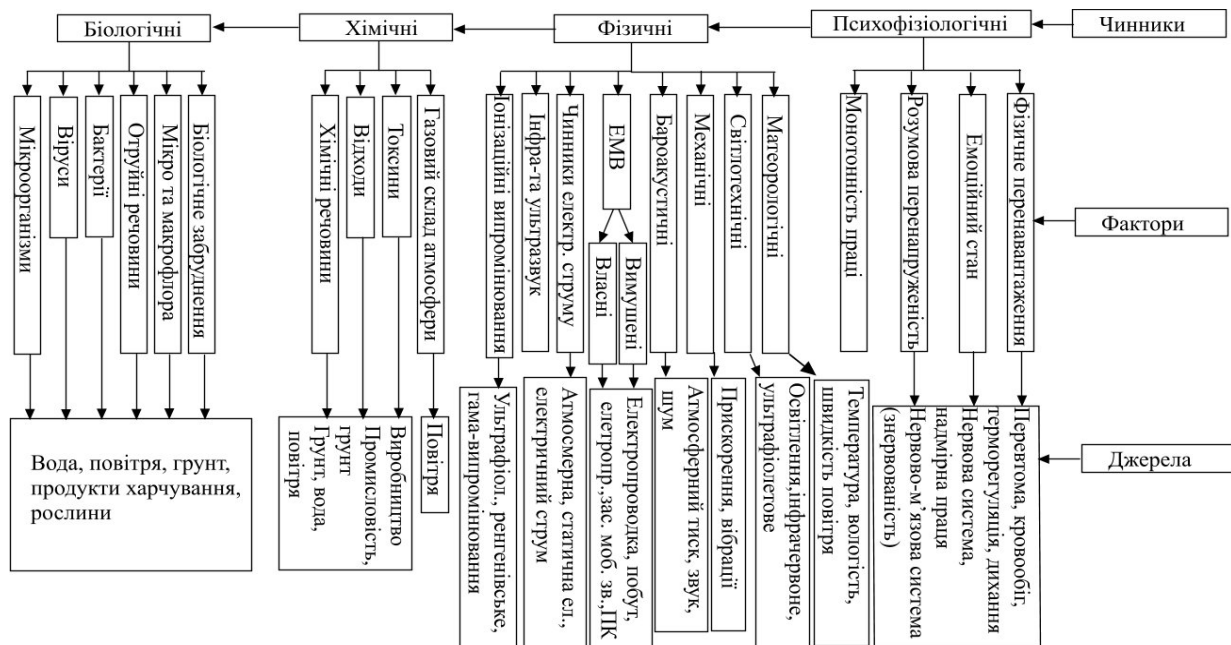


Рис. 1. Систематизація шкідливих чинників навколишнього середовища

На рисунку бачимо, що шкідливого впливу від ЕМВ людина отримує від предметів (джерел) які нас тісно оточують в повсякденному житті (Табл. 1).

Вплив ЕМВ за даними вітчизняних та зарубіжних дослідників [4-6] може привести до серйозних захворювань. В групі особливого ризику знаходяться:

- перша група ризику – вагітні жінки і маленькі діти;
- друга група ризику – це люди, професійні обов'язки яких передбачають тривалий контакт з комп'ютерною технікою та електромагнітним випромінюванням (програмісти, системні адміністратори, оператори ПК, монтажники радіоелектронного обладнання і інші.);

Таблиця 1.

Перевищення допустимих норм джерел ЕМВ

Джерело ЕМВ	Показники випромінювання, мкТл	Перевищення, разів
Комп'ютер	1-100	5-500
Холодильник	1	5
Кофеварка	10	50
Піч СВЧ	8-100	40-500
Електробритва і фен	15-17	75-85
Проводи від лампи	0,7	3,5
Трамвай	150	750
Тролейбус	300	1500
Метро	40	200

Гранично допустима норма для людини – 0,2 мкТл

- третя групу ризику складають люди – жителі районів навколо важливих державних та промислових об'єктів, де зосереджена найбільша кількість засобів радіолокації, аеродромів та інших військових об'єктів;

- четверта група – медпрацівники(особливо які займаються діагностикою органів) і хворі(для яких створення одягу і інших аксесуарів повинно враховувати подвійний захист: від ЕМВ і патогенної мікрофлори). При цьому в першу чергу необхідно захистити енергоінформаційні зони голови і тіла, які безпосередньо пов'язані з функціонуванням органів і систем органів [4-5].

Негативного впливу від дії ЕМВ [12,14] зазнає: нервова, ендокринна, імунна, статевая, серцево судинна та енергетична системи організму (Табл. 2).

Таблиця 2

Шкідливий вплив ЕМВ на системи організму людини

Система організму	Перелік можливих захворювань
Нервова	Синдром «ослабленого пізнання» (проблеми з пам'яттю, складності при сприйнятті інформації, безсоння, депресія, головний біль)
	Синдром «часткової атаксії» (порушення роботи вестибулярного апарату: проблеми з рівновагою, дезорієнтація в просторі, запаморочення)
	Синдром «часткової атаксії» (порушення роботи вестибулярного апарату: проблеми з рівновагою, дезорієнтація в просторі, запаморочення)
Серцево-судинна	Нейроциркуляторная дистонія, лабільність пульсу, лабільність тиску
	Схильність до гіпотонії, болі в області серця, лабільність показників складу крові
Імунна	ЕМП можуть виступати як індуктор аутоімунізації організму
	ЕМП сприяють пригнічення Т-лімфоцитів
	Показана залежність імунних реакцій від виду модуляції ЕМП
Ендокринна	Збільшення адреналіну в крові
	Активация процесу згортання крові
	Декомпенсіро дію ЕМП на організм через реакції ендокринної системи
Енергетична	Патогенне зміна енергетики організму
	Дефекти і розбалансування в енергетиці організму
Статевая (ембріогенез)	Зниження функції сперматогенезу
	Уповільнення ембріонального розвитку, зменшення лактації. Вроджені каліцтва плоду, ускладнення вагітності і пологів

Результати проведення нами анкетування осіб 2-ї групи ризику(офісні працівники, викладачі вузу, студенти, всього 38 осіб); (Рис.2) показали, що майже 82% користуються комп'ютерним обладнанням щоденно, а 37% - більше 2-х годин(Рис.3) контактують з комп'ютерною технікою. Характерно, що біля 47% осіб користуються мобільними телефонами дуже часто, а 45% - тривалість більше 2-х годин.

**Як часто ви проводите час за комп'ютерним
обладнанням?**

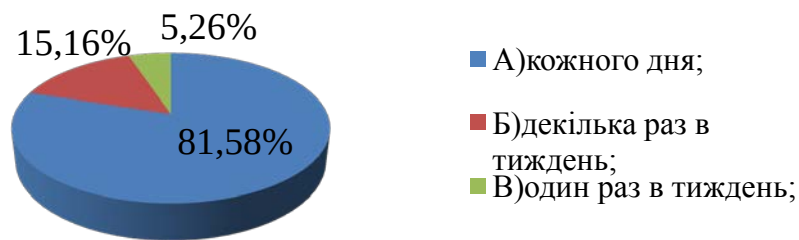


Рис. 2. Діаграма частоти проведення часу за комп'ютерним обладнанням

**Як багато часу ви проводите за комп'ютерним
обладнанням без перерви?**

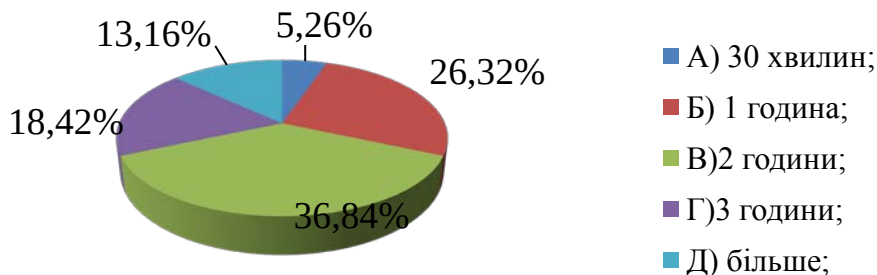


Рис. 3. Діаграма проведення часу за комп'ютерним обладнанням без перерви

Ефективним засобом захисту від ЕМВ є екранування [4,5,10] приміщень, яке лише частково вирішує проблему. Загалом методи захисту від дії ЕМВ можна умовно розділити на інженерно-технічні, організаційні та лікувально-профілактичні. Захист людини від небезпечного впливу ЕМВ повинен здійснюватися наступними способами:

- зменшення випромінювання від джерела;
- екранування джерела випромінювання та робочого місця;
- встановлення санітарно-захисної зони;
- поглинання або зменшення утворення зарядів статичної електрики;
- усунення зарядів статичної електрики;
- підтримання оптимальної відносної вологості (не нижче 60 %), іонного складу повітря робочих приміщень.

Одним із ефективних засобів захисту від електромагнітного випромінювання є екранування [5]. Процес екранування ґрунтується на двох основних фізичних властивостях – відбиванні і поглинанні електромагнітних хвиль при переході з одного середовища в інше. Обидва ці ефекти знижують енергію електромагнітної хвилі, що пройшла за екран. Електромагнітна хвиля при взаємодії з екраном частково відбивається від його поверхні, частково проникає в стінку екрана, зазнає там поглинання, багато разів відбивається (процес розсіювання) від його стінок і, в кінцевому підсумку, частково проникає в екрануючу

область. При цьому всі перераховані вище процеси супроводжуються втратами енергії електромагнітної хвилі, а отже ослаблюють її дію.

В наш час відомо достатньо багато різновидів екранів, які представляють собою металеві суцільні або перфоровані щити, фарби, сітки, плівки, на які може бути нанесений тонкий шар провідної речовини. Подібні екрани мають велику ефективність в умовах великих підприємств, адже дозволяють екранувати цілі приміщення [4-10].

Але захисні екрани є металоємними, громіздкими, низька технологічність та конструктивність їх не дозволяє широко використовувати цей метод, особливо в індивідуальних засобах захисту. Запропонований метод можливо застосовували для екранування приміщення, робочого місця, але не для безпосередньо захисту тіла людини, при впливі на нього шкідливого випромінювання. Одним з ефективних засобів являються екрануючі тканини. Їх екрануючі властивості забезпечуються вмістом найтонших волокон срібла, міді чи сталі. Основа екрануючої тканини може бути натуральною, з органічної бавовни, або штучна, така як поліестер, еластан, спандекс, нейлон, чи змішаного типу. Використання передових технологій дозволяє поєднати ультратонкі мононитки металу з нитками основи без втрати текстильних властивостей. В результаті утворюється сітка, що діє як дзеркало, відбиваючи електромагнітні хвилі. Крім того, екрануючі тканини, що містять у своєму складі срібло, мають антисептичні властивості (Рис. 4).

Важливим мобільним засобом захисту від неіонізуючого випромінювання є екрануючий одяг, екрануючі головні убори, сорочки та легінси. Маркет вимірювальних приладів SIMVOLT та компанія Yshield пропонують високоякісний, зручний та естетичний екрануючий одяг для захисту від електромагнітного випромінювання, що діє в широкому частотному діапазоні.

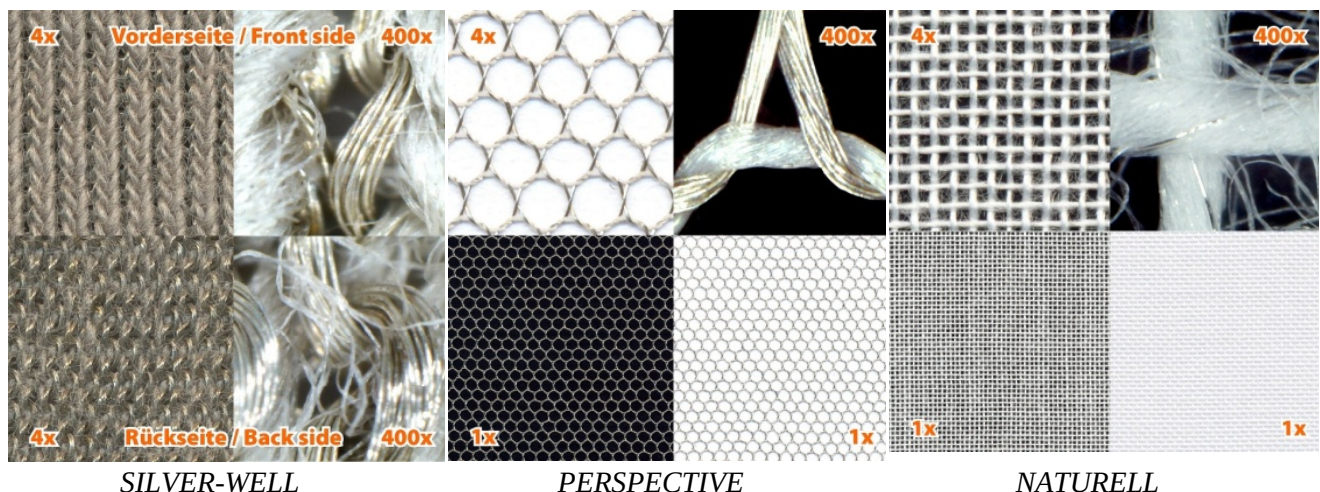


Рис. 4. Екрануючі тканини від компанії Swiss-Shield (компанія представник на Україні SIMVOLT)

Для виготовлення всіх моделей екрануючого одягу використовуються високоякісні металовмісні екрануючі тканини, що пройшли всі необхідні дослідження щодо ефективності екранування, якості та безпеки, а також отримали відповідне підтвердження у вигляді сертифікатів якості. Всі елементи екрануючого одягу відповідають стандартам ASTM D4935-10 та IEEE-STD-299-2006, що підтверджено дослідженнями в Університеті

німецьких федеральних збройних сил, Мюнхен [3,11]. Для захисту від електромагнітного випромінювання використовуйте різноманітні головні убори на бавовняній основі з вмістом срібла та міді (Wear TKW), на віскозній основі зі сталевими волокнами (Steel-Active TKA), а також зі спандексу з вмістом срібла 20% (Silver-Elastic TKE).



Рис. 5. Екрануючі головні убори, екрануючий одяг компанії Yshield

Екрануючі сорочка з капюшоном і з довгим рукавом у поєднанні з легінсами забезпечать усьому тілу надійний захист від електромагнітного випромінювання в як в високочастотному так і в низькочастотному діапазоні. Основа зі спандексу або нейлону забезпечує еластичність виробу, що може легко набувати форму тіла, а високий вміст срібла на рівні 20% гарантує відмінні екрануючі властивості. Цей екрануючий одяг можна носити як натільну білизну піжаму для сну, чи самостійний одяг. Але для українського споживача є суттєвий недолік при купівлі таких тканин(одягу), а саме непомірно висока цінова політика вартості тканини(від 60 до 240 євро за 1 п.м.). Тому альтернативною є розробка технології вітчизняних матеріалів з надання поліфункціональних захисних властивостей від дії ЕМВ, або удосконалення вже існуючої технології з наданням полі функціональних захисних властивостей [11-13].

Висновки. Підвищена увага до проблеми електромагнітного забруднення навколишнього середовища викликана її масштабністю. Оскільки, за останні півстоліття сумарна електромагнітна техногенна складова екологічної забрудненості на Землі збільшилася в 50 разів. Це пов'язане в величезній мірі з електромагнітним смогом - сукупністю електромагнітних полів різноманітних частот, які впливають на людину. Подальша урбанізація призведе до ще більшого забруднення навколишнього середовища ЕМП, загроза здоров'ю відповідно зросте. Тому надзвичайно актуальним лишається питання захисту тіла людини від шкідливого впливу електромагнітного випромінювання. В зв'язку з цим виникає необхідність в розробці:

- модифікованих матеріалів, в тому числі багат шарових, в структурі яких можна ефективно використовувати вуглецеві компоненти з високим компонентом поглинання і відбивання [13];
- модифікованих матеріалів з просоченням наночастинками срібла і інших металів;
- надання поліфункціональних властивостей тканинам з уже існуючими бар'єрними властивостями захисту від бактерій та мікробів;
- створення конструктивного устрою швейних виробів з бар'єрними властивостями широкого кола користувачів оргтехнікою.

Список використаної літератури

1. Миценко І.М. Забезпечення життєдіяльності людини в навколишньому середовищі / Миценко І.М. – К : Навч. Посібник. – Кіровоград. – 1998. – 292с.
2. Богуш В.А. Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты. / Богуш В. А. – К : Бестпринт. 2003. – 406 с.
3. Ефективні засоби захисту від електромагнітних полів. [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://simvolt.ua>
4. Николаев С. Д. Защита человека от электромагнитного излучения при помощи тканей / Николаев С. Д., Сильченко Е. В. // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 15 – с. 161-166.
5. Павлов А.Н. Воздействие электромагнитных излучений на жизнедеятельность / Павлов А.Н. – Москва : ГЕХНОС. – 2013. – 224с.
6. Жураковская А.Л. Влияние компьютерных технологий на здоровье пользователя. / Жураковская А.Л. – К : Вестник Оренбургского государственного университета. – 2002, № 2. – С.169-173.
7. Ромашов Д.К. Реферат Электромагнітне поле і його вплив на здоров'я людини / Ромашов Д.К. – СПб: СПГТУ. – 2001. – 21с.
8. Механизм биологического действия ЭМИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=726345>
9. Польза электроприборов и вред от них [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bloghealth.ru/polza-elektropriborov-i-vred-ot-nix-2/>.
10. Островский О. С., Защитные экраны и поглотители электромагнитных волн / Островский О. С. Одаренко Е. Н., Шматко А. А. / Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина. – 2003. – том 1, № 2 – с. 161-173.
11. В каких домах мы живем [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://ascerdg2.narod.ru/health/kvartira.html>
12. Пучко А.Г. Многомерная медицина. Система самоизлечения человека. «АНО. Коснатковский дом», – М., – 2001 – 430 с.
13. Сенік І.В. Вуглецеві матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання / Сенік І.В., Барсуков В.З., Котораш І.В.

References

1. Mytsenko I.M. Zabezpechennia zhyttiedialnosti liudyny v navkolyshnomu seredovyshchi / Mytsenko I.M. – K : Navch. Posibnyk. – Kirovohrad. – 1998. – 292s.
2. Bogush V.A. Elektromagnitnye izlucheniya. Metody i sredstva zashchity. / Bogush V. A. – K : Bestprint. 2003. – 406 s.
3. Efektyvni zasoby zakhystu vid elektromagnitnykh poliv. [Elektronnyi resurs].- Rezhym dostupu: <http://simvolt.ua>
4. Nikolaev S. D. Zashchita cheloveka ot elektromagnitnogo izlucheniya pri pomoshchi tkaney / Nikolaev S. D., Sil'chenko E. V. // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. – T. 18, № 15 – s. 161-166.
5. Pavlov A.N. Vozdeystvie elektromagnitnykh izlucheniya na zhiznedeyatel'nost' / Pavlov A.N. – Moskva : GEKhNOS. – 2013. – 224s.
6. Zhurakovskaya A.L. Vliyanie komp'yuternykh tekhnologiy na zdorov'ye pol'zovatelya. / Zhurakovskaya A.L. – K : Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2002, № 2. – S.169-173.
7. Romashov D.K. Referat Elektromagnitne pole i yogo vpliv na zdorov'ya lyudini / Romashov D.K. – SPb: SPGTU. – 2001. – 21s.
8. Mekhanizm biologicheskogo deystviya EMI [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=726345>
9. Pol'za elektropriborov i vred ot nikh [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://bloghealth.ru/polza-elektropriborov-i-vred-ot-nix-2/>.
10. Ostrovskiy O. S., Zashchitnye ekrany i poglotiteli elektromagnitnykh voln / Ostrovskiy O. S. Odarenko E. N., Shmat'ko A. A. / Khar'kovskiy natsional'nyy universitet im. V.N. Karazina. – 2003. – tom 1, № 2 – s. 161-173.
11. V kakikh domakh my zhivem [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa <http://ascerdg2.narod.ru/health/kvartira.html>
12. Puchko A.G. Mnogomernaya meditsina. Sistema samoizlecheniya cheloveka. «АНО. Kosnatkovskiy dom», – М., – 2001 – 430 s.

13. Senik I.V. Vugletsevi materiali dlya zakhistu vid elektromagnitnogo viprominyuvannya / Senik I.V., Barsukov V.Z., Kotorash I.V.

ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК-ОДЕЖДА-ИСТОЧНИКИ ЭМИ»

ДЯЧОК Т. Н., БЕРЕЗНЕНКО С. Н., ВАСИЛЕНКО В.Н.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Обобщение достижений в сфере создания изделий для защиты от электромагнитного излучения и определение путей их дальнейшего развития.

Методика. На базе аналитического обзора достигнутые в сфере защиты персонала от неионизирующего электромагнитного излучения, определили группы риска и основные факторы, которые воздействуют на состояние здоровья пользователей оргтехники.

Результаты. Проведено систематизирование вредных факторов окружающей среды, определили негативное влияние электромагнитного излучения на организм и здоровье человека. Определили варианты защиты персонала от действия электромагнитного излучения.

Научная новизна. Систематизирование вредных факторов, что воздействуют на состояние здоровья человека, проведение анкетирования пользователей компьютерной техники и мобильных средств связи, определены фактические сроки их использования.

Практическая значимость. Определены общие данные, на счет показателей электромагнитного излучения, и определены ассортиментные возможности создания материалов и изделий из барьерными свойствами, которые планируют использовать при разработке экранирующих материалов и создания на их основе специальной одежды для защиты пользователей от влияния электромагнитного излучения.

Ключевые слова: электромагнитное излучение (ЭМИ), здоровья человека, энергоинформационные характеристики, источники излучения, защитные материалы.

ENERGY-INFORMATION ASPECT OF THE FUNCTIONING OF THE SYSTEM «BODY-CLOTHES-EMR»

DYACHOK T., BEREZNENKO S., VASYLENKO V.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Generalization achieved in the field of creating products for protection from electromagnetic radiation and determining ways for their further development.

Methodology. Based on the analytical review, achieved in the field of personnel protection from non-ionizing electromagnetic radiation, identified the risk groups, the main factors that affect the health of users of office equipment.

Findings. The systematization of harmful environmental factors has been carried out, the negative influence of electromagnetic radiation on the body and human health has been determined. Defined options for protecting personnel from the effects of electromagnetic radiation.

Scientific novelty. Systematization of harmful factors that affect the state of human health, carrying out a questionnaire survey of users of computer equipment and mobile communications, are determined by the actual period of their use.

Keywords: electromagnetic radiation (EMR), human health, energy-information characteristics, radiation sources, protective material.

Practical value. The generalized data are determined on the account of the electromagnetic radiation indicators, and the assortment possibilities are determined for the creation of materials and products of barrier properties that are planned to be used in the development of shielding materials and the creation on their basis of special clothes to protect Users from the influence of electromagnetic radiation.

Keywords: electromagnetic radiation (EMR), human health, energy-information characteristics, radiation sources, protective material.

УДК 677.014.5

СУМСЬКА О.П., БОГОМОЛОВА Я.М., ПОВСТЯНОЙ В.М.,
РАСТОРГУЄВА М.Й.

Херсонський національний технічний університет

РОЗВИТОК МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЙНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ СИРОВИННОГО СКЛАДУ НОВІТНІХ ТЕКСТИЛЬНИХ МА- ТЕРІАЛІВ

Мета. Розвинути методи ідентифікаційного аналізу новітніх текстильних матеріалів і запропонувати алгоритм експертних досліджень.

Методика. Використовувалися вдосконалена методологія ідентифікації нових текстильних матеріалів, націлена на використання властивостей полімерів і визначення ідентифікаційних показників. Для визначення властивостей полімерів використано макроскопічні і фізико-хімічні методи дослідження.

Результати. Розроблено алгоритм ідентифікаційної експертизи стропа текстильного на основі синтетичних тканинних композицій зі складним сировинним складом. Встановлено і обґрунтовано, що достатньо часто сучасні текстильні матеріали як волокноутворюючий полімер містять полієфірамідні сополімери. Показано, що сополімери на основі полібутилентерефталату і діамідбутандіаміна і диметилтерефталату (РВТА) при їх ідентифікації виявляють виняткову хемостійкість. Визначено, що текстильний строп, який був прийнятий як об'єкт дослідження має наступний сировинний склад: осердя – поліпропіленовий полімер, оболонка – сополімер РВТА.

Наукова новизна. Виявлено особливості алгоритму ідентифікаційної експертизи текстильних матеріалів, які містять як волокноутворюючий полімер полієфірамідні сополімери. Встановлено, що сополімер РВТА має наступні ідентифікаційні показники: нейтральну реакцію продуктів піролізу, хемостійкість і розчиненість в суміші фенолу і хлороформу (1:1).

Практична значимість. Отримані результати з розвитку методів ідентифікаційної експертизи сировинного складу нових текстильних матеріалів дозволять поповнити "банк даних" полімерів, полегшили роботу дослідників і експертів при вирішенні завдань ідентифікації матеріалу, модифікація якого змінила його характеристики.

Ключові слова: ідентифікаційна експертиза, полієфірамідні сополімери, строп текстильний.

Вступ. Найважливішою тенденцією в асортименті текстильних виробів є все більше зростання виробництва товарів з волокон різної хімічної та фізичної природи з використанням різноманітних сучасних технологій. Правильно визначити сферу застосування і прогнозувати поведінку нових текстильних матеріалів в різноманітних умовах експлуатації дозволить детальна і достовірна інформація про них.

Існує безліч причин, які спонукають ідентифікувати текстильні матеріали. Однією з самих частих причин є те, що до виробника потрапляють великі кількості сировини з втраченою нормативно-технічною документацією, або ж на складі зберігається матеріал без належної етикетки. Іноді буває необхідно перевірити, чи дійсно був використаний заявлений матеріал. Створення нових матеріалів терміново вимагає розвитку методів ідентифікації.

Практично неможливо ідентифікувати матеріал на основі візуальної оцінки або даних простих механічних випробувань. Повна і надійна ідентифікація текстильних матеріалів - це складне і комплексне завдання, засноване на глибокому розумінні аналітичної, органічної хімії та досвіду спеціалістів-текстильників [1].

Сучасна сировинна база текстильних матеріалів часто являє собою сополімери або суміші полімерів. Винятковий інтерес як база для виробництва волокон з високими технологічними і споживчими властивостями представляють полієфірамідні сополімери (РВТА) на

основі полібутилентерефталата (PBT) і діамідбутандіаміна і диметилтерефталату (N, N'-біс (п-карбо-метоксібензоїл) бутандіамін) [2].

Модифікація матеріалу змінює його фундаментальні характеристики, які використовують для ідентифікації, такі як колір диму і запах, що робить непридатними прості методи ідентифікації [3,4].

Важливо відзначити, що незважаючи на винятково високу потребу в розробці теоретичних і практичних аспектів ідентифікаційної експертизи текстильних матеріалів, ці питання в даний час не отримали достатнього розвитку і залишилися слабо розробленими.

Постановка завдання. Відповідно до мети роботи поставлено наступне завдання: за розробленим алгоритмом ідентифікаційного аналізу новітніх текстильних матеріалів ідентифікувати сировинний склад текстильного строп з втраченою нормативно-технічною документацією.

Методологія досліджень. Об'єкт дослідження: текстильний строп з втраченою нормативно-технічною документацією (див. рис.1).



Рис.1. Досліджуваний текстильний строп

В кінці 60-х років минулого століття стропи і кріпильні ремені були абсолютною новинкою, і не сприймалися серйозно. Активна політика компаній по просуванню такого продукту як текстильний строп дозволила змінити точку зору на нього. Сьогодні тільки компанія "SpanSet" (Швеція, Німеччина) виробляє щомісяця понад 1,8 млн. м високоякісної текстильної стрічки [5]. Продукція "SpanSet" має термін служби, що перевищує роботу стандартної продукції, виготовленої з тим же європейським стандартом, в 5-6 разів.

Вибір тканинних композицій для виготовлення строп заснований на безумовному виконанні вимог стандартів, в яких зазначаються вимоги до даних виробів. Вихідним матеріалом є стрічка, яка, як правило, виробляється з одного або декількох синтетичних волокон наступних видів - поліаміда (РА), поліестера (PES), поліпропілена (PP) [6]. На ярликах текстильних строп вказується значення перевірконого навантаження, стандарт, за якими виготовлено виріб, матеріал, температурні межі застосування, фактична довжина стропу і його марка.

Ідентифікація, як правило, вимагає багатосторонніх досліджень як досвідченими фахівцями - товарознавцями-експертами, так і висококваліфікованими вченими-експертами. Оскільки результати ідентифікації того чи іншого виробу в подальшому аналізуються і робляться відповідні висновки, то, більш точно, це можна назвати ідентифікаційної експертизою. Ідентифікаційна експертиза матеріалів передбачає наявність спеціальної методології, що включає в себе сукупність різних методів і підходів [7,8].

Проблеми ідентифікаційної експертизи текстильних матеріалів будуть виникати з тією ж періодичністю, з якою почнуть з'являтися в наступні роки товари нового покоління (модифіковані, отримані на основі нанотехнологій і ін.) в нашій країні і за кордоном. Це означає, методологія ідентифікації товарів повинна постійно вдосконалюватися, щоб забезпечити гнучкість і адаптацію до будь-якої ситуації, що склалася.

При всіх наявних певних досягненнях в розробці методів ідентифікації, уніфіковані методики і розробки по їх систематизації, створення банків даних, узагальнення результатів випробувань продукції шляхом комп'ютеризації, які полегшили б роботу дослідників і експертів, відсутні.

Однією з найбільш актуальних проблем ідентифікації слід вважати виявлення обмеженого переліку істотних ознак, що забезпечують підтвердження тотожності та автентичності продукції з достатнім ступенем вірогідності.

У даній роботі в основу методології ідентифікації нових текстильних матеріалів поставлені основні властивості полімерів і пошук і визначення ідентифікаційних показників для поділу складових позицій досліджуваного матеріалу. У зв'язку з тим, що в більшості випадків відсутні типові для даного виду волокон властивості, для ідентифікації обраний такий комплекс досліджень, результати якого визначають властивості одного з видів, виключаючи можливість віднесення досліджуваного волокна до будь-якого іншого виду. Для виконання ідентифікаційної експертизи сировинного складу нових текстильних матеріалів було використано макроскопічні і фізико-хімічні методи дослідження.

Макроскопічні дослідження склалися у виконанні випробувань на горіння. Перш ніж починати випробування на горіння був приготований опитувальник, на який треба було відповідати за результатами випробувань. Для підвищення надійності отриманих результатів проводили паралельні випробування відомого матеріалу.

Фізико-хімічні методи аналізу були ґрунтовані на вивченні результатів перетворення волокон під впливом хімічних реагентів і температури. Перетворення виявлялися в явній формі безпосередньо в ході впливу (розчинення, зміна зовнішнього вигляду, фарбування і т.д.)

Результати досліджень. Велика різноманітність хімічних, фізико-хімічних і фізичних властивостей волокон, а з іншого боку, наявність у них спільних рис вимагає ретельного аналізу отриманих результатів досліджень.

При спалюванні полімеру одночасно протікає ряд процесів: зневоднення, термічний розклад, окислювально-відновні реакції.

Проба на спалювання для синтетичних волокон, як єдиний метод ідентифікації не дає задовільних результатів. Результати аналізу, отримані при спалюванні волокон представлені в табл.1, а висновок наведено як передбачуваний полімер.

Таблиця 1

Результати аналізу, отримані при спалюванні волокон, що підлягають ідентифікації

Волокно що аналізується	Характер горіння	Характеристика полум'я	Запах при горінні	Залишок після горіння	Реакція продуктів піролізу	Ймовірний полімер
Осердя стропа	Плавиться, горить, продовжує горіти при видаленні з полум'я	Яскраве, всередині синього кольору	Запах дизельного палива	Застиглий розплав	Нейтральна	Поліпропіленовий (PP)
Основа і уток оболонки стропа	Горить з чорним димом, при видаленні з полум'я - гасне	Яскраве з жовтими краями	Солодкуватий запах	Застиглий дуже твердий розплав	Нейтральна	Полієфірамід-сополімер (PESA)

Для ідентифікаційної експертизи синтетичних волокон особливо великий інтерес представляє вплив (при підвищеній температурі) на волокна хімічних реагентів. У ряді літературних джерел запропоновані схеми ідентифікаційного аналізу волокон невідомої природи [4,9,10]. Однак схеми значно відрізняються одна від одної з точки зору їх застосування та критеріїв оцінки, які використовують для ідентифікації. Дані по розчинності полімерів, які можна знайти в енциклопедичній літературі, мають занадто загальний характер, і, їх досить важко застосувати в конкретних умовах. Проте, тест на розчинність дуже корисний у разі, якщо висувається припущення, що полімерутворююча основа оболонки досліджуваної строппи - сополімер. Після підготовки зразка (поділу зразка строппи на окремі нитки і волокна) був виконаний якісний аналіз з використанням хімічних реактивів. Результати досліджень представлені у вигляді алгоритму аналізу, на підставі якого зроблені відповідні висновки (рис. 2,3).

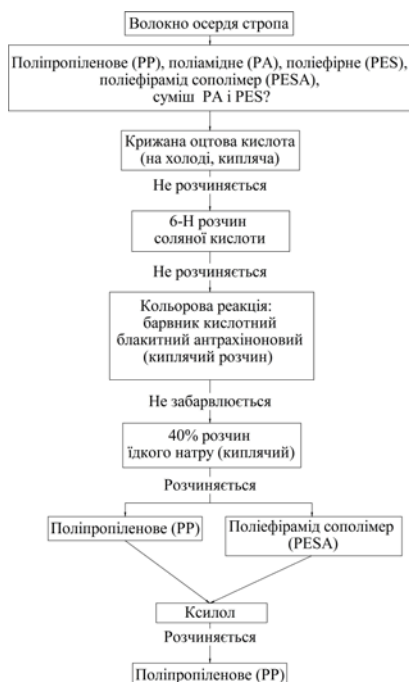


Рис.2. Алгоритм ідентифікаційного фізико-хімічного аналізу волокон осердя стропа

Узагальнюючи результати виконаної роботи, слід зазначити цілком прогнозоване використання для виготовлення сучасних текстильних строп сополімера полібутилентерефталата і діамідбутандіаміна і диметилтерефталату (PBTA) [2].

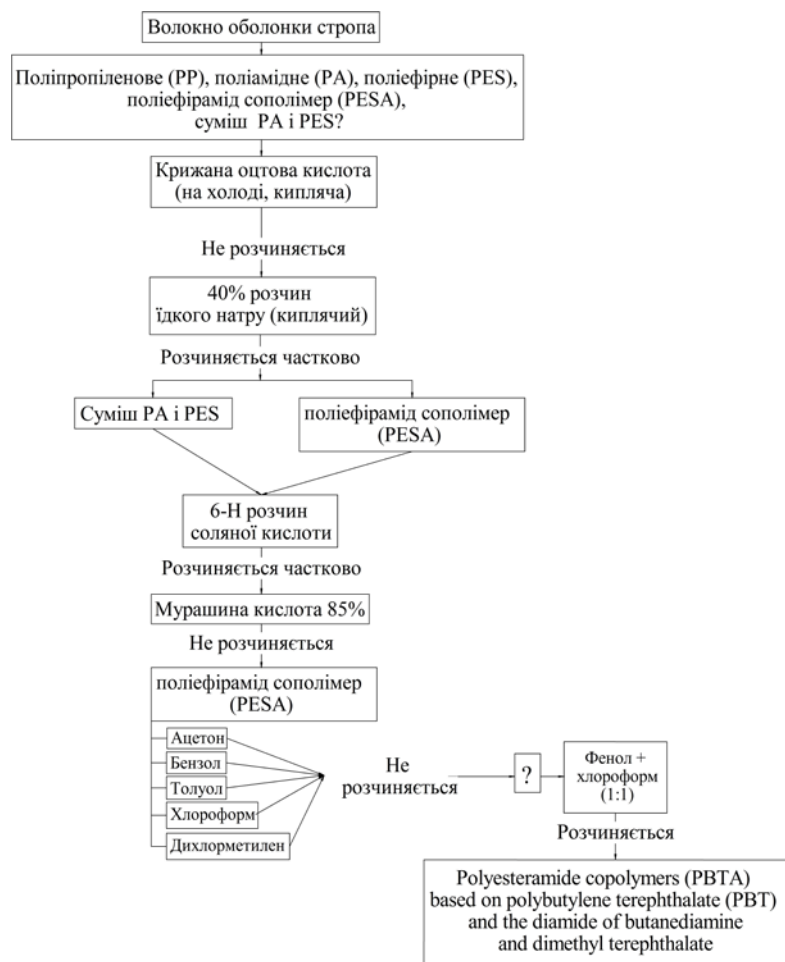


Рис.3. Алгоритм ідентифікаційного фізико-хімічного аналізу волокон оболонки стропа

Сучасні полімерні матеріали мають цілу низку переваг у порівнянні з традиційними матеріалами. В зв'язку з цим визначалися тенденції ринку що до полімерних матеріалів. З виділених полімерів найбільший інтерес представляє полібутилентерефталат (ПБТ). Використання ПБТ пов'язано, як з його базовими властивостями, так і з можливістю широкої модифікації. На світовому ринку ПБТ дев'ять великих постачальників контролюють близько 80% потужностей по його випуску. Серед них: SABIC (Саудівська Аравія), BASF (Німеччина), DuPont (США), Ticona (Німеччина – США - Японія), ChangChun (Китай), Mitsubishi (Японія), Wintech (Туреччина), LANXESS (Німеччина), DSM (Нідерланди), Toyo (Японія). PRNewswire 23 серпня 2016 р. в Лондоні представив всебічну аналітику для США, Канади, Японії, Європи, Азіатсько-Тихоокеанського регіону, Латинської Америки і решти світу з питання ринку полібутилентерефталата, а також достатньо перспективні оцінки і прогнози до 2020 року. До вищеназваних були додані профілі таких компаній, як: Almaak International GmbH, Celanese Corporation, China National BlueStar (Group) Co Ltd. (запущений завод потужністю 70 тис. тон в рік) і ін. [11].

Слід зазначити, що загальні потужності виробництва ПБТ в Китаї досягають 200 тис. тон в рік. Серед виробників ПБТ, продукція яких щорічно потрапляє на ринок України в стабільних обсягах, можна виділити лише кілька компаній, що мають різні об'єми поставок. Як відомо, найбільшим імпортером текстильної продукції в Україну є Китай. Слід зазначити і значну частку неврахованих імпортних текстильних товарів з Китаю на ринку України. Виходячи з цього, розроблений в роботі алгоритм ідентифікаційної експертизи сировинного складу новітніх текстильних матеріалів має актуальне значення в даний час.

При виконанні експертизи нового текстильного матеріалу за розробленим алгоритмом звертає на себе увагу виняткова хемостійкість матеріалів на основі полібутилентерефталата і його сополімерів. Досягти легкої і повної розчинності волокон, які утворюють оболонку досліджуваного в роботі стропа вдалося тільки в розчині фенолу і хлороформу.

Висновки. Запропоновано алгоритм експертних досліджень з ідентифікаційного аналізу новітніх текстильних матеріалів. Виконано ідентифікаційну експертизу стропа текстильного з втраченою нормативно-технічною документацією і встановлено, що текстильний строп має наступний сировинний склад: осердя – поліпропіленовий полімер, оболонка – сополімер РВТА. Визначено, що сополімери на основі РВТА при їх ідентифікації виявляють виняткову хемостійкість. Показано, що ідентифікаційними показниками для сополімеру РВТА може бути нейтральна реакція продуктів піролізу і розчиненність в суміші фенолу і хлороформу (1:1). Отримані результати дозволять експертам-дослідникам забезпечити методологічну адаптацію при вирішенні ситуації, коли треба ідентифікувати текстильний матеріал, що імпортовано з Китаю з втраченою нормативно-технічною документацією, або при наявності інших причин, які спонукають ідентифікувати текстильні матеріали.

Список використаної літератури

1. Examination in general textile technology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19447014708662938?journalCode=jtip20>
2. Van Bennekom, A. C. M. Amide modified polybutylene terephthalate: structure and properties [Текст] / A. C. M. Van Bennekom, R. J. Gaymans // Journal of Polymer. – 1997. - Vol. 38. - pp. 657-665.
3. Методы идентификации полимеров [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://plastinfo.ru/information/articles/220/>
4. Кричевский, Г.Е. Качественный и количественный анализ волоконного состава текстильных материалов [Текст] / Г. Е. Кричевский. – М.: Справочное-пособие 2002.- 273 с. – Библиогр. : ISBN 5- 85507-173-1.
5. SpanSet — текстильные стропы для безопасной работы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.informdom.com/metallООbrabotka/2011/6/spanset-tekstilnye-stropy-dlya-bezopasnoi-raboty.html>
6. Текстильные стропы. Маркировка и грузоподъёмность [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://proinstrumentinfo.ru/tekstilnye-stropy-lentochnye-petlevye-koltsevye-stp-gost-tsena-gruzopodyomnost/>
7. Методология идентификации и классификации товаров в таможенных целях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.brokert.ru/material/identifikaciya-klassifikaciya-tovarov-tamojnya>

8. Характеристика основных видов идентификации товаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://revolution.allbest.ru/marketing/00599725_0.html
9. Калиновский Е. С. Химические волокна (исследования и свойства) [Текст] / Е. С. Калиновский, Г. В. Урбанчик. – М. Изд-во "Легкая индустрия", 1966. - 319 с.
10. Лирова, Б.И. Анализ полимерных композиционных материалов [Текст] / Б.И.Лирова, Е.В.Русинова. - Екатеринбург: - Изд-во Урал. ун-та, 2008. - 96 с. – Библиогр. : ISBN 978-5-7996.
11. Global Polybutylene Terephthalate (PBT) Industry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.prnewswire.com/news-releases/global-polybutylene-terephthalate-pbt-industry-300317356.html>

References

1. Examination in general textile technology [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupa: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19447014708662938?journalCode=jtip20>
2. Van Bennekom, A. C. M. Amide modified polybutylene terephthalate: structure and properties [Tekst] / A. C. M. Van Bennekom, R. J. Gaymans // Journal of Polymer. – 1997. - Vol. 38. - pp. 657-665.
3. Metody ydentyfikatsyy polymerov [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupa: <http://plastinfo.ru/information/articles/220/>
4. Krychevskyy, H.E. Kachestvennyy y kolychestvennyy analiz volokonnoho sostava teks-tyl'nykh materyalov [Tekst] / H. E. Krychevskyy. – М.: Spravochnoe-posobyе 2002.- 273 s. – Byblyohr. : ISBN 5- 85507-173-1.
5. SpanSet — tekstyl'nye stropy dlya bezopasnoy raboty [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupa: <http://www.informdom.com/metallООbrabotka/2011/6/spanset-tekstilnye-stropy-dlya-bezopasnoi-raboty.html>
6. Tekstyl'nye stropy. Markyrovka y hruzopodъёмnost' [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupa: <http://proinstrumentinfo.ru/tekstilnye-stropy-lentochnye-petlevye-koltsevye-stp-gost-tsena-gruzopodyomnost/>
7. Metodolohyya ydentyfikatsyy y klassyfykatsyy tovarov v tamozhennykh tselyakh [Elekt-ronnyy resurs]. – Rezhym dostupa: <http://www.brokert.ru/material/identifikaciya-klassifikaciya-tovarov-tamojnya>
8. Kharakterystyka osnovnykh vydiv ydentyfikatsyy tovarov [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupa: http://revolution.allbest.ru/marketing/00599725_0.html
9. Kalynovskyy E. S Khymycheskye volokna (yssledovaniya y svoystva) [Tekst] / E. S. Ka-lynovskyy, H. V. Urbanchyk. – М. Yzd-vo "Lehkaya yndustryya", 1966. - 319 s.
10. Lyrova, B.Y. Analiz polymernykh kompozytsyonnykh materyalov [Tekst] / B.Y.Lyrova, E.V.Rusynova. - Ekaterynburh: - Yzd-vo Ural. un-ta, 2008. - 96 s. – Byblyohr. : ISBN 978-5-7996.
11. Global Polybutylene Terephthalate (PBT) Industry [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dos-tupa: <http://www.prnewswire.com/news-releases/global-polybutylene-terephthalate-pbt-industry-300317356.html>

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ
СЫРЬЕВОГО СОСТАВА НОВЕЙШИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
СУМСКАЯ О.П., БОГОМОЛОВА Я.М., ПОВСТЯНОЙ В.М., РАСТОРГУЕВА М.И.**

Херсонский национальный технический университет

Цель. Развить методы идентификационного анализа новейших текстильных материалов и предложить алгоритм экспертных исследований.

Методика. Использована усовершенствованная методология идентификации новых текстильных материалов, нацеленная на использование свойств полимеров и определения идентификационных показателей. Для определения свойств полимеров использованы макроскопические и физико-химические методы исследования.

Результаты. Разработан алгоритм идентификационной экспертизы стропа текстильного на основе синтетических тканевых композиций со сложным сырьевым составом. Установлено и обосновано, что достаточно часто современные текстильные материалы как волокнообразующий полимер содержат полиэфирамидные сополимеры. Показано, что сополимеры на основе полибутилентерефталата и диамидбутандиамина и диметилтерефталата (PBTA) при их идентификации проявляют исключительную хемотройкость. Определено, что текстильный стропа, который был принят в качестве объекта исследования, имеет следующий сырьевой состав: сердечник - полипропиленовый полимер, оболочка - сополимер PBTA.

Научная новизна. Выявлены особенности алгоритма идентификационной экспертизы текстильных материалов, содержащих как волокнообразующий полимер полиэфирамидный сополимер. Установлено, что сополимер PBTA имеет следующие идентификационные показатели: нейтральную реакцию продуктов пиролиза, хемотройкость и растворимость в смеси фенола и хлороформу (1:1).

Практическая значимость. Полученные результаты по развитию методов идентификационной экспертизы и состава новых текстильных материалов позволят пополнить банк данных полимеров, облегчить работу исследователей и экспертов при решении задач идентификации материала, модификация которого изменила его характеристики.

Ключевые слова: идентификационная экспертиза, полиэфирамидные сополимеры, стропа текстильный.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR IDENTIFICATION EXAMINATION OF THE LATEST TEXTILE MATERIALS COMPOSITION

SUMSKAYA O.P., BOGOMOLOVA Ya.M., POVSTYANOY V.M., RASTORGUEVA M.Y.
Kherson National Technical University

Purpose. Develop methods of identification analysis of the latest textile materials and propose an algorithm for expert studies.

Methodology. An improved methodology for identifying new textile materials was used, aimed at using the properties of polymers and determining identification indicators. Macroscopic and physic-chemical methods of investigation were used to determine the properties of polymers.

Findings. An algorithm for identification examination of a textile sling based on synthetic fabric compositions with a complex raw material composition was developed. It has been established and justified that quite often modern textile materials like fiber-forming polymer contain polyesteramide copolymers. It has been shown that copolymers based on polybutylene terephthalate and diamidobutanediamine and dimethyl terephthalate (PBTA), when identified, exhibit exceptional chemostability. It is determined that the textile sling, which was accepted as the object of research, has the following raw materials: core - polypropylene polymer, shell - copolymer (PBTA).

Originality. The features of the algorithm of identification examination of textile materials containing both a fiber-forming polymer polyesteramide copolymer are revealed. It has been established that the copolymer (PBTA) has the following identification indicators: neutral reaction of pyrolysis products, chemistry and solubility in a mixture of phenol and chloroform (1: 1).

Practical value. The obtained results on the development of methods of identification expertise and the composition of new textile materials will allow replenishing the polymer data bank, facilitating the work of researchers and experts in solving problems of material identification, the modification of which has changed its characteristics.

Keywords: Identification expertise, polyesteramide copolymers, textile sling.

УДК 677.027

ЛИТВИНОВА О.І.¹, СУПРУН Н.П.¹, БРИЧКА А.В.².

¹ Київський національний університет технологій та дизайну

² Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВИДІЛЕННЯ АНТИСЕПТИКА З АЛЬГІНАТНИХ ГІДРОГЕЛІВ ДЛЯ РАНОВИХ ПОКРИТТІВ

Мета. Дослідження кінетики виділення в розчин антисептиків з альгінатних гідрогелів для ранових покриттів, в тому числі, наповнених галлоїзитними алюмосилікатними нанотрубками, на прикладі метиленового синього як тестової речовини.

Методика. За характеристичною смугою поглинання в області близько 600 нм визначали вміст метиленового синього в розчинах.

Результати. Досліджено кінетику вивільнення з гідрогелів на основі альгілату натрію лікарських антисептичних препаратів на прикладі метиленового синього.

Наукова новизна. Експериментально встановлено загальмоване виділення метиленового синього в розчин з альгінатних гідрогелів.

Практична значимість. Отримані дані щодо виділення метиленового синього з альгінатних гідрогелів дозволять створити на їх основі ефективні медичні засоби для лікування пошкодженої шкіри у пацієнтів з опіками, гнійно-запальними ураженнями шкіри і піддермією, а також одержувати новітні перев'язувальні засоби з контрольованим вивільненням інших лікарських препаратів.

Ключові слова: альгілати, гідрогелі, багатофункціональні матеріали, медичні пов'язки, метиленовий синій

Вступ. Останніми роками увага численних дослідницьких колективів в усьому світі прикута до проблеми створення нових багатофункціональних матеріалів медичного призначення, здатних до програмованого, пролонгованого та адресного вивільнення інкорпорованих лікарських засобів. Сучасні ранові пов'язки з пролонговою лікувальною та антимікробною дією побудовані, як мінімум, з трьох складових: текстильної основи, полімерного шару і лікарського препарату. Полімери відіграють роль носія лікарського препарату, а також регулятора і пролонгатора дії ліків. Слід зазначити, що вкрай важливим недоліком багатьох ранових пов'язок є їх властивість прилипати до рани, в результаті чого відбувається травмування регенеруючих тканин, а процедура зміни пов'язки стає хворобливою. Одним із шляхів вирішення цього питання є застосування покриттів на основі розчинних полімерів, в тому числі біосумісних матеріалів з полісахаридів. На даний час для створення ранових покриттів широко використовуються альгілати – натрієві і кальцієві солі природного полісахариду, що містяться в бурих водоростях холодних морів. Альгілати, які більш 100 років застосовуються в харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості, зараз викликають зацікавленість спеціалістів щодо можливості їх використання у різноманітних галузях медицини. Це пов'язано з біологічними властивостями цього біополімеру, які дозволяють віднести його до парафармацевтиків – природних речовин з яскраво вираженою фармакологічною активністю. Альгінатні системи мають високосорбційні, гемостатичні і радіопротекторні властивості, здатність регенерувати пошкоджені тканини, в тому числі за рахунок наявності в них великої кількості мікроелементів регенерації [1-6]. Встановлена антибактеріальна, протівірусна і протизапальна активність альгілату та різноманітних композицій на його основі за

відсутності токсичної дії на організм. Перераховані властивості, а також сумісність альгінатних сполук із біосистемами, здатність до біодеструкції в організмі з утворенням безпечних низькомолекулярних сполук гарантує перспективність їх практичного використання у виробках медичного призначення.

Альгінат утворює високов'язкі гелі, ступінь структурування яких можна регулювати введенням катіонів, наприклад кальцію. Цей принцип покладено в основу створення деяких ранових покриттів у вигляді губок і волокон [5].

Постановка завдання. При контакті з рановим ексудатом або при змочуванні ранових покриттів з альгінатів полімерний шар перетворюється в гідрогель, що забезпечує безболісність перев'язок. При цьому поряд з вираженим поглинальним ефектом альгінатного шару спостерігається поглинання мікроорганізмів його гелевою структурою, а сама рана підтримується вологою, що прискорює її заживлення [7]. Завдяки здатності до плівко- і гелеутворення альгінат може сорбувати і утримувати біомедичні препарати протягом певного часу, тому до складу лікувальних пов'язок включають лікарські засоби різної спрямованості дії – антисептики, сульфаніламід, антибіотики та ін., які в процесі експлуатації дифундують в рану.

Метою роботи є дослідження кінетики виділення в розчин антисептиків, наприкладі метиленового синього як тестової речовини, з альгінатних гідрогелів для ранових покриттів, в тому числі, наповнених галлоїзитними алюмосилікатними нанотрубками.

Гідрогелі є тривимірними зшитими гідрофільними полімерами, які набрякають без розчинення у воді та інших біологічних рідин. Нанокмпозитні гідрогелі, які представляють собою тривимірні зшиті полімерні сітки, інкорпоровані наночастинками (пласкі глини, дискретні неорганічні наночастинки, галлоїзитні алюмосилікатні нанотрубки), мають ряд цінних властивостей, які дозволяють рекомендувати їх для використання ранових покриттів спрямованої лікувальної дії [8]. Введення наповнювачів надає гелям відмінних механічних властивостей, що в свою чергу сприяє подоланню певних обмежень, які мають звичайні полімерні гідрогелі. Вибір альгінату натрію в якості полімерного шару для ранових покриттів пояснюється його добре перевіреною, абсолютно сприятливою біологічною дією в рані, а також поширеністю природної сировини, з якого виробляється даний продукт. В якості наповнювача використовувалися галлоїзитні нанотрубки (ГНТ), які є матеріалом природного походження та комерційним продуктом, що отримують з мінералу галлоїзиту. Галлоїзитні нанотрубки не піддаються біодеградації і є біосумісними, що зумовлює широкі можливості їхнього використання в медицині, косметології, ветеринарії [9,10].

З метою встановлення загальмованого виділення лікарських препаратів з альгінатних гелів нами було досліджено кінетику виділення з цих систем в розчин метиленового синього (МС) як тестової речовини та визначено оптичні характеристики розчинів. При приготуванні розчинів співвідношення компонентів в них підбиралось таким чином, щоб всі досліджувані зразки містили однакову кількість тестової речовини – метиленового синього (0,0002 г): зразок № 1 – гель з 5% вмістом альгінату; зразок № 2 – гель з 10% вмістом альгінату; зразок № 3 – гель з 5% вмістом альгінату та 1% вмістом ГНТ; зразок № 4 – 1% суспензія ГНТ; зразок № 5 – розчин МС (рис. 1). Розчини витримували 1 добу для закінчення процесу гелеутворення. Склад досліджуваних зразків наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

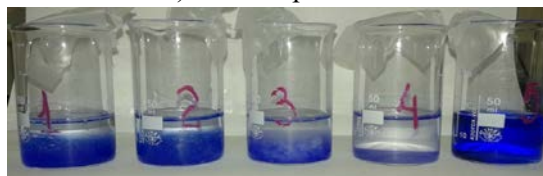
Склад досліджуваних розчинів

Компоненти розчину	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5
H ₂ O	8,5 мл	8 мл	8,4 мл	8,9 мл	9 мл
Метиленовий синій (МС)	1 мл	1 мл	1 мл	1 мл	1 мл
Альгінат натрію	0,5 г	1 г	0,5 г	—	—
Галлоізитні нанотрубки (ГНТ)	—	—	0,1 г	0,1 г	—

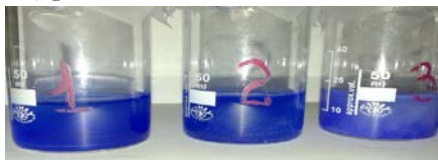
До приготованих витриманих зразків №№ 1-5 додавали 10 мл дистильованої води, витримували і реєстрували спектри поглинання розчинів над зразками через 3 години (зразки 1-1, 2-1, 3-1, 4-1, 5-1), через добу (4-2, 5-2), через 1 добу (зразки 4-3, 5-3). Зразки 1-3 містили спочатку над шаром гелю шар води (рис. 1, б), через добу відбулось набухання гелю з поглинанням води, що унеможливило реєстрацію спектрів розчинів над гелями, але візуально спостерігався повільний перехід метиленового синього з нижнього у верхній шар і вирівнювання його концентрацій між шарами (рис. 1, в). В зразку № 4 при додаванні галлоізитних нанотрубок спостерігалася швидка адсорбція метиленового синього на ГНТ з їхнім забарвленням в синій колір та майже повним знебарвленням розчину над осадам нанотрубок. В гелевому зразку № 3, що містив ГНТ, вірогідно, також відбулася часткова адсорбція МС на поверхні нанотрубок та візуально помітно нерівномірний розподіл МС в об'ємі гелю через 4 доби, що спостерігається також для зразків № 1 і № 2.



а) вихідні розчини



б) розчини після додавання води



в) гідрогелі через 4 доби після додавання води

Рис. 1. Етапи визначення процесу переходу метиленового синього з гелю в розчин

Відомо, що для ідентифікації речовин по її УФ-спектру застосовують метод порівняння із спектром відомої речовини, одержаний в тих же умовах. Характеристикою спектра поглинання речовини є положення максимумів (мінімумів) поглинання, а також інтенсивність поглинання, що характеризується величиною густини чи питомого показника

поглинання при даній довжині хвилі. З використанням УФ-Вид-ІЧ спектрофотометру, який прописує ультрафіолетовий (180-400 нм), видимий (400-800 нм) та далекий інфрачервоний діапазон (800-1850 нм), було проведено дослідження оптичних властивостей розчинів. Виявлено, що в ближній ІЧ області спектри досліджуваних зразків істотно не відрізняються, зміни помітні лише в УФ-Вид діапазоні спектрів (рис. 2).

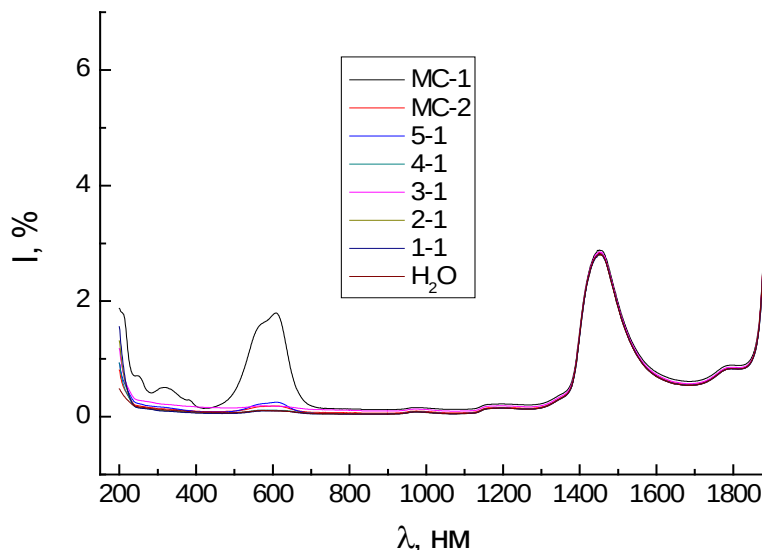


Рис. 2. УФ-Вид-ІЧ спектри поглинання розчинів МС над зразками 1 – 5 через 3 години

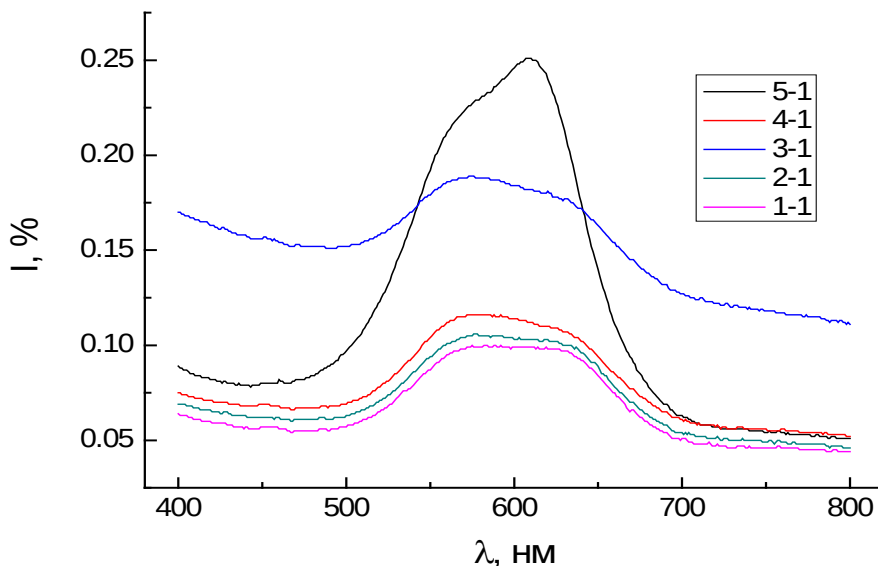


Рис. 3. УФ-Вид спектри поглинання розчинів над зразками

Математичною обробкою характеристичної смуги поглинання МС отримано його відносний вміст в розчині над зразками (рис. 3, табл. 2). Зразок 5 є істинним водним розчином метиленового синього з початковою концентрацією 0,0204 г/л та наступною концентрацією після додавання води 0,0102 г/л, яку прийняли як відносний вміст МС в розчині, рівний 1 (зразок 5-1, табл. 2). З даних таблиці можна вирахувати вміст МС в зразках як різницю між 1 та вмістом в МС в розчинах над зразками та знайти розподіл між зразками і розчинами.

Таблиця 2.

Вміст метиленового синього в зразках

Розчин	Площа	Вміст МС в розчині, відн. од.
1-1	6.49384	0,31
2-1	6.3721	0,31
3-1	6.6135	0,32
4-1	7.0317	0,34
4-3	6.0117	0,29
5-1	20.835	1
5-3	18.38464	0,88

Висновки. В результаті проведених дослідів експериментально встановлено загальмоване виділення метиленового синього в розчин з альгінатних гідрогелів. Метиленовий синій в гелях утримується альгінатною трьохвимірною сіткою та повільно переходить в розчин, вирівнювання концентрацій не досягнуто за 4 доби. Наповнення гідрогелів галлозітними нанотрубками дозволяє додатково сповільнити процес виділення діючої речовини та створює додаткові центри адсорбції в гідрогелях. УФ-Вид спектроскопія є дієвим методом дослідження кінетики виділення діючих речовин для створення високоефективних лікарських перев'язувальних засобів.

Список використаних джерел

1. Адамян А.А. Разработка новых биологически активных перевязочных средств и методология их применения / А.А. Адамян, С.В. Добыш, Л.Е. Килимчук, И.Н. Шандуренко, И.А. Чекмарева // М.: Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2004. – № 12. – С. 10-14.
2. Афиногенов Г.Е. Антимикробные полимеры / Г.Е. Афиногенов, Е.Ф. Панарин. // С-Пб.: Гиппократ. – 1993. – 264с.
3. Бочек А. М. Перспективы использования полисахаридов разного происхождения и экологические проблемы, возникающие при их переработке / А. М. Бочек. // М.: Журнал Химические волокна. – 2008. – № 3. – С.18-23.
4. Полимеры медицинского назначения / Ацуми Кадзухико и др.; под ред. Сэноо Манабу; пер. с яп. М. К. Овечкина, Н. Ф. Митрофановой; под. ред. А.М. Сладкова // М.: Медицина. - 1981. – 248 с.: ил.
5. Rajendran S. Advanced textiles for wound care. / S. Rajendran // Woodhead Publishing Limited. – 2009. 321 P.
6. Pielez A., Machnicka A., Sarna E. Antibacterial activity and scanning electron microscopy examination of alginate-based films and wound dressings // Ecological chemistry and engineering. – 2011. - Vol. 18, No. 2. - P. 197-210.
7. Седларик К.М. Альгинаты для лечения ран: Обзор / К.М. Седларик // М.: Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 1993. – № 1. – С. 62–65.
8. Супрун Н.П., Береза-Кіндзерська Л.В., Бричка А.В., Бричка С.Я. Синтез наповнених алюмосилікатними нанотрубками агар-агарових гелів для ранових покриттів // Вісник КНУТД. -2016. - №4 (100).- С. 49-55.

9. Chiew C.S.C., Poh P.E., Pasbakhsh P., Tey B.T., Yeoh H.K., Chan E.S. Physicochemical characterization of halloysite/alginate bionanocomposite hydrogel // Applied clay science. - 2014. - Vol. 101. - P. 444-454.
10. Cavallaro G., Gianguzza A., Lazzara G., Milioto S., Piazzese D. Alginate gel beads filled with halloysite nanotubes. // Applied clay science. - 2013. - Vol. 72. - P. 132-137.

Reference

1. Adamyan A.A. Razrabotka novykh biologicheskikh aktivnykh perev'yazochnykh sredstv i metodologiya ikh primeneniya / A.A. Adamyan, S.V. Dobysh, L.Ye Kilimchuk, I.N. Shandurenko, I.A. Chekmareva // M.: Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova. – 2004. – № 12. – S. 10-14.
2. Afinogenov G.Ye. Antimikrobnyye polimery / G.Ye. Afinogenov, Ye.F. Panarin. // S-Pb.: Gippokrat. – 1993. – 264s.
3. Bochek A. M. Perspektivy ispol'zovaniya polisakharidov raznogo proiskhozhdeniya i ekologicheskoye problemy, voznikayushchiye pri ikh pererabotke / A. M. Bochek. // M.: Zhurnal Khimicheskoye volokna. – 2008. – № 3. – S.18-23.
4. Polimery meditsinskogo naznacheniya / Atsumi Kadzuehiko i dr.; pod red. Senoo Manabu; per. s yap. M. K. Ovechkina, N. F. Mitrofanovoy; pod. red. A.M. Sladkova // M.: Meditsina. - 1981. – 248 s.: il.
5. Rajendran S. Advanced textiles for wound care. / S. Rajendran // Woodhead Publishing Limited. – 2009. 321 P.
6. Pielasz A., Machnicka A., Sarna E. Antibacterial activity and scanning electron microscopy examination of alginate-based films and wound dressings // Ecological chemistry and engineering. – 2011. - Vol. 18, No. 2. - P. 197-210.
7. Sedlarik K.M. Al'ginaty dlya lecheniya ran: Obzor / K.M. Sedlarik // M.: Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova. – 1993. – № 1. – S. 62–65.
8. Suprun N.P., Bereza-Kíndzers'ka L.V., Brichka A.V., Brichka S.YA. Sintez napovnenikh alyumosilíkatnimi nanotrubkami agar-agarovikh gelív dlya ranovikh pokritíy // Vísnik KNUTD. - 2016. - №4 (100).- S. 49-55.
9. Chiew C.S.C., Poh P.E., Pasbakhsh P., Tey B.T., Yeoh H.K., Chan E.S. Physicochemical characterization of halloysite/alginate bionanocomposite hydrogel // Applied clay science. - 2014. - Vol. 101. - P. 444-454.
10. Cavallaro G., Gianguzza A., Lazzara G., Milioto S., Piazzese D. Alginate gel beads filled with halloysite nanotubes. // Applied clay science. - 2013. - Vol. 72. - P. 132-137.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ АНТИСЕПТИКА ИЗ АЛЬГИНАТНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ ДЛЯ РАНЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

ЛИТВИНОВА О.И., СУПРУН Н.П.¹, БРИЧКА А.В.²

Киевский национальный университет технологий и дизайна
Институт химии поверхности им. А.А. Чуйко НАН Украины

Цель. Исследование кинетики выделения в раствор антисептиков из альгинатных гидрогелей для раневых покрытий, в том числе, наполненных галлоизитными

алюмосиликатными нанотрубками, на примере метиленового синего как тестового вещества.

Методика. По характеристической полосе поглощения в области около 600 нм определяли содержание метиленового синего в растворах.

Результаты. Исследована кинетика высвобождения из гидрогелей на основе альгината натрия лекарственных антисептических препаратов на примере метиленового синего.

Научная новизна. Экспериментально установлено заторможенное выделение метиленового синего в раствор из альгинатных гидрогелей.

Практическая значимость. Полученные данные о выделении метиленового синего из альгинатных гидрогелей позволят создать на их основе эффективные медицинские средства для лечения поврежденной кожи у пациентов с ожогами, гнойно-воспалительными поражениями кожи и пиодермией, а также получать новые перевязочные средства с контролируемым высвобождением других лекарственных препаратов.

Ключевые слова: альгинаты, гидрогели, многофункциональные материалы, медицинские повязки, метиленовый синий.

STUDY OF KINETICS OF ALLOCATION OF ANTISEPTIC FROM ALGINATE HYDROGEL FOR WOUND DRESSING

LITVINOVA O.I, SUPRUN N.P., BRICHKA A.V.

Kiev National University of Technologies and Design
Chuiko Institute of Surface Chemistry, NAS of Ukraine

Goal. The study of the kinetics of the allocation of antiseptic solution from alginate hydrogels for wound dressing, including those, which filled with halloizyt aluminosilicate nanotubes, by the example of methylene blue as a test substance.

Method. According to the characteristic absorption band in the 600 nm were tested contents of methylene blue in solution.

Results. The kinetics of allocation from hydrogels based on sodium alginate of medicinal antiseptic agents by the example of methylene blue.

Scientific novelty. Experimentally hampered the allocation of methylene blue in solution with alginate hydrogels.

The practical significance. Received data about the allocation of methylene blue from alginate hydrogels allow creating on their basis effective medications to treat of damaged skin for patients with burns, purulent and inflammatory skin lesions and pyoderma and to obtain wound dressings with controlled release of other drugs.

Keywords: alginates, hydrogels, multifunctional materials, medical dressing, methylene blue.

УДК 687.15:
[677.071:620.17]

ХАРЧЕНКО Ю.М., БІЛОЦЬКА Л.Б., КОТЛЯРОВА І.І.
Київський національний університет технологій та дизайну

АНАЛІЗ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СТАНДАРТНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ НИТКОВИХ З'ЄДНУВАНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ОДЯГУ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ФЕХТУВАННЯ

Мета. Обґрунтування вибору методу визначення розривального зусилля швів, як основного показника надійності ниткових з'єднувань одягу для спортивного фехтування.

Методика. Дослідження базувались на основі принципів системного підходу в методах аналізу та синтезу складних об'єктів.

Результати. Проаналізовано стандартні методи визначення розривального зусилля швів та обґрунтовано вибір методу оцінки надійності ниткових з'єднувань при проектуванні одягу для спортивного фехтування.

Наукова новизна. Досліджено особливості застосування методів оцінки надійності ниткових з'єднувань фехтувального одягу із врахуванням технічних вимог.

Практична значимість. Обраний метод дозволить визначати раціональні технологічні режими та параметри ниткових з'єднувань, які сприятимуть виготовленню фехтувального одягу у відповідності до споживчих та виробничих вимог.

Ключові слова: ниткові з'єднання, фехтувальний одяг, розривальні характеристики.

Вступ. Якість з'єднувань деталей одягу, як відомо, визначається за показниками зовнішнього вигляду та відповідністю прийнятих технологічних рішень умовам експлуатації та деформаціям, які при цьому виникають. Тому, завдання по підвищенню якості виготовлення при оптимальній для конкретного виду одягу технології досягається через дослідження впливу властивостей з'єднуваних матеріалів на показники якості ниткових з'єднувань [1 – 4].

Найбільш поширений у швейній галузі органолептичний метод, який застосовується для оцінки естетичних показників якості, із технічних методів застосовуються вимірювальні, реєстраційні та розрахункові методи, які регламентуються ГОСТ 4103-82 «Изделия швейные. Методы контроля качества» [1 – 4]. На показники якості ниткових з'єднувань впливають різного роду фактори, які умовно поділено на угруповання: за видом переплетення та структурою стібка; за видом та властивостями з'єднуваних матеріалів; за видом та властивостями швейних ниток; фактори, які залежать від технологічних режимів виготовлення; фактори, які залежать від параметрів шва. Прогнозуючи надійність ниткових з'єднувань переважна більшість науковців досліджують вплив того чи іншого фактору на показник міцності шва, який характеризується розривальним зусиллям шва у повздовжньому і поперечному напрямку стосовно строчки та видовженням на момент розірвання [4, 8]. Забезпечення очікуваного рівня якості швів являє собою складне багатфакторне завдання пошуку оптимальних параметрів процесу із широкого діапазону значень, які сприятимуть отриманню потрібного рівня оптимізуючих факторів [2 – 5].

Проектування спеціального захисного одягу для фехтувальників передбачає застосування текстильних матеріалів з комплексом специфічних властивостей, які можуть мати негативний вплив на виробничий процес та технологічні показники якості. Деформація

багатоциклового розтягнення, яка відбувається при експлуатації одягу для спортивного фехтування, сприяє розвитку втомних явищ, порушуючи тим самим структуру не тільки основного матеріалу, а й негативно впливає на з'єднування деталей та кріплення фурнітури одягу. Згідно вимог ДСТУ EN 13567:2015 (EN 13567:2002+A1:2007, IDT) «Одяг захисний. Приладдя для захисту долонь, рук, грудей, живота, ніг, геніталій і обличчя фехтувальників. Вимоги і методи випробування» міцність ниткових з'єднувань, як і міцність основних матеріалів має бути гарантованою як від початку виготовлення, так і в процесі експлуатації. Тому, важливим завданням при проектуванні одягу для спортивного фехтування очікуваної якості є дослідження, які можуть бути використані з метою оптимізації технологічних процесів виробництва та сприяти збереженню його міцності та формостійкості на протязі всього терміну експлуатації [10 – 11]. Аналіз існуючих методів оцінки якості та пошук нових можливостей і напрямів удосконалення технології виготовлення одягу залишається актуальним.

Постановка завдання. Мета роботи – обґрунтування вибору методу визначення розривального зусилля швів, як основного показника надійності ниткових з'єднувань при проектуванні одягу для спортивного фехтування.

Результати дослідження. Аналіз робіт [3, 8, 12 – 13], які присвячені дослідженню якості ниткових з'єднувань показує, що для отримання швів із наперед визначеними властивостями дослідниками вирішувались складні багатофакторні завдання з метою встановлення оптимальних технологічних режимів, при цьому, критерієм оптимізації обрано розривальне зусилля шва, яке визначалось експериментальним шляхом. Окрім експериментальних методів визначення характеристик міцності ниткових з'єднувань застосовуються розрахункові, які полягають у теоретичному визначенні величини розривального зусилля човникової чи ланцюгової строчки з метою прогнозування їх якості [2]. Порівняння різних методів розрахунку міцності швів показали, що в них не враховується сировинний склад та кількість ниток, використаних у шві, що є досить вагомим фактором при утворенні ниткових з'єднувань, їх застосування досить вибіркове та не повною мірою характеризує зусилля, які виникають в дійсності [6 – 8]. Можливість удосконалення відомих раніше розрахункових методів з'явилась на основі виконаних авторами [3, 9] поглиблених досліджень міцності ниткових петель. Ці дослідження доводять, що міцність ниток у вузлах переплетення визначає міцність всього ниткового з'єднування, тому цей показник пропонується контролювати та нормувати, так як він є важливим критерієм оцінки технологічних та експлуатаційних властивостей ниток та швів.

Інновації у швейній галузі зумовлюють необхідність рішення складних технічних завдань із застосуванням системного підходу до створення моделей технологічних процесів, у тому числі методів обробки інформації. Моделювання процесу з'єднування деталей швейних виробів за допомогою класичних методів математичного моделювання також сприяє встановленню кількісних взаємозв'язків, які визначатимуть якість виробів в цілому [10 – 11]. У роботі [13] за допомогою математичної моделі з метою отримання максимальної міцності, яка також характеризується значенням розривального зусилля, встановлено оптимальні технологічні параметри швів. Авторами [12] за допомогою компонування значень основних параметрів процесу виготовлення шва отримано геометричні моделі залежності оптимізуючих факторів від параметрів процесу ниткового з'єднування. Це

дозволяє обирати режими, які забезпечують очікувані властивості шва та можуть бути застосовані в якості операційних карт.

Вибір методу визначення розривального зусилля швів, передбачає детальний аналіз існуючих методів, які застосовуються згідно національних та міжнародних стандартів. У роботі [14] запропоновано виготовляти зразки швів за схемою, яка представлена на рис.1,а, яка обґрунтована авторами тим, що при виконанні строчки від 1-ї до 4-ї ділянки розривальне зусилля швів зменшується та складає від 1 до 26 % в залежності від виду швейних ниток. Пізніше цей підхід до виготовлення зразків швів було дещо змінено та відображено у стандартному методі ГОСТ 28073-89 «Изделия швейные. Методы определения разрывной нагрузки, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах», який є чинним і на сьогоднішній день (рис.1,в). Крім цього, даний метод дозволяє застосовувати елементарні проби швів із деталей швейних виробів. Відомий шнур-метод [3, 15], за якого виготовлення зразків проводиться наступним чином: зшиті смужки тканини розмічують так, щоб отримати десять пар зразків, розрізаючи їх по наміченим лініям не пошкодивши строчки (рис.1,г).

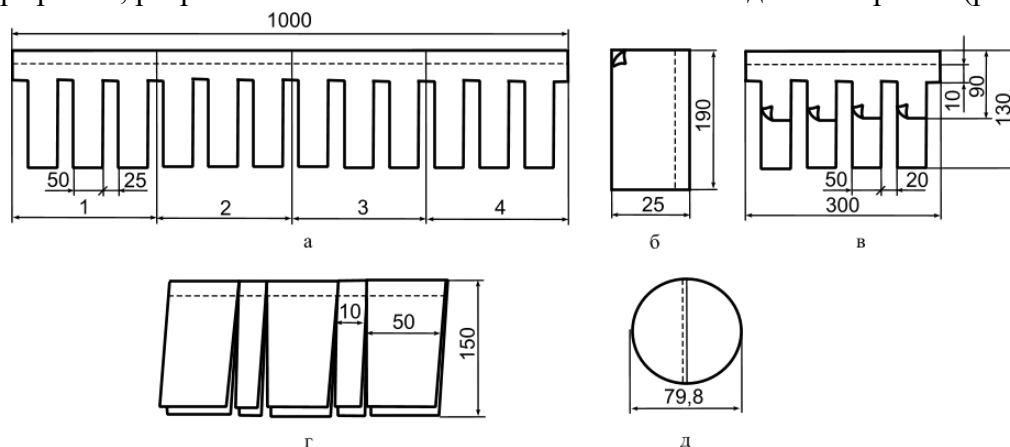


Рис.1. Схеми виготовлення проб ниткових з'єднувань
для дослідження розривальних характеристик

Спільною характерною особливістю зазначених методів є визначення розривальних характеристик за допомогою розривальних машин з постійною швидкістю опускання нижнього затискача. Принципово відрізняється форма та розміри зразків швів, які застосовуються при цьому (див. рис.1).

Відомо, що згідно вимог ДСТУ EN 13567:2015 міцність ниткових з'єднувань, як і міцність матеріалів, застосованих для виготовлення фехтувального одягу, має встановлюватись за допомогою гідравлічного або пневматичного методу (ДСТУ ISO 13938-1:2007 «Матеріали текстильні. Властивості тканин щодо розривання. Частина 1. Гідравлічний метод визначення опору розриванню та розтягуванню на момент розірвання»; ДСТУ ISO 13938-2:2007 «Матеріали текстильні. Властивості тканин щодо розривання. Частина 2. Пневматичний метод визначення опору розриванню та розтягуванню на момент розірвання»). При цьому, елементарні проби швів круглої форми (рис.1,д) викроюються з швейного виробу, який до цього був випраний не менше п'яти разів. Такі методи передбачають застосування розривальних машин, які здатні підвищувати тиск рідини чи повітря (залежно від виду методу) при постійній швидкості. Нажаль, на сьогоднішній день на

території України застосування вказаних методів для визначення міцності ниткових з'єднувань не є можливим за відсутності відповідного обладнання.

Слід зазначити, що нормативно-технічна документація в галузі випробувань розрізнена та в основному не гармонізована з міжнародними вимогами по плануванню, організації та проведенню випробувань. З метою створення всеохоплюючої зони вільної торгівлі з ЄС Україна наразі перебуває в процесі приведення свого законодавства і практик у сфері регулювання вимог до продукції у відповідність до законодавства ЄС [16].

Висновки. Оскільки, відсутня можливість застосування методу визначення опору розриванню, який встановлено технічними вимогами до виготовлення спортивного фехтувального одягу, вважаємо доцільним застосування методу визначення розривального зусилля швів згідно ГОСТ 28073-89. Цей метод дозволить проводити дослідження надійності ниткових з'єднувань, за допомогою класичних методів математичного моделювання встановлювати взаємозв'язок між технологічними параметрами та властивостями трикотажних полотен і визначати раціональні технологічні параметри процесу виготовлення фехтувального одягу. При цьому, виготовлення проб ниткових з'єднувань доцільно проводити за умов, максимально наближених до технічних вимог ДСТУ EN 13567:2015. Пряме застосування міжнародних гармонізованих стандартів ускладнюється тим, що більшість з них офіційно не впроваджені в національну метрологічну практику за відсутності відповідної інструментальної бази.

Список використаної літератури

1. Шаньгина В.Ф. Оценка качества соединений деталей одежды. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 128 с.
2. Кокеткин П.П., Сафронова И.В., Кочегура Т.Н. Пути улучшения качества изготовления одежды. – М.: Легпромбытиздат. – 1989. – 240 с.
3. Погорелова М.Л. Анализ механизма деформирования ниточных соединений: дис. ... канд. тех. наук: 05.19.01 / Погорелова М.Л.; АН России. – Кострома, 2002. – 155 с.
4. Білей-Рубан Н.В. Надійність ниткових з'єднань трикотажних виробів як характеристика технічного рівня якості одягу [Текст] / Н.В.Білей-Рубан // Київський національний університет технологій та дизайну. Вісник КНУТД. – 2016. – № 3(98). – С. 126–133.
5. Білоцька Л. Б., Білей-Рубан Н.В. Основні підходи формалізації узагальнених цільових функцій в завданнях швейного виробництва / Вісник Мукачівського технологічного інституту / № 5, 2008. – С.36 – 39.
6. COATS. Общие советы по техническим вопросам [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.coatsindustrial.com/ru/services-solutions/technical-services>
7. Gutermann – Global Seam Competence [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.guetermann.com>
8. Харченко, Ю.М. Особливості методики прогнозування міцності швів у процесі конфекціювання матеріалів для виготовлення одягу [Текст] / Ю.М. Харченко // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. ХНТУ, 2012. – Выпуск 2 (20). – С. 190 – 194.
9. Расчетный метод прогнозирования прочности ниточных соединений [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rustm.net/catalog/article/556.html>
10. Білоцька Л.Б., Білей-Рубан Н.В. Застосування математичних моделей при розв'язанні задач оптимізації процесів швейного виробництва / Вісник Хмельницького національного університету. – № 3. – 2006. – С.7 – 9.
11. Білоцька Л.Б., Білей-Рубан Н.В. Математично-статистичні методи: особливості та перспективи їх використання в задачах управління якістю продукції / Вісник Хмельницького національного університету. – № 6. – 2006. – С. 213 – 216.

12. Левков, К. Л. Инновационный процесс и инновационный инженер / К. Л. Левков, О. В. Фиговский // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2.
13. Горюнова В.И. Выбор оптимальных технологических параметров и конструкций ниточных соединений с заданными свойствами. – Изв. Вузов. Технология легкой промышленности. – 1988. – № 2. – С. 64 – 68.
14. Федоровская В.С., Гущина Н.Г. О методике проведения испытаний по определению прочности швов // Швейная промышленность. – 1976. – № 1. – С. 16 – 18.
15. Виноградова Ю.Г. и др. О подготовке образцов текстильных материалов к испытанию разрывной нагрузки ниточных соединений / Виноградова Ю.Г., Михельсон А.П., Ляховская О.С. – Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1979. – № 4. – С. 32 – 34.
16. «Блакитна настанова» із впровадження правил Європейського Союзу щодо продукції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://csm.kiev.ua/images/stories/2015/bl_nastanova.pdf

References

1. Shangina V.F. Evaluation of the quality of the connection clothing details. - M.: Light and food industry – 1981. – 128 p.
2. Koketkin P.P., Safronova I.V., Kochegura T.N. Ways to improve the quality of clothing. - Moscow: Legpromtizdat. – 1989. – 240 p.
3. Pogorelova M.L. Analysis of the mechanism of deformation of filamentary compounds: dissertation of a candidate of technical sciences: 05.19.01 / M. Pogorelova; Russian Academy of Sciences. – Kostroma, 2002. – 155 p.
4. Bilei-Ruban N.V. Reliability of spinning connections of knitwear as a characteristic of technical quality / N.V. Biley-Ruban // Kyiv National University of Technology and Design. Bulletin KNUITD. – 2016. – № 3 (98). – P. 126 – 133.
5. Bilotska L.B., Bilei-Ruban N.V. Basic approaches for formalization of generalized objective functions in problems of garment production / Bulletin Mukachevo Technological Institute / number 5, 2008. – p.36 – 39
6. COATS. General technical advice [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.coatsindustrial.com/ru/services-solutions/technical-services>
7. Gutermann – Global Seam Competence [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.gutermann.com>
8. Kharchenko, Y.M. Forecasting of strength joints in the confection process of materials for making clothes / Y.M.Harchenko // Problems of lights and clothing industry of Ukraine. KNTU, 2012. – issue 2 (20). – P. 190 – 194.
9. Calculation method for predicting the strength of yarns [Electronic resource]. – Access mode: <http://rustm.net/catalog/article/556.html>
10. Bilotska L.B., Bilei-Ruban N.V. The use of mathematical models for solving optimization problems of garment production processes. Herald of Khmelnytsky National University. – № 3. – 2006. – P.7 – 9.
11. Bilotska L.B., Bilei-Ruban N.V. Mathematical and statistical methods: characteristics and prospects of their use in problems of quality control / Bulletin Khmelnytsky National University. – № 6. – 2006. – P. 213 – 216
12. Levkov, K.L. Innovative Process and Innovative Engineer / K. L. Levkov, O. V. Figovsky // Engineering Bulletin. – 2012. – № 2.
13. Goryunova V.I. Selection of optimal technological parameters and designs of threaded joints with given properties. – Higher education. Technology of light industry. – 1988. – № 2. – P. 64 – 68.
14. Fedorovskaya V.S., Gushchina N.G. About the methodology of strength of the seams testing // Sewing Industry. – 1976. – No. 1. – P. 16 – 18.
15. Vinogradova Y.G. About the preparation of samples of textile materials for the tensile load of yarns testing / Vinogradova Y.G., Mikhelson A.P., Lyakhovskaya O.S. – Technology of light industry. – 1979. – No. 4. – P. 32 – 34.
16. “Blue Guide” of the introduction of EU rules for products [Electronic resource]. – Access mode: http://csm.kiev.ua/images/stories/2015/bl_nastanova.pdf

**АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ МЕТОДОВ
ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ФЕХТОВАНИЯ**
ХАРЧЕНКО Ю.М., БИЛОЦКАЯ Л.Б., КОТЛЯРОВА И.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Обоснование выбора метода определения разрывной нагрузки швов, как основного показателя надежности ниточных соединений одежды для спортивного фехтования.

Методика. Исследования базировались на основе принципов системного подхода в методах анализа и синтеза сложных объектов.

Результаты. Проанализированы стандартные методы определения разрывной нагрузки швов и обоснован выбор метода оценки надежности ниточных соединений при проектировании одежды для спортивного фехтования.

Научная новизна. Установлены особенности применения методов оценки надежности ниточных соединений фехтовальной одежды с учетом технических требований.

Практическая значимость. Выбранный метод позволит определить рациональные технологические режимы и параметры ниточных соединений при изготовлении фехтовальной одежды в соответствии с потребительскими и производственными требованиями.

Ключевые слова: ниточные соединения, фехтовальная одежда, разрывные характеристики.

**ANALYSIS AND APPLICATION FEATURES OF STANDARD RESEARCH
RELIABILITY METHODS OF STRING CONNECTIONS FOR SPORTS FENCING
CLOTHING DESIGN**

KHARCHENKO J.M., BILOTSKA L.B., KOTLIAROVA I.I.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Justification of the method choice for determining the breaking load of the seams, as the main indicator of the reliability of the string connections for sports fencing clothing.

Methodology. The research was based on the system approach principles in the methods of analysis and synthesis of complex objects.

Findings. Standard methods for determining the breaking load of seams and the method choice for assessing the reliability of string joints for sport fencing clothes design is justified.

Originality. The specifics of the method applications for investigating the reliability of string joints of fencing clothes with regard to technical requirements are established.

Practice value. The chosen method will allow to determine rational technological string joints regimes and parameters in the fencing clothes manufacturing in accordance with consumer and production requirements.

Keywords: string connections, threaded joints, fencing clothes, discontinuous characteristics.

UGBOLUE S.C.O.¹, KIM Y.K.²

¹ Edwin Clark University, Kiagbodo, Delta State, Nigeria

² University of Massachusetts, Dartmouth, MA, USA

ADVANCES IN AUXETIC WARP KNITTED PERSONAL PROTECTIVE STRUCTURES

Purpose. To present current Advances in Auxetic Personal Protective Structures

Methodology. Details of design concept adopted for the Auxetic structures and fabrication methods are given.

Results. Both quantitative and qualitative methods of assessment of auxetic property of fabric were developed and used to compare the Non-auxetic Control Fabric versus Auxetic Fabric. The novel Auxetic fabrics also offer improved shear stiffness, enhanced dimensional stability, increased plane strain fracture toughness and increased indentation resistance).

Scientific novelty. Proposed Multi-Threat Protective Auxetic Fabric for First Responder's Base Uniform is conceptualized.

Practical value. Double Needle Bar (DNB) Auxetic Kevlar fabrics can provide superior 3-D curved surface conformity

Keywords: Auxetic structure, Poisson's ratio, Personal Protection.

Introduction. Engineered fabrics are especially desired for military protective clothing applications. Such fabrics, exhibiting **high tactile comfort**, can be **ergonomically** designed. However, through the use of an extensive database that contains hand feel, mechanical, construction, and tactile comfort data for fabrics, desired comfort can be predicted by measuring a limited number of properties (i.e., Kawabata Index). Thus, output systems can be optimized to exhibit the highest level of comfort by engineering a fabric with specific properties.

Using the Ballistic and blast protection, as an example, we can summarize the essentials of Personal Protective Wears (PPW) as follows:

- Every piece of armor that soldiers wear, with the exception of eye protection, contains a **textile component**.
- Advanced textiles play an important role in **blast protection**, but the Army is still looking for a **lighter weight, modular, scalable and tailorable suite** of equipment that will provide required levels of protection without hindering **mobility or mission effectiveness**.
- Blast protection systems that provide the most protection currently are **bulky, hinder movement and cause soldier fatigue**.
- The Army has set the near-term goal (one to five years) of a **10 percent reduction in armor weight** for current threats and **improved ergonomic design** concepts. Its mid-term (six to 10 years) and long-term (11 to 15 years) goals are to continue to improve weight reduction and ergonomic design.

Typically, it is important to formulate constructive objectives to accomplish the PPW fabrication strategy, namely:

(a) to develop and characterize a novel specialized material that is **lightweight, comfortable, and efficient**.

(b) to integrate barrier properties in such garments which would incorporate suitable **antimicrobial** and other suitable chemicals to provide protection against a range of microorganisms.

This informed the development of Auxetic warp knitted structures and fabrics that have negative Poisson's ratio wherein lateral direction is expanded when the structure is stretched in the machine direction resulting in novel properties and performances.

1. Auxetic Fabrics Design Concept.

The model depicted in Smith et al [1] has been shown to be successful for explaining the auxetic behavior of some engineering foams. Many models of deformation within network materials proposed by Gaspar et al [2] make use of the assumption that there is a single mode of deformation that dominates over other modes. Some of these network models [3] have been put forward to resemble materials that may exhibit a negative Poisson's ratio but have yet to be manufactured. The broken-rib model by Smith et al [1] is one such model. The results by Gaspar et al [2] showed that a material with this microstructure does produce a negative Poisson's ratio. The principal assumptions for the deformation are: the angles between ribs deform elastically; no change of length of the individual ribs is allowed; the translational symmetry of the net is kept throughout deformation. The engineering strain of such a model is shown in Figure 1.

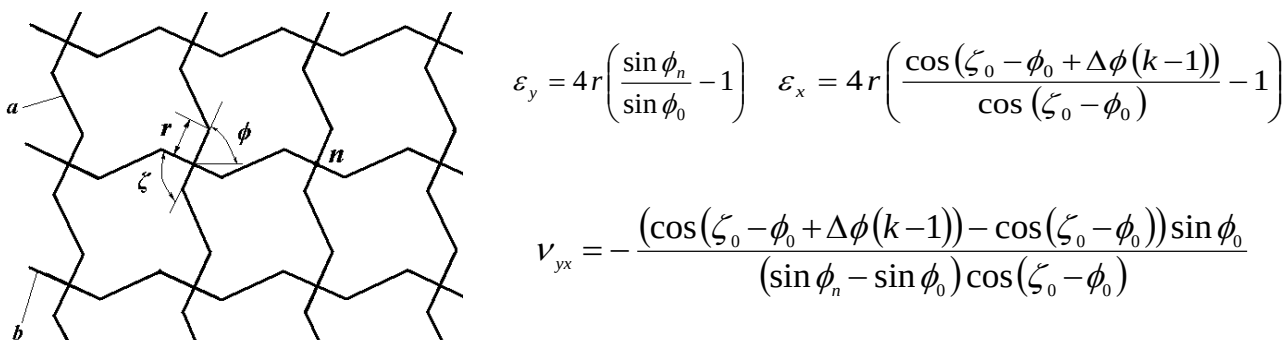


Fig. 1. Schematic of geometrical model for the structure

2. University of Massachusetts Dartmouth Auxetic Fabric Design

Research efforts [3-13] in the area of auxetic structures have shown mechanical improvements over traditional fabrics. These efforts have mainly focused on the initial production of auxetic fibers and filaments, which are then woven into fabrics to achieve the macroscopic auxetic properties. Whereas promising properties have been measured, this approach is limited due to the time consuming and expensive production of individual auxetic fibers. In contrast, our team at UMD, Ugbole, et al [14-22], pioneered the fabrication of Auxetic warp knit fabrics using inexpensive, commercially available non-auxetic yarns. Thus, our team at UMD, Ugbole, et al [14-22] translated the concepts in the applicable model [1.2] into practically engineered structures in order to produce functional textile structures.

The UMD technique provides a faster means of producing auxetic fabrics using non-auxetic yarns by exploiting knowledge of fabric geometry, design, and structural mechanics. The main advantages of our approach over competitive auxetic fabrics are: improved productivity, fabric versatility, performance, and speed of warp knitting production resulting in a more cost effective and efficient manner than by weaving especially when conventional weaving looms are being used. Luna Innovations Roanoke, VA 24016, recently teamed with University of Massachusetts, Dartmouth (UMD) to develop auxetic materials that have significant advantages compared with currently used materials for pelvic personal protective equipment.

The auxetic textiles produced have demonstrated significant improvements in mechanical properties over conventional fabrics and are anticipated to translate to improved blast/ballistic protection. It is noted that the fabric thickens and strengthens as it is impacted by shrapnel and improvised explosive devices.

Indeed, the enhanced blast / ballistic protection provided by auxetics allows thinner, lightweight, breathable protective textiles that will reduce thermal burden. It must be emphasised that a major problem with conventional materials (i.e. materials having positive Poisson's ratio) is that they can hardly be curved into a doubly curved or domed shape, instead the core forms a saddle shape on bending. In the case of auxetic fabrics (i.e., fabrics with negative Poisson's ratio), double curvature can be easily achieved.

2.1. The Ultimate Auxetic Textiles

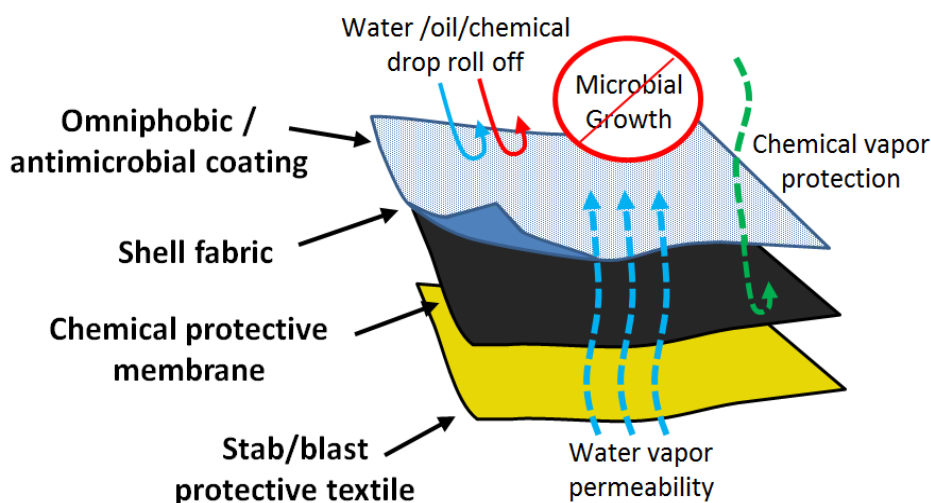


Fig. 2. Proposed Multi-Threat Protective Fabric for First Responder's Base Uniform made from Auxetic Textiles

2.2. Fabrication of Auxetic Structures

In fabricating Auxetic Knit structures from non-auxetic yarns, various types of warp knit fabrics and in-lay warp knit fabrics were designed and produced on various warp knitting machines as shown in Figure 3.



Fig. 3. Jacob Muller Warp Knitting Machine used for producing Auxetic Structures

These fabrics were produced on a Double Needle Bar Karl Mayer 16 Gauge Raschel warp knitting machine equipped with 6 guide bars but only 4 guide bars are used in the study. The fabric design concept was guided by the available Tier 1 Pelvic Protection Effort Material Target Requirements. Two yarns were selected for use in this study, namely, *100% Kevlar of 400 denier linear density as a base yarn and 150 denier polyester filament yarn covered with 70 denier Lycra as in-laid yarn.*

To achieve the auxetic property, most designs employed a high elastic yarn, such as Lycra in the structure. This yarn is in-laid between the stitch wale in the knitting direction to ensure that the fabric structure retains the necessary configuration after relaxation. The filling yarn is in-laid between neighboring wales and wraps the junctures of the ground loops and depicted as *Inlay Type A* as shown on the right-hand diagram in **Figure 4**. Also, shown in **Figure 4** are diagrams of a typical conventional warp knitted fabric, shown on the left and a typical Auxetic warp knitted structure appropriately shown in the centre of the figure.

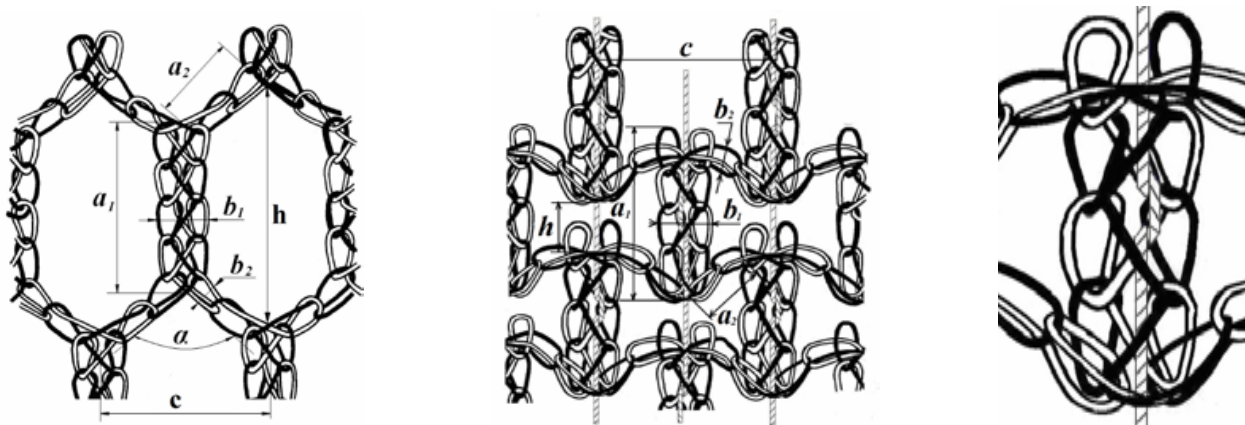


Fig. 4. Conventional, Auxetic Structures and Inlay type A

3. Measurement of Some Fabric Physical Properties

3.1. Courses per unit length and Wales per unit length: A course is a predominantly horizontal row of loops produced by adjacent needles during the same knitting cycle. In warp knitting each loop in a course normally is composed of a separate yarn. Courses per inch (cpi) or courses per cm are used to evaluate the loops along the axial or walewise direction.

A wale is a predominantly vertical column of needle loops produced by the same needle knitting at successive knitting cycles and thus intermeshing each new loop through the previous loop. In warp knitting a wale can be produced from the same yarn. Wales per inch (wpi) or wales per cm are used to evaluate the loops along the transverse or coursewise direction.

The number of courses and the number of wales per unit length are obtained by using a counting glass. The results are reported using SI units namely, number of courses or wales in 10 mm. The mean of ten readings is recorded for each direction of the fabric.

3.2. Stitch Density, S: The term loop or stitch density S is the total number of needle loops in a square area measurement. It is obtained by multiplying, for instance, the number of courses and wales, per square unit length together. The unit is loops/in² or loops per cm².

3.3. Thickness and Basis Weight: The thickness (with the unit of mm) of each sample is tested using a Thickness Testing Instrument according to **ASTM D1777-64.8**. Each sample is also

weighed on an electronic balance to determine its basis weight or areal density (g/m^2 or oz/yd^2 or lb/ft^2).

3.4. Bulk density, B: The bulk density of a knitted fabric, $B=[T/W] \times \text{Unit conversion factor}$, where W is basis weight in oz/yd^2 and T is the thickness in inches. Thus Bulk, $\text{cm}^3/\text{g} = [T/W]$ where T is in cm and W is basis weight in g/cm^2 .

Table 1

Fabric Geometry and Physical Properties of 400 Denier and Other Baseline Fabrics

<i>Fabric Designation</i>	<i>Yarn Linear Density (Base Yarn Plus Inlay Yarn Denier)</i>	<i>Fabric Structure</i>	<i>Wales Per cm</i>	<i>Courses Per cm</i>	<i>Stitch Density (Loops/cm²)</i>	<i>Thickness (mm)</i>	<i>Basis Weight. (g/m²)</i>	<i>Basis Weight. (oz/yd)</i>	<i>Bulk Density (g/cm³)</i>
Luna – UMD Phase II Fabric # 1-5 (Control)	400 Kevlar Base	1x2 Tricot Base	7.0	7.0	49	1.20	512.1.	15.0	2.344
Luna-UMD Phase II Fabric #2-6	400 den Kevlar base plus 150 den polyester covered with 70 den spandex as inlay	Auxetic warp knit structure as shown in Table 2	7.0	7.0	49	1.35	595.1	17.54	2.269
Luna – UMD Phase II Fabric #3-7	400 den Kevlar base plus 150 den polyester covered with 70 den spandex as inlay	Auxetic warp knit structure as shown in Table 2	7.0	7.0	49	0.85	437.0	12.9	1.945
Luna-UMD Phase II Fabric #4-8	400 den Kevlar base plus 150 den polyester covered with 70 den spandex as inlay	Auxetic warp knit structure as shown in Table 2	7.0	7.0	49	1.05	455.7	13.4	2.303
Draper 1766-12	180 denier Kevlar	Weft knit 1X1 Rib	18	12	216	0.48	213.35	6.29	2.254
Woven Baseline Fabrics									
<i>Fabric Designation</i>	<i>Yarn Linear Density</i>	<i>Construction</i>	<i>Ends Per cm</i>	<i>Picks Per cm</i>	<i>Fabric Cover (%)</i>	<i>Thickness (mm)</i>	<i>Basis wt. (g/m²)</i>	<i>Basis W (oz/yd)</i>	<i>Bulk Density (g/cm³)</i>
Warwick WT 9-1386	1500 denier Kevlar	Woven Plain weave	7.1	7.1	60.9	0.36	277.95	8.19	1.295
Warwick WT 9-1094A	200 denier Kevlar	Woven Plain weave	39.4	39.4	94.3	0.2	106.25	3.13	1.087

3.5. Measurement of Fabric Tensile Properties. Instron 5569 Mechanical Tester and *ASTM D5034-95(2001)* test method were used for more detailed evaluations at UMD. To check for specimen slippage, the specimen was marked across at the front inner edge of each jaw. It is noted that the mark tends to move away from the jaw edge if slippage occurred. The result was then discarded and another sample taken if the specimen slipped in the jaws, broke at the edge of or in the jaws, or the test results fell markedly below the average for the set of specimens. Instrument

control (including standard and customizable methods) and data collection and analysis were performed using the Instron software (Blue Hill).

The Kevlar warp knit fabrics were very strong and the breaking points were not easily attained. As a result, the tensile tests were mostly terminated after samples had been deformed up to 70 % strain levels in the wale-wise direction. The fabrics were much more extensible in the course-wise direction and samples were deformed up to 120 % strain levels. The plots of load versus extension % for the fabrics deformed in both directions can then be produced.

3.6. Measurement of Poisson's ratio. The measurement of Poisson's ratio is an important fundamental tool for determining the auxetic property of materials. **If the Poisson's ratio is negative then the structure is auxetic.** The factor which influences the Poisson's ratio is identified as intrinsic unit size displacement, which depends on chain course numbers.

It is surmised that the Poisson's ratio values decrease as the number of tricot courses increase. Indeed, the auxetic properties depend on the interaction of vertical and horizontal ribs in the knitted structure.

To measure the Poisson's ratio of the identified fabrics, video-extensometry along with micro-tensile testing techniques are employed by using Instron 5569 Mechanical Tester ASTM D5034-95(2001). All samples are tested by straining the entire fabric strip evenly and each duly marked 2 cm X 2 cm square of the sample is measured to obtain the Poisson's ratio by using the equation:

$$\nu_{xy} = -\epsilon_x / \epsilon_y$$

where ϵ_x is the strain in the x-direction, or transverse strain,

and ϵ_y is the strain in the y-direction, or the axial strain.

Initially all samples of 10 cm long are strained at a rate of 5.08 cm/min, in the wale-wise and course-wise directions. The test process is observed with a Canon 7D SLR camera. The strain of the sample is measured using the camera to capture an image of the sample at different strain levels, totaling 16 pictures per sample. The width of each sample is measured in three locations to ensure that the measured Poisson's ratio is as accurate of measurement as possible.

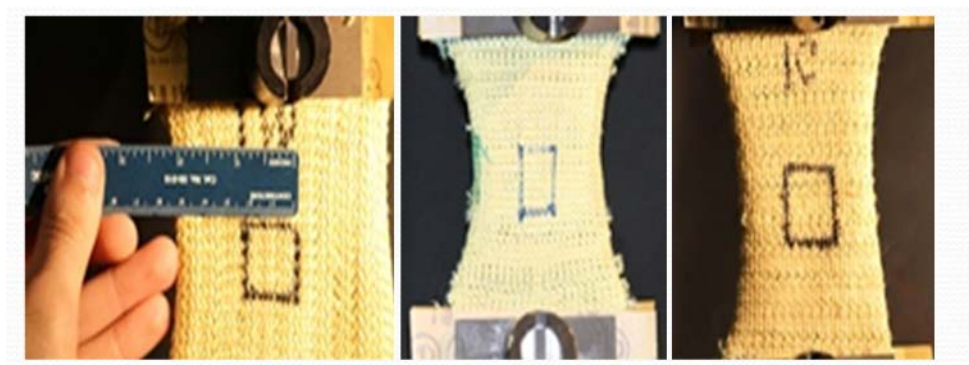
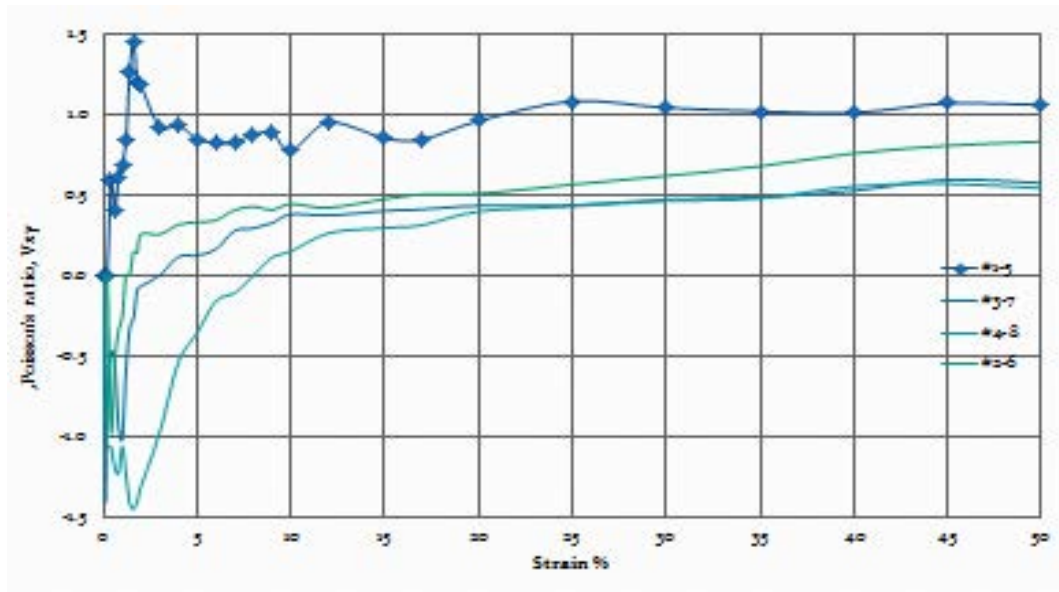


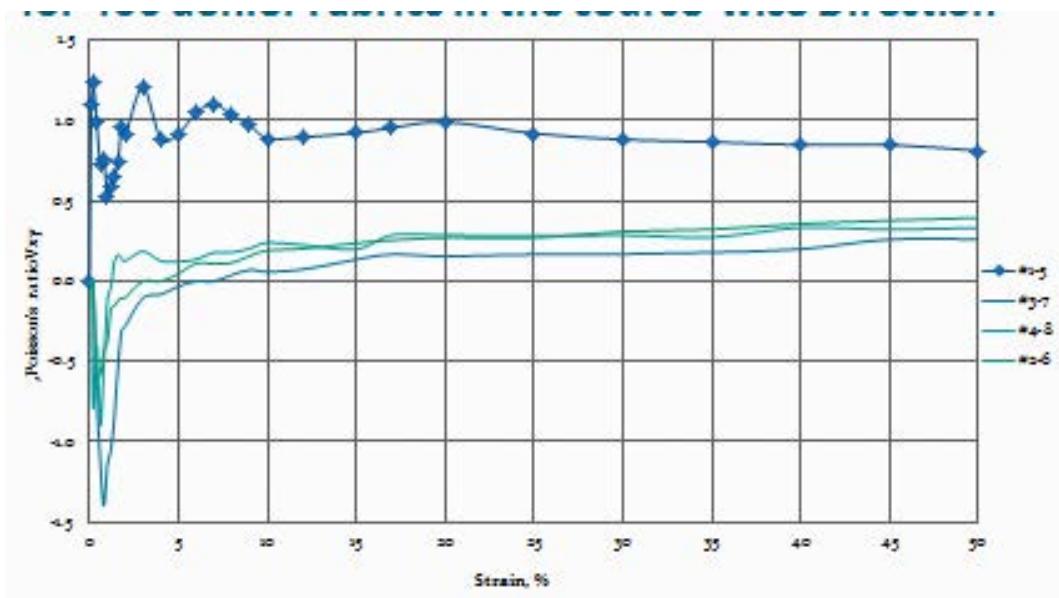
Fig. 5. Example of Measurement of Poisson's ratio protocol

Each fabric structure is tested three times, using different samples of the fabric structure each test. The Poisson's ratio is obtained after all samples had been photographed and strain values obtained using appropriate image analysis software. It should be noted in the photographs that the relationship of interest (for determining if auxetic) is not necessarily the relationship of the strain in

the y direction to the x direction. The axial strain can still be greater than the transverse strain (as pictured), yet the auxetic nature is a reflection of the transverse strain increasing under axial load (as measured, the width of the box increased relative to the initial width).



a. in wale-wise direction



b. in course-wise direction

Fig. 6. Plot of Poisson's ratio vs. strain % for 400 denier Fabrics

A qualitative method of assessment of auxetic property of fabric as developed at the UMD Laboratory is shown in Figure 7 and was used to compare the Non-auxetic Control Fabric versus Auxetic Fabric.



Fig. 7. Qualitative assessment of the auxetic properties: Woven vs. Auxetic Kevlar

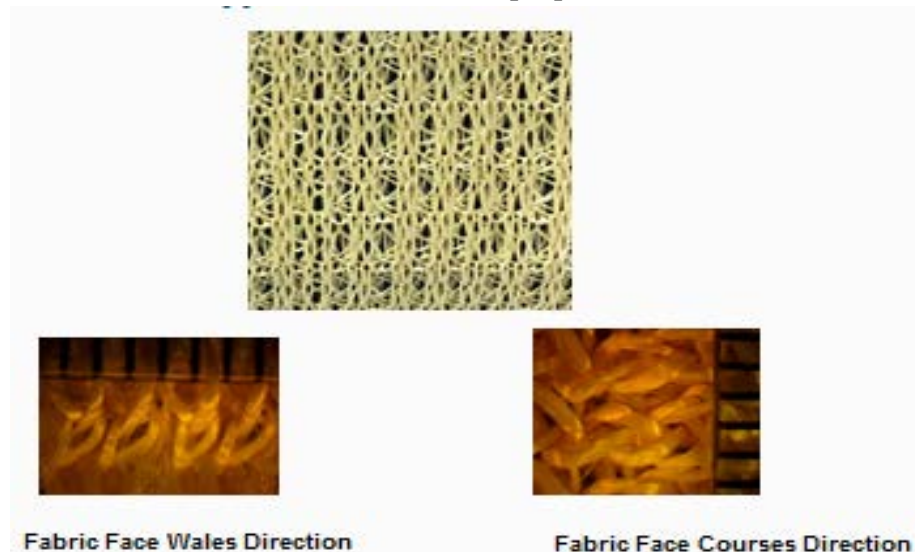


Fig. 8. Fabric Structure and Design Profiles for Typical DNB Auxetic Fabric

Concluding Remarks. Over the past decade researchers at the University of Massachusetts-Dartmouth (UMD) have been involved in developing several materials technologies having high relevance to creating a *light weight, superior impact resistant* advanced fiber reinforced organic polymer laminar composite (OPLC) material. One such novel material technology is: Double needle bar (DNB) Auxetic warp knitted fabrics that have the unique feature of negative Poisson's ratio, of which lateral direction is expanded when it is stretched in machine direction.

It is believed that DNB Auxetic Kevlar fabrics can provide superior 3-D curved surface conformity as reported in our publication. It is also shown in our patent that the Auxetic technology can be used in conjunction with a range of composite materials, personal protective appliances, fibrous materials, biomedical filtration materials.

Thus, the novel Auxetic fabrics will offer improved shear stiffness, enhanced dimensional stability, increased plane strain fracture toughness and increased indentation resistance.

Acknowledgement. Our studies on Auxetic structures have been supported by the US Department of Commerce Grant 02-07400 through funds for the National Textile Center project, F06-MD09. The excellent contributions of the UMD Auxetic research team comprising Professors S.C.O. Ugbohue, Yong Kim, Steven Warner, Qinguo Fan, Chen Lu Yang and Olena Kyzymchuk

are highly appreciated. The authors gratefully acknowledge the research grant for the additional work on Auxetic Warp Knitted PPW textiles reported in this paper.

References

1. Smith C., Grima J., Evans K., A novel mechanism for generating auxetic behavior in reticulated foam: Missing rib foam model, *Acta Materiala*, 48 (2000) 4349.
2. Gaspar N., Ren X.J., Smith C.W., Grima J.N., Evans K.E., Novel honeycombs with auxetic behaviour, *Acta Materiala*, 53 (2005) 2439.
3. Grima, J. N., Gatt, R., Empirical modeling using dummy atoms EMUDA an alternative approach for studying auxetic structures. *Molecular Simulation*, 31 (2005) p. 915.
4. Alderson, A and Alderson K., Expanding materials and applications: exploiting auxetic textiles, *Technical Textiles International*, 777, September 2005, 29-34.
5. Ravirala N., Alderson K., Davies P., Simkins V., Alderson A., Negative Poisson's ratio polyester fibers, *Textile Research Journal*, 76 (2006) 540.
6. Hook, P and Evans K., 2006 Auxetix site <http://www.auxetix.com/science.htm>
7. Simkins, V.R., Ravirala, N., P.J. Davies, Alderson, A., Alderson, K.L., An experimental study of thermal post-production processing of auxetic polypropylene fibres, *Physica Status Solidi*, (2008) 1.
8. Uzun, M, and Patel, I., Tribological properties of auxetic and conventional polypropylene weft knitted fabrics, *Archives of Matr. Sci. & Eng.*, 44 (2010) 120.
9. Hu, H, Wang, Z, Liu, S, Development of auxetic fabrics using flat knitting technology *Text. Res. J.*, 81 (2011) 1493.
10. Alderson, K.L., Webber, R.S.; Evans, K.E, Microstructural evolution in the processing of auxetic microporous polymers, *Physica Status Solidi B: Basic Solid State Physics*, 244 (2007) 828.
11. Alderson, K. L, Pickles, A. P., Evans, K. E., Auxetic polyethylene: The effect of a negative Poisson's ratio on hardness. *Acta Metall. Mater.*, 42 (1994) 2261.
12. Webber, R.S., Alderson, K.L., Evans, K.E., A novel fabrication route for auxetic polyethylene, part 2: mechanical properties, *Polymer Engineering and Science*, 48 (2008), 1351.83.
13. Simkins, V., Ravirala, N., Davies, P., Alderson, A. Alderson, K., An experimental study of thermal post-production processing of auxetic polypropylene fibres. *Physica Status Solidi B: Basic Solid State Physics*, 245 (2008) 598.
14. Ugbolue, S.C., Warner, S. B., Kim, Y.K., Fan, Q., and Yang, Chen Lu, (2006). The Formation and performance of auxetic textiles, (NTC Project F06-MD09), annual report, Pennsylvania, National Textile Center. <http://www.ntcresearch.org/pdf-rpts/AnRp06/F06-MD09-A6.pdf>
15. Ugbolue, S.C., Warner, S. B., Kim, Y.K., Fan, Q., and Yang, Chen Lu, Kyzymchuk, O. and Feng, Y. (2007). The formation and performance of auxetic textiles, (NTC Project F06-MD09), annual report, Pennsylvania, National Textile Center. <http://www.ntcresearch.org/pdf-rpts/AnRp07/F06-MD09-A7.pdf>
16. Ugbolue, S.C., Warner, S. B., Kim, Y.K., Fan, Q., and Yang, Chen Lu, Kyzymchuk, O. and Feng, Y. (2008). The formation and performance of auxetic textiles, (NTC Project F06-MD09), annual report, Pennsylvania, National Textile Center. <http://www.ntcresearch.org/pdf-rpts/AnRp08/F06-MD09-A8.pdf>
17. Ugbolue, S.C., Warner, S. B., Kim, Y.K., Fan, Q., and Yang, Chen Lu, Kyzymchuk, O. Feng, Y. and Lord, J (2009). The Formation and Performance of Auxetic Textiles, (NTC Project F06MD09) annual report, Pennsylvania, National Textile Center. <http://www.ntcresearch.org/pdf-rpts/AnRp09/F06-MD09-A9.pdf>

18. Ugbolue, S.C., Warner, S. B., Kim, Y.K., Fan, Q., Yang, C.L., Olena Kyzymchuk, Auxetic fabric Structures and related fabrication methods, World Patent No. 002479 A1, 2009
19. Ugbolue, S.C., Warner, S. B., Kim, Y.K., Fan, Q., Yang, C.L., Kyzymchuk, O., Feng, Y., The formation and performance of auxetic textiles, Part 1: Theoretical and Technical considerations, J. Text. Inst., 101 (2010) 660.
20. Ugbolue, S.C., Warner, S. B., Kim, Y.K., Fan, Q., Yang, C.L., Kyzymchuk, O., Feng, Y., The Formation and Performance of Auxetic Textiles, Part 11: Geometry and structural properties, J. Text. Inst., 102 (2011) 424.
21. Leong K., Ramakrishna S., Huang Z., Bibo G., The potential of knitting for engineering composites, Composites. Part A, 31 (2000) 197.
22. Ugbolue, S. C. et al, Auxetic Fabric Structures and related fabrication methods, US Patent 8,772,87, July 8, 2014.

ДОСТИЖЕНИЯ В АУКЗЕТИК ОСНОВОВЯЗАННЫХ СТРУКТУРАХ ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

¹УГБОЛУЕ С.Ч., ²КИМ Й.К.

¹Университет Седина Кларка, Нигерия

²Массачусетский университет, г. Дартмут, США

Цель. Представить текущие достижения в аукзетик структурах для персональной защиты

Методика. Приведены детали концепции дизайна, принятой для аукзетик-структур, и методы их изготовления.

Результаты. Были разработаны и использованы количественные и качественные методы оценки аукзетик свойств полотен, которые используются для сравнения неаукзетик контрольного материала с аукзетик-материалом. Новые аукзетик полотна также имеют улучшенную жесткость при сдвиге, улучшенную размерную стабильность, повышенную ударную вязкость при плоском растяжении и повышенную стойкость к вдавливанию.

Научная новизна. Предложена концепция многослойного защитного аукзетик полотна для базовой униформы.

Практическая значимость. Кевларовое аукзетик полотно, изготовленное на машине с двумя иглами, может обеспечить превосходное соответствие 3-D изогнутой поверхности.

Ключевые слова: аукзетик структура, коэффициент Пуассона, персональная защита.

ДОСЯГНЕННЯ В АУКЗЕТИК ОСНОВОВ'ЯЗАНИХ СТРУКТУРАХ ДЛЯ ОСОБИСТОГО ЗАХИСТУ

¹УГБОЛУЕ С.Ч., ²КИМ Й.К.

¹Університет Седина Кларка, Нігерія

²Массачусетський університет, м.Дартмут, США

Мета. Представити поточні досягнення в аукзетик структурах для персонального захисту.

Методика. Наведено деталі концепції дизайну, прийнятої для аукзетик-структур, та методи їх виготовлення.

Результати. Були розроблені і використані кількісні та якісні методи оцінки аукзетик властивостей полотна, які застосовують для порівняння неаукзетик контрольного матеріалу з аукзетик-матеріалом. Нові аукзетик полотна також мають поліпшену жорсткість при зсуві, поліпшену розмірну стабільність, підвищену ударну в'язкість при плоскому розтягуванні і підвищену стійкість до вдавлювання.

Наукова новизна. Запропоновано концепцію багатошарового захисного аукзетик полотна для базової униформи.

Практична значимість. Кевларове аукзетик полотно, виготовлене на машині з двома голечницями, може забезпечити гарну відповідність 3-D вигнутій поверхні.

Ключові слова: аукзетик структура, коефіцієнт Пуассона, особистий захист.

УДК 685.34

ПРУДНІКОВА Н.Д., ПЕРВАЯ Н.В., БАБИЧ А.І.

Київський національний університет технологій та дизайну

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИРОБНИЦТВА ПРОФІЛАКТИЧНИХ УСТІЛОК З АКТИВНИМ
ВПЛИВОМ НА РЕФЛЕКТОРНІ ТОЧКИ СТОПИ**

Мета. Дослідження особливостей автоматизації систем і модулів у виробництві взуття та комплектуючих. Розробка технологічного процесу виробництва профілактичних устілок з використанням автоматизованих систем та модулів.

Методика. За результатами теоретичних досліджень було проведено ряд теоретичних спроб щодо автоматизації процесу виробництва профілактичних устілок за рахунок впровадження елементів автоматизації у технологічний процес для доведення практичної значимості роботи і заміни ручної праці на потоці, тим самим досягаючи покращення якості виробів даного сегменту, можливості виробництва виробів серійно для розширення асортименту, удосконалення технології виготовлення і також з метою здешевлення виробу, що робить його доступним для споживача.

Результати. В роботі запропоновано технологічний процес серійного виробництва профілактичних устілок з заміною ручної праці на потоці та розроблена принципова блок-схема автоматизованого процесу виробництва виробів спеціального призначення.

Наукова новизна. Вперше розроблено технологічний процес серійного виробництва профілактичних устілок з активним впливом на рефлекторні точки стопи з використанням елементів автоматизації потоку.

Практична значимість. Застосування системного підходу вивчення питання автоматизації процесу виробництва профілактичних устілок забезпечило удосконалення процесу їх виробництва шляхом автоматизації процесу та спрогнозувало можливість впровадження даної розробки у виробництво.

Ключові слова: технологічний процес, автоматизація процесів та вузлів, модуль, удосконалення, профілактична устілка, профілактика, особливості конструкції та виготовлення, ринок взуття, попит, сегментація, якість.

Вступ. В умовах сьогодення актуальним питанням є автоматизація процесів, систем та модулів виробництва, що призводить до заміни ручної праці, підвищення якості виробів, зниження їх собівартості. Тому в даній роботі мова буде йти про автоматизацію технологічного процесу виробництва профілактичних устілок, що дозволяє випускати вироби серійно, розвивати напрям розширення асортименту, удосконалення технології виготовлення і також з метою здешевлення виробу, що зробить його доступним і цікавим для споживача.

Постановка завдання. Актуальним завданням підприємств, які спеціалізуються на випуску взуття взагалі і спеціального взуття конкретно є дослідження процесу удосконалення виробництва виробів в цілому, а також окремих його модулів і систем, що дає можливість економічного росту виробництва і має ряд переваг порівняно з традиційною його формою. Традиційні методи виробництва взуття і комплектуючих, а також устаткування, що використовуються на виробництві сьогодні є досить енергоємними, а якість продукції, як правило, визначається кваліфікацією працівника, найчастіше має місце низька якість виконання операцій, що призводить до втрати зовнішнього вигляду виробу і його якості в цілому. Автоматизація складального процесу дозволяє виключити людський фактор при

виробництві виробів і досягти повністю симетричного виготовлення двох напівпар взуття, або устілок, тобто значно підвищити якість продукції.

Робота по дослідженню та розробці технологічних процесів автоматизованого складання профілактичних устілок та спеціального взуття з ними на даному етапі розвитку вітчизняного взуттєвого виробництва є актуальною та своєчасною.

Однією з вирішальних операцій модульного технологічного процесу автоматизованого складання виробів є операція захвату м'яких плоских деталей чи матеріалів для виготовлення заготовок. Попередні дослідники (Піскорський Г.А., Тонковид Л.А., Арутюнян С.С., Нестеров В.П., Щуцька Г.В. та інші) займались, в основному, захватом деталей заготовок із повітронепроникних взуттєвих матеріалів (натуральна, синтетична, штучна шкіри) [1-4]. Але відомо, що заготовка виробу може включати комбінацію шарів з повітропроникних текстильних або шкіряних взуттєвих матеріалів та наповнювача, в даному випадку, кісточки плодкових дерев. Тому найбільш цікавим з наукової та актуальним з інженерної точок зору буде дослідження та визначення основних параметрів технологічної операції захвату м'яких плоских деталей заготовок, в тому числі із повітропроникних текстильних матеріалів, та природних сипучих наповнювачів з метою розробки нових технологічних умов для оптимального виконання вказаної операції в автоматизованому режимі. Оскільки дослідженням питань розробки та виготовлення виробів спеціального і профілактичного призначення з використанням природного наповнювача досі не займався ніхто з науковців, таке дослідження є актуальним, цікавим і дуже важливим, як в економічному, так і в стратегічному значеннях.

Дані дослідження дають можливість дослідити і спрогнозувати впровадження розробки у виробництво і забезпечення населення необхідною продукцією з доступною для споживача ціною.

Основна мета роботи полягає у спробі автоматизації процесу виробництва профілактичних устілок і у визначенні нормативів технологічних операцій процесу автоматизованого складання плоских модулів заготовок у об'єкті.

У відповідності з метою були поставлені такі задачі:

1. Провести аналіз технологічних операцій процесу автоматизованого складання виробів даного сегменту.
2. Розробити модульний технологічний процес (блок-схему) автоматизованого складання профілактичних устілок з використанням операції автоматизованого захвату м'яких плоских матеріалів зі столу.
3. Обґрунтувати доцільність, з точки зору технологічних та економічних показників, застосування модульного технологічного процесу автоматизованого складання виробів в цілому.

Об'єкти досліджень – процес виробництва профілактичних устілок в умовах автоматизованого процесу.

Методи дослідження. Теоретичною основою роботи є наукові дослідження вітчизняних та іноземних вчених по розробці технологічних процесів автоматизованого складання взуття. Методологічною основою слугували методи аналізу нормативів технологічних операцій автоматизованого захвату м'яких плоских деталей заготовок, наукового передбачення та практики, як критерію істини.

На цій основі розроблена комплексна методика досліджень, яка включає:

- аналіз основних робіт по автоматизованим комплексам для виробництва взуття;
- аналіз основних робіт по дослідженню технологічних операцій захвату м'яких плоских деталей заготовок виробів;
- аналітичний метод аналізу операції автоматизованого захвату плоских повітропроникних текстильних деталей заготовок складної форми зі стосу;

Наукова новизна одержаних результатів. Під час аналітичних та експериментальних досліджень авторами отримано такі результати:

1. вперше розроблено технологічний процес виробництва профілактичних устілок з використанням в якості наповнювача кісточок плодкових дерев;
2. розроблено спосіб автоматизованого складання плоских модулів виробів в об'ємний.

Системний підхід вивчення питання автоматизації процесу виробництва профілактичних устілок дав змогу розібратися у «вузьких місцях» питання та зробити спробу удосконалення процесу виробництва шляхом автоматизації процесу, спрогнозувати питання впровадження даної розробки у виробництво.

Результати досліджень. Розвиток цивілізації призвів до розвитку засобів пересування, що в свою чергу призвело до зменшення рухової активності людини. Люди сьогодні ходять в комфортних умовах чим позбавили себе природного способу масажування рефлекторних зон стопи. Носіння взуття ще більш обмежило природну стимуляцію і призвело до збільшення проблем деформації стоп та утруднення кровообігу в нижніх кінцівках.

Як відомо, стопа грає надзвичайно важливу роль в поведінці людини. На ній розташовані безліч рефлекторних точок – місць концентрації нервів. Згідно теорії традиційної китайської медицини, на стопах розташовано більше 60 активних зон і точок, а також є важливі канали «Цзінло» (енергетичні меридіани та колатералі, які пов'язують між собою органи тіла, що створюють систему енергокомунікації людини) [5].

Стопи сучасної людини контактують з плоскими устілками, які через підошву спираються на жорстку основу (асфальт, бетон, паркет), викликаючи в них зональне перевантаження. До цього потрібно додати негативні наслідки від різних захворювань і травм. Під впливом цих чинників стопа з часом розпластовується і деформується. Носіння взуття ще більш обмежує природну стимуляцію, що призводить до погіршення кровообігу в ногах.

Одним із засобів впливу на рефлекторні точки стопи є взуття з вкладною устілкою спеціальної конструкції. Аналіз патентної та науково-технічної інформації свідчить про те, що вітчизняні і закордонні вчені та винахідники пропонують різні конструкції профілактичних устілок спеціального призначення з масажним ефектом, які зорієнтовані на стимулювання рефлекторних зон стопи. Більшість з них передбачено використовувати тільки короткочасно, при дотриманні спеціальних, санітарно-гігієнічних умов. При цьому, вони є високовартісними, виготовляються за індивідуальним призначенням лікаря й призначені, як правило, для одноразового або короткочасного використання.

За останні сто років буквально в кожній галузі медицини було зроблено значний крок вперед щодо запобігання або виліковуванню відповідних хвороб. Передові методи лікування

порушень стопи винайдені, але нових профілактичних виробів з'явилося недостатньо і навіть дуже мало. В питанні здоров'я ніг проблема очевидна, рішення потрібне просте і практичне, таке, яке зробить значний благотворний вплив на ноги як дітей, так і дорослих. Таким рішенням стало створення профілактичного взуття з спеціальними устілками, що забезпечує підвищення масажного ефекту. Використання спеціального взуття або окремо профілактичних устілок з спеціальним масажним наповнювачем рослинного походження забезпечує профілактичний та оздоровчий ефект за рахунок рухливості та відповідності розміщення наповнювача розташуванню рефлекторних зон (біологічно-активних точок) на нозі.

На сумісному українсько-італійському підприємстві “РИФ-1” виготовлено дослідну партію спеціального взуття з профілактичними устілками (рис. 1), конструкція та лаконічний дизайн яких забезпечує відчуття комфортності і масажного ефекту при його використанні.



Рис 1. Взуття спеціального призначення зі змінними вкладними профілактичними устілками СП«РИФ-1»

З урахуванням отриманих результатів гігієнічних властивостей розроблених профілактичних устілок, проведеного дослідження їх впливу на організм людини під час ходьби і роботи, підтвердженого експертним висновком № 01/241 Академії медичних наук України Державної установи “Інститут геронтології ім. акад. Д.Ф. Чеботарьова” [6] та результатів дослідного носіння (рис 2) профілактичні устілки можна рекомендувати для повсякденного використання.

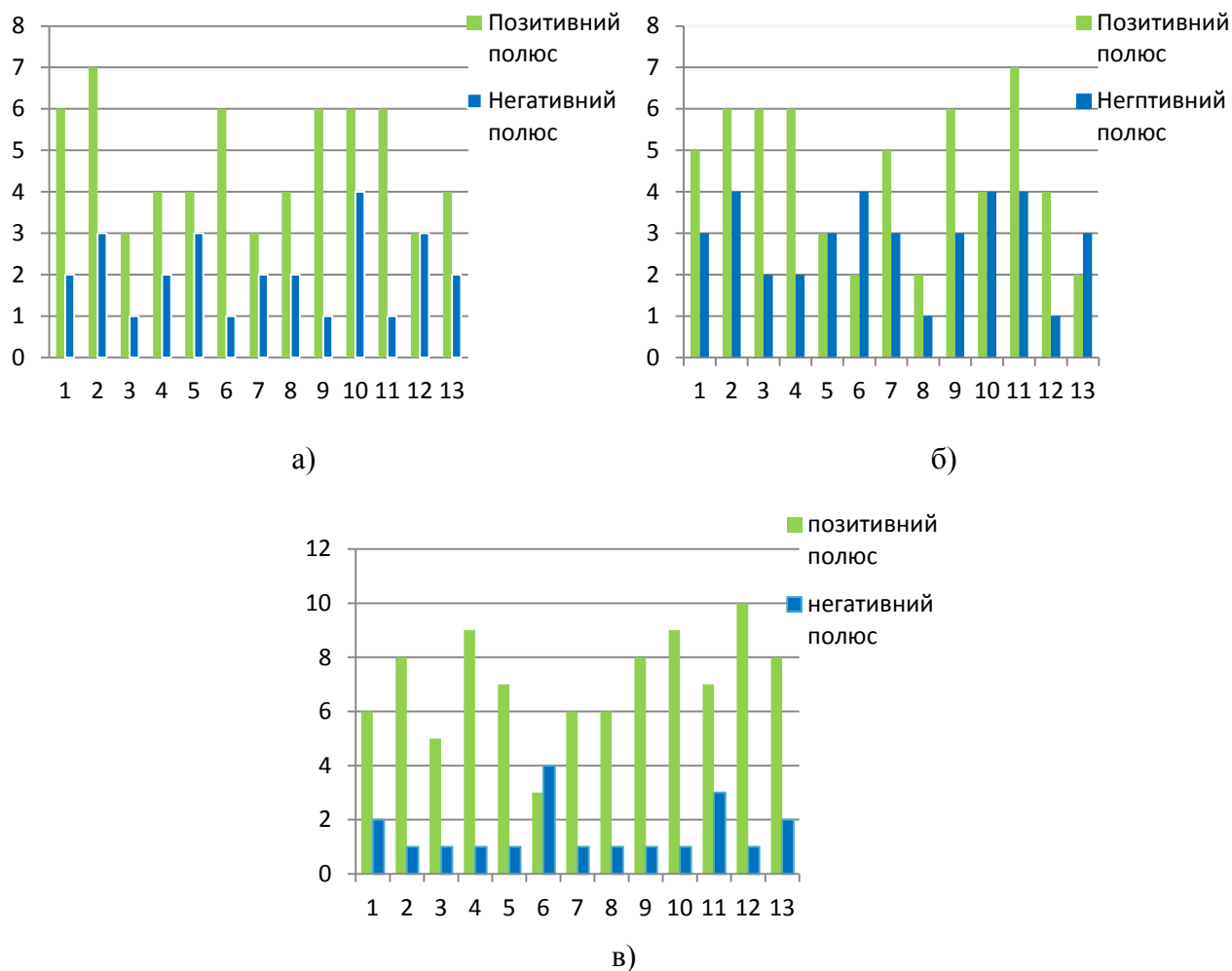


Рис.2. Діаграми результатів опитування групи учасників експерименту дослідного носіння: а) група чоловіків; б) група жінок; в) група підлітків

Однак всі профілактичні устілки, виготовлені для дослідження і апробації було зроблено вручну, що в масштабах виробництва унеможливорює виробничий процес при умові попиту на них. Тому, перед авторами була поставлена задача розробити технологічний процес серійного виробництва профілактичних устілок з використанням автоматизованих модулів роботи потоку. Вивчивши дане питання і обладнання підприємства СП«РИФ-1» був розроблений поопераційний технологічний маршрут виконання технологічних операцій по виробництву профілактичних устілок (таблиця 1) і блок-схема процесу з використанням автоматизованих модулів процесу (рис.3).

Таблиця 1

Технологічний маршрут процесу виробництва профілактичних устілок з використанням автоматизованих модулів

№п/п	Назва операції	Пристрій
1.	Запуск	ПУ, конвеєр, оператор 1
2.	Комплектувальна база. (підбір матеріалів, перевірка дефектів).	Модуль 1 (сканер), оператор 1
3.	Намазка клеєм матеріалу по площі за допомогою валків агрегату.	Модуль 2 (пристрій з валками)
4.	Встановлення різачка-штампа на матеріал (різак з двосторонньою заточкою леза).	Модуль 3 (маніпулятор), оператор 2
5.	Заповнення форм штампа (устілка) наповнювачем (сухі кісточки або суміш кісточок з клеючою масою).	Модуль 4 (маніпулятор)
6.	Накладання верхнього шару матеріалу на штамп.	Модуль 4 (маніпулятор)
7.	Вирубання устілок в пакеті.	Модуль 3 (маніпулятор)
8.	Зняття різачка-штампу.	Модуль 3 (маніпулятор)
9.	Обстрочування пакету устілки по периметру виробу або окантовувальною стрічкою.	Швейне обладнання PFAFF, Оператор 3 (швея)
10.	Перевірка якості пакету устілки. Нанесення маркування. Комплектування, пакування попарно.	Оператор2 (комплектувальник)

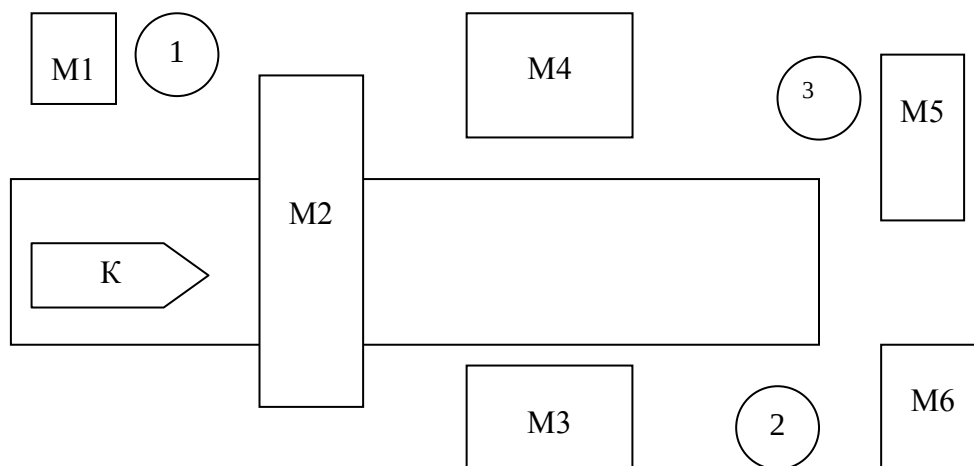
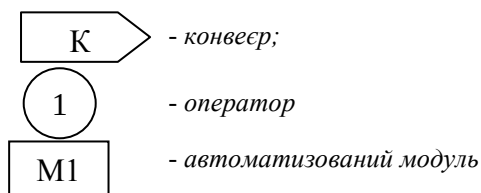


Рис.3. Блок-схема автоматизованого модульного процесу виготовлення устілок

Умовні позначення:



Побудувавши віртуальний автоматизований потік виробництва устілок і оснастивши його роботами-маніпуляторами, а також швейним обладнанням, виконано розстановку обладнання помодульно. У здійсненні процесу задіяно два оператори і швея для обслуговування і контролю виконання роботи на потоці. Залежно від кількості продукції, що випускається, окремо можна планувати кількість робітників на операціях №9 і 10

(обстрочування устілок, комплектування виробів) (рис.4). Система працює наступним чином: Оператор 1 запускає систему з ПУ. Далі згідно технологічного маршруту виконання операцій (таблиця 1) за допомогою роботів-маніпуляторів і спеціальних пристроїв виконуються операції помодульно. Так, за допомогою М1 - виконуються операції №1, 2. За допомогою М2 виконується операція № 3. За допомогою М3 - виконуються операції № 4, 7, 8. За допомогою М4 - виконуються операції № 5, 6. За допомогою М5 - виконується операція №9. За допомогою М6 - виконується операція №10.

Кожен модуль залежно від призначення операції та її виду має бути оснащений: скануючим пристроєм, «рукою»-маніпулятором для захоплення матеріалу і виконання операції, для нанесення клею і заповнення форм наповнювачем.

В подальшій роботі планується робота над підбором обладнання і відпрацюванням режимів технологічних операцій, а також доведенням економічної доцільності впровадження модульної автоматизації у виробництво виробів даного сегменту.

Висновки. Встановлено, що вироби даного сегменту є необхідними на ринку непродовольчих товарів народного вжитку. Запропоновані профілактичні вироби є доступними, користуються споживацьким попитом і є корисними з точки зору лікування та профілактики захворювань організму людини в цілому.

За результатами попередніх досліджень розроблено технологічний маршрут та блок-схему автоматизованого процесу виробництва профілактичних устілок.

Спрогнозовано попит і забезпечення високої якості виробів даного сегменту і призначення з верхом із натуральних шкір і текстилю та природним наповнювачем, при заміні ручного виробництва і автоматизації процесу з використанням технологічних модулів.

Список використаної літератури

1. Тонковид, Леонид Андреевич Автоматизация сборочных процессов в обувном производстве [Текст] / Л. А. Тонковид. - К. : Техніка, 1984. - 247 с.
2. Пискорский, Г. А. Автоматизация процессов обработки деталей обуви. (Опыт львовской обувной фирмы "Прогресс" [Текст] / Г. А. Пискорский, С. С. Вахновский, А. А. Штерн. - К. : УкрНИИНТИ, 1967. - 48 с.
3. Нестеров, Владислав Петрович Проектирование процесса производства взуття [Текст] : підручник для спец. 28.08 "Конструювання і технолог. виробн. із шкір" / В. П. Нестеров. - К. : НМК ВО, 1992. - 304 с.
4. Щуцька, Ганна Володимирівна Розробка модульного технологічного процесу автоматизованого складання заготовок верху взуття [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.19.06 - Технологія взуттєвих та шкіряних виробів : захищена 26.06.2002 / Г.В. Щуцька ; КНУТД. - К. : КНУТД, 2002. - 270 л.
5. Лувсан Гаваа Очерки методов восточной рефлексотерапии / Гаваа Лувсан. – 3-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. - 432 с.
6. Проведення дослідження впливу профілактично-лікувальних устілок на організм людини під час ходьби та роботи : експертний висновок № 01/241. – К. : Академія медичних наук України Державна установа “Інститут геронтології ім. акад. Д.Ф. Чеботарьова”, 2012.

References

1. Tonkovyd, Leonyd Andreevych Avtomatyzatsyya sborochnykh protsessov v obuvnom proyzvodstve [Tekst] / L. A. Tonkovyd. - K. : Tekhnika, 1984. - 247 s.
2. Pyskorsky, H. A. Avtomatyzatsyya protsessov obrabotky detaley obuvy. (Опыт l'vovskoy obuvnoy fyrmy "Prohress" [Tekst] / H. A. Pyskorsky, S. S. Vakhnovsky, A. A. Shtern. - K. : UkrNYNTY, 1967. - 48 s.
3. Nesterov, Vladyslav Petrovych Proektuvnnya protsesu vyrobnytstva vzuttya [Tekst] : pidruchnyk dlya spets. 28.08 "Konstruyuvannya i tekhnoloh. vyrobn. iz shkir" / V. P. Nesterov. - K. : NMK VO, 1992. - 304 s.
4. Shchuts'ka, Hanna Volodymyrivna Rozrobka modul'noho tekhnolohichnoho protsesu avtomatyzovanoho skladannya zahotovok verkhu vzuttya [Tekst] : dys. ... d-ra tekhn. nauk : 05.19.06 - Tekhnolohiya vzuttyevykh ta shkiryanykh vyrobiv : zashchyshchena 26.06.2002 / H.V. Shchuts'ka ; KNUTD. - K. : KNUTD, 2002. - 270 l.
5. Luvsan Havaa Ocherky metodov vostochnoy refleksoterapy / Havaa Luvsan. - 3-е yzd., pererab. y dop. - Novosybyrsk: Nauka. Syb. otd-nye, 1991. - 432 s.
6. Provedennya doslidzhennya vplyvu profilaktychno-likuval'nykh ustilok na orhanizm lyudyny pid chas khod'by ta roboty : ekspertnyy vysnovok № 01/241. – K. : Akademiya medychnykh nauk Ukrayiny Derzhavna ustanova “Instytut herontolohiyi im. akad. D.F. Chebotar'ova”, 2012.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ СТЕЛЕК С АКТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА РЕФЛЕКТОРНЫЕ ТОЧКИ СТОПЫ

ПРУДНИКОВА Н.Д., ПЕРВАЯ Н.В., БАБИЧ А.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследовать особенности автоматизации систем и модулей в производстве обуви и комплектующих. Разработать технологический процесс производства профилактических стелек с использованием автоматизированных систем и модулей.

Методика. По результатам теоретических исследований был проведен ряд теоретических попыток по автоматизации процесса производства профилактических стелек за счет внедрения элементов автоматизации в технологический процесс для доказательства практической значимости работы и замены ручного труда на потоке, тем самым достигая улучшения качества изделий данного сегмента, возможности производства изделий серийно для расширения ассортимента, совершенствование технологии изготовления и также, с целью удешевления изделия, что сделает его доступным для потребителя.

Результаты. В работе предложен технологический процесс серийного производства профилактических стелек с заменой ручного труда на потоке и разработана принципиальная блок-схема автоматизированного процесса производства изделий специального назначения.

Научная новизна. Впервые разработан технологический процесс серийного производства профилактических стелек с активным воздействием на рефлекторные точки стопы с использованием элементов автоматизации потока.

Практическая значимость. Применение системного подхода изучения вопроса автоматизации процесса производства профилактических стелек обеспечило совершенствование процесса их производства путем автоматизации процесса и спрогнозировать возможность внедрения данной разработки в производство.

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация процессов и узлов, модуль, усовершенствования, профилактическая стелька, профилактика, особенности конструкции и изготовления, рынок обуви, спрос, сегментация, качество.

AUTOMATION THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING PREVENTIVE INSOLES WITH ACTIVE INFLUENCE ON THE REFLEX POINTS OF THE FOOT

PRUDNIKOVA N.D., PERVAIA N.V., BABICH A.I.
Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Investigated features issues of automation of systems and modules in the production of footwear and components. Development technological process of manufacturing preventive insoles using automated systems and modules.

Methodology. The results of theoretical research were conducted on a number of theoretical attempts to automate the process of manufacturing preventive insoles by introducing elements of automation in technological process to prove the practical significance of work and the replacement of manual labor on stream, thereby achieving improved quality of products in this segment, the ability to mass-produced products to extend the range, improving manufacturing technology and also with a view to reduce the cost of the product that makes it available to the consumer.

Findings. The paper presents the technological process of mass production preventive insoles with replacement manual labor on stream and developed a schematic block diagram of the automated manufacturing process of products for special purposes.

Originality. For the first time developed a technological process mass production preventive insoles with active influence on the reflex points of the foot with elements of automation stream.

Practical value. Applying a systematic approach studies the issue of an automation manufacturing process preventive insoles provide improved the process of their production by automating the process.

Keywords. technological process, automation of processes and components, module, improvements, preventive insole, prevention, design features and manufacturing, market shoes, demand, segmentation, quality.

УДК 677.074:620.17

SADRETDINOVA N.V., ARTEMENKO T.P.
Kyiv National University of Technology and Design

ANALYTICAL OF METHOD MONITORING OF FABRIC STRUCTURE PARAMETERS

Purpose. Development of a method for non-destructive testing of fabric structure parameters in the dynamics of maintenance.

Methodology. The research was based on the use of methods of comparative analysis, analytical calculations, experimental studies. The determination of structural characteristics was carried out using a digital microscope and computer equipment.

Findings. It was developed a non-destructive method for monitoring the fabric structure parameters, which allows checking the quality of textile materials at all stages of production, maintenance, and also in the sales.

Originality. It was obtained an analytical dependence for calculating the surface weight of cotton fabrics.

Practical value. The results can be used to improve the control over the change in the products properties during their maintenance and to prevent the falsification of information on the product characteristics.

Keywords: fabric weight, non-destructive testing method.

Introduction. The manufacture of the garment is based on the use of a number of textile materials: bottom, lining, interlining, finishes. Each of these layers has a complex of properties which can change in a wide range within their product category. The design of garments, technological parameters of their manufacture, maintenance conditions depend on the properties of these materials significantly. Ignoring fabric properties leads to defects at the production or maintenance stages.

Given the current relationship between suppliers of textile, manufacturers, distribution networks, as well as the lack of equipment with special measuring devices, it is often necessary to identify the causes of a number of deficiencies or defects at the finished product stage. Therefore, the methods of non-destructive testing of basic properties become topical.

Problem definition. The importance of structural characteristics in a complex of general properties is due to the fact that the mechanical, physical properties of materials depend on them, as well as the technological conditions of their processing and maintenance behaviour. The structural characteristics in materials science traditionally include linear dimensions (width, length and thickness), yarn parameters, fabric weight, fabric weaves and some others [1].

One of the most important factors of the woven fabric structure is the surface weight. This factor is strictly regulated in the standards and technical documentation for materials. The deviation actual fabric weight from the normative one is considered as a defect and indicates to a discrepancy from the standards.

Fabric weight is one of the key characteristics by confectioning of materials for clothing, since from its value are depend such important properties as product weight, durability, hygiene, saving of shape and dimension of product after multiple washing, ironing and dry-cleaning. Fabric weight has a direct influence on reliability factors: stiffness, wrinkle resistance, elasticity, tensile strength, abrasion resistance.

The fabric weight should be checked at the stage of their incoming inspection. Usually such inspection is carried out based on standard methods by weighing samples of materials of specified sizes and recalculating the received mass per unit area. It is clear that such a checking is possible only if samples of materials are available. Concerning finished product and the control of its properties in the dynamics under the influence of maintenance factors - conducting such investigations is always connected with attracting a number of finished products and their destruction, which leads to additional costs.

According to the foregoing, the task of this study was the development of a method for non-destructive testing of fabric structure characteristics, such the fabric weight, at the stage of product maintenance.

Results of the research. There are some classical measuring methods to determine the fabric weight, which are traditionally used in textile industry.

Also for a investigation of fabric structure characteristics are widely used optical methods, which differ in the principles of data processing and collecting. Optical systems for analyzing the geometric structure of textiles are primarily based on the use of optical sensors that respond to a missed or reflected by textile material light. Such this are methods of light microscopy, photo- and video grammetry, electronic method (2D and 3D-scanning) [2-6].

Promising is use of information technologies for data measurement and processing. Such methods are based on the information processing about the measurement object that was received by means of various installed directly on processing equipment sensors. Also it becomes common methods with use of the latest optoelectronic devices, allowing to carry out quickly express-control of structural characteristics of textile materials. Development of computer technologies allows to determine geometrical characteristics of textile materials structure automatically by the digital image of the material that can be taken with sufficient enlargement. As the repeating structure of textile can be simulated by simple geometrical figures, distances can be easily measured in them. Complexity consists only in finding of adequate model of the initial image [7-8].

The **disadvantages** of these methods include: difficult process of sample preparation, need for specific equipment and software for research, use of complicated mathematical calculation for the final determination of parameters.

Therefore a development of a simple and available way for determining of fabric structure parameters are research problem that is relevant now.

In the course of studying on the given problems, it was established that the fabric weight, M_p , can also be determined analytically using the equation (1):

$$M_p^S = 0,01(\Pi_o T_o + \Pi_y T_y) \alpha, \quad (1)$$

where T_o, T_y – warp and weft yarn count (tex);

Π_o, Π_y – the number of yarns per 10 cm on the warp and weft;

α – coefficient which depends on the fabric type, $\alpha=1.04$ for cotton plain fabrics [1].

The yarn count can be calculated by converting the equation to determine the nominal diameter of the yarn, d :

$$d = 0,0357 \sqrt{T/\delta}, \quad (2)$$

where δ - the average density, tabular value, $\delta=0.9$ for cotton yarns [1].

From (2) we receive value of warp and weft yarn count:

$$T_o = (d_o^2 \delta) / 0,0013 , \quad (3)$$

$$T_y = (d_y^2 \delta) / 0,0013 . \quad (4)$$

Based on the above equations, the problem of determination of fabric weight comes down to definition of number of warp and weft yarns on 10 cm and diameters of warp and weft yarns. Traditional methods of measurement of these parameters are connected with mechanical destruction of fabric structure [2]. In our work, it is proposed to use a digital microscope with the ability of photo and video recording to set the fabric density and the diameters of textile yarns. The use of microscope allows us to obtain an enlarged image of the fabric surface with the indication of the zoom options. Measurements can be taken on any part of the product without its destroying.

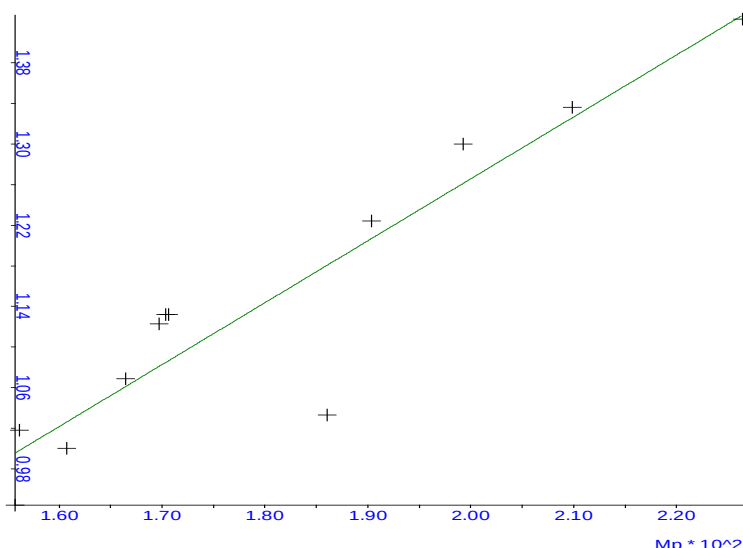
For the purpose of this research, 12 cotton fabrics of the same plain weaves were taken. The resulting digital images of the surface were used to count the number of textile yarns per length unit and to establish their diameter. The calculations were performed by determining the average statistical index of the results of 10 measurements within the confidence interval (table 1).

Table 1.

Characteristics of the tested fabrics

№ sample	Composition	Thickness, mm	Nominal yarn diameter, mm		Number of threads per 10cm		Yarn count, tex	
			d_o	d_y	Π_o	Π_y	T_o	T_y
1	100% cotton	0,2	0,16	0,14	570	340	11,57	8,86
2	80% cotton; 20% PES	0,2	0,19	0,24	380	297	16,32	26,03
3	100% cotton	0,2	0,17	0,29	267	239	13,06	36,71
4	80% cotton; 20% PES	0,2	0,19	0,22	380	240	16,32	17,01
5	100% cotton	0,2	0,21	0,23	260	220	19,93	23,91
6	80% cotton; 20% PES	0,2	0,20	0,17	312	348	18,26	13,06
7	55% PES; 45% cotton	0,2	0,18	0,19	320	300	14,64	14,50
8	80% cotton; 20% PES	0,2	0,16	0,15	400	570	11,71	10,17
9	100% cotton	0,2	0,15	0,15	590	442	10,58	9,63
10	100% cotton	0,2	0,14	0,16	592	520	9,11	12,16
11	100% cotton	0,2	0,19	0,16	378	322	16,32	11,57
12	100% cotton	0,3	0,21	0,26	270	251	18,99	31,02

By comparing the values of the fabric weight obtained by the analytical method and the actual value obtained by the method of weighing the point sample, a certain discrepancy was established. It is clear that the difference in results is caused by ignoring of consideration



in the calculations of a number of important factors, such fiber density, the factor of fiber packing in the yarn, the weave repeat, the number of effect-changes in the repeat, the position of intersection points in the weave repeat and the flexibility coefficient of yarns. However, correlation analysis of the experimental and theoretical values shows a close relationship between the given parameters (Fig. 1).

Figure 1. Correlation between the experimental and theoretical values of fabric weight

Correlation analysis of initial data shows too, that values of the actual yarn diameter correlates with nominal yarn diameter, and they differ each other on the value of the linear dependence coefficient, that is equal to 1.25. Thus, the resulting coefficient value can be used to recount M_p for a given fabric group.

After substituting (3) and (4) in equation (1), as well as taking into account the defined coefficient, the analytical dependence for calculating the fabric weight took the form:

$$M_p^s = 5 \cdot (\Pi_o d_o^2 + \Pi_y d_y^2) \cdot \alpha \cdot \delta, \quad (1)$$

To verify the obtained dependence was carried out re-comparison the calculated values of the fabric weight, M_p , with the experimental values of M_p , the results of which are given in table 2.

Table 2.

Analysis of deviations in fabric weight calculations

Sample number	$M_p, \text{г/м}^2$	$M_\phi, \text{г/м}^2$	$\Delta M, \%$
1	99,5	101,8	2,3
2	144,3	142,3	1,4
3	127,0	130,0	2,3
4	105,4	103,3	2,0
5	108,1	112,3	3,7
6	106,1	106,9	0,8
7	99,2	94,4	5,0
8	108,5	113,2	4,1
9	108,7	113,2	3,9
10	121,3	122,4	0,9
11	102,4	100,0	2,4
12	133,7	133,6	0,1

As it shown, the deviation value does not exceed 5%, on the basis of which it can be concluded that the results obtained are sufficiently reliable.

Conclusions. Based on these results, it can be concluded that the analytical way for calculating the fabric weight can be used for check and the subsequent monitoring the fabric weight, and also other fabric structure parameters. To ensure that the values of the analytically obtained fabric weight correspond to the experimentally obtained value, it is necessary to introduce an additional coefficient into the analytic dependence, taking into account a number of important factors, such fiber density, the factor of fiber packing in the yarn, the weave repeat, the number of effect-changes in the repeat, the position of intersection points in the weave repeat and the flexibility coefficient of yarns. The received values of structure parameters can be used for further prevention of a number of characteristics of mechanical and physical properties, such as air-permeability, bursting strength and others.

References

1. Buzov BA, Alymenkova N.D. Material Science in the Production of Light Industry Products: Proc. For stud. Supreme. Training. Institutes / Edited by B.A. Buzova. - Moscow: Publishing Center "Academy", 2004. - 448 p.
2. Shkunnikov Yu.P. Analysis of experimental methods for studying the structure of tissue and the development of their classification / Yu.P. Shkunnikov, N.V. Vasilchikova // Izv. Universities. Technology of the textile industry. - 1980. - №1. - 6-10 p.
3. Nikolayev S.D. And others. Designing the technology of tissues of a given structure: Monograph. - Moscow: MSTU A.N. Kosygin, 2007. - 180 p.
4. Kostin SL Development of methods of technical control of structural parameters of woven cloths: Dis Candidate of Engineering Sciences: 05.19.02: Ivanovo, 2004 - 216 c.
5. Shamparov E.Yu. Investigation of the spectral-optical properties of tissues in the terahertz radiation range: author's abstract. Dis. For academic competition. Degree of Candidate of Engineering Sciences: 05.19.01 - Moscow: MGTA, 2011 - 24 p.
6. Fedorchenko O.V. Improving tissue engineering technology combined weaves: Dis. ... Candidate of Engineering Sciences: 05.18.19: Kherson: KhNTU, 2016 - 177 p.
7. Gogaeva O.V. Development of a technology for predicting the quality of clothing when designing it using information systems: Author's abstract. Dis. For academic competition. Degree of Candidate of Engineering Sciences: 05.19.04 / O.V. Gogaeva - Moscow: MGTA, 2006. - 24 p.
8. Kofnov OV Model and algorithms for processing digital images for evaluating the geometric parameters of materials with a periodic structure: Dis. ... Candidate of Engineering Sciences: 05.13.01: St. Petersburg, 2015 - 175 p.

АНАЛІТИЧНИЙ СПОСІБ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ СТРУКТУРИ ТКАНИН

САДРЕТДИНОВА Н. В., АРТЕМЕНКО Т.П.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Розробка способу неруйнівного контролю структурних характеристик тканин в динаміці експлуатації.

Методика. Дослідження базувалися на використанні методів порівняльного аналізу, аналітичних розрахунків, експериментальних досліджень. Визначення структурних характеристик проводились із застосуванням дигітального мікроскопу та комп'ютерної техніки.

Результати. Розроблено неруйнівний метод моніторингу показників структури тканин, який дає змогу перевіряти якість текстильних матеріалів на всіх стадіях виробництва, експлуатації, а також в мережі збуту.

Наукова новизна. Отримано аналітичну залежність для розрахунку поверхневої густини бавовняних тканин.

Практична значимість. Результати можуть бути використані для поліпшення контролю за зміною властивостей виробів в процесі їх експлуатації та запобігання фальсифікації інформації про характеристики товарів.

Ключові слова: поверхнева густина, метод неруйнівного контролю.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРУКТУРЫ ТКАНЕЙ

САДРЕТДИНОВА Н. В., АРТЕМЕНКО Т.П.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка способа неразрушающего контроля структурных характеристик тканей в динамике эксплуатации.

Методика. Исследования базировались на использовании методов сравнительного анализа, аналитических расчетов, экспериментальных исследований. Определение структурных характеристик проводились с применением дигитальной микроскопа и компьютерной техники.

Результаты. Разработан неразрушающий метод мониторинга показателей структуры тканей, позволяющий проверять качество текстильных материалов на всех стадиях производства, эксплуатации, а также в сети сбыта.

Научная новизна. Получена аналитическая зависимость для расчета поверхностной плотности хлопчатобумажных тканей.

Практическая значимость. Результаты могут быть использованы для улучшения контроля за изменением свойств изделий в процессе их эксплуатации и предотвращения фальсификации информации о характеристиках товаров.

Ключевые слова: поверхностная плотность, метод неразрушающего контроля.

UDC 677.047.

YORDANKA ANGELOVA, MARIANA AVDEEVA

Technical University-Gabrovo, Bulgaria

DETERMINATION OF THE CRITICAL VALUES OF POWER DENSITY IN LASER MARKING OF TEXTILE MATERIALS

Purpose. Defining the applicability limits of the laser marking of cotton and polyester fabrics with two types of lasers: $L_1 - CO_2$ & $L_2 - CuBr$.

Methodology. Digital data obtained from an experimental study were systematized and processed analytically, and the results were presented graphically. The dependencies between the physical variables and parameters that have the most significant impact on the technological process of laser marking of textiles were worked out.

Results. The working intervals of the surface power density (q_s) for the various processes of laser marking at a speed of $v \in [40 \div 140] \text{ mm/s}$ for CO_2 and $CuBr$ lasers have been defined. The maximum values of surface power density (q_{smax}) for the studied materials at different focal length and diameter of the working spot have been calculated. The dependencies of the impact time (t_{vd}) from the laser beam speed in pulse mode have been received.

Scientific novelty. A physical model of the process of laser marking of textile materials is presented. The limits of applicability of laser marking for cotton and polyester fabrics have been defined.

Practical value. The optimal values (working intervals) of the main factors of the laser marking process have been obtained.

Keywords: Laser marking, cotton, polyester, CO_2 laser, $CuBr$ laser, working intervals.

Introduction. Marking with laser radiation is the process of modifying the surface when concentrated, coherent and monochromatic, high-intensity electromagnetic energy from a light beam is directed to the material [1, 2, 3, 4]. The impact is effective when the laser beam acts with a great power density ($108 \div 10^{11} \text{ W.m}^{-2}$) and a duration of impulses between $10 \text{ ns} \div 10 \mu\text{s}$ on the treated area. As a result of the focus of the beam the heat is very intense in a small area. The resulting "mark" has a micro size of $20 \div 200 \mu\text{m}$ [5]. Laser marking of textiles allows the creation of a unique, indelible mark that contains important information about the product.

For the organic polymers, such as textile polymers, the thermal influence of the laser radiation is expressed in an increase of the textile fibres' temperature to a temperature at which one or other processes take place and cause changes in their chemical and/or physical properties. Depending on the type of material and the reached temperature, laser marking happens as a result of one or more processes: destruction, depigmentation (discoloration), change in color, burning (carbonation), melting, evaporation, etc.

Destruction is the process of demolition of the cellulose polymer chain that builds up the cotton fibres. This demolition is caused by the thermal action of the laser radiation. In the cotton cellulose, destruction occurs in the range between 150°C and 180°C [6].

Decoloration (depigmentation) is another method used as a result of the thermo-effect by the impact of the laser which leaves a noticeable mark to the raw surface. The color fading or the complete removal of the color as a result of the controlled action of the beam on the dyed textile materials are caused by the photo-decomposition of the colouring agent (dye) without damaging the fibers of the basic textile material. During this process, the laser radiation penetrates into the polymer to a depth up to $100 \mu\text{m}$ and is absorbed by the colored pigments [7, 8, 9]. The formation

of a foam-like structure is a partial degradation of the material and it creates gas bubbles, the inside of which is filled with air or gaseous monomers. They have a depth up to 100µm in material and up to 50µm in height above the surface of the material. The bubbles become visible due to the differing refraction of the light [10]. *Re-crystallization* is a process of phase transformation of material from solid into liquid and then solid again as a result of which the color of the material changes. The process of vitrification occurs in the textile fibres and they pass from a high elastic into a pseudo-plastic state. For the cotton, the glass transition temperature is about 220°C and for the polyester 80÷90°C. The polyester fibres melt at 260°C.

Evaporation (ablation) occurs when heating the material above the temperature of evaporation, when the phase conversion of the surface layer (with a thickness ranging from parts of micron to several hundred microns) starts conversing from liquid or solid (sublimation) into gaseous form. As a result, channels are formed and a relief is observed. If another layer (for example coating) is put onto the fabric, through the laser treatment only this layer can be removed and channels can be formed with a color different from the color of the basic material. The polyester fibre is destroyed upon reaching 350°C.

Carbonisation is an easy and effective way for laser marking in which a burnout takes place on the surface of the cotton textile products. The cotton fibres become carbonized at 300°C. The mark has a yellow-brown color [11]. Marking through carbonation forms images with high and clear contrast, but there are also undesirable results: a part of the surface of the material can be destroyed and this reduces its resistance to wear. For this reason, it is necessary to determine the values of the parameters of the process very accurately and set boundaries of the area of application.

The mark is formed as a result of destruction, vitrification and carbonation for the cotton fabrics and vitrification, melting and evaporation for the polyester fabrics.

Objectives. When marking textile materials, it is not necessary to use a powerful laser radiation. It is necessary to achieve an optimal mode of the technological process by specifying values for the parameters of the laser system, under which it will be possible to obtain a mark with visible contrast without damaging the material and at minimal cost. In this study, in order to understand the physical nature of the process of laser marking of textile polymers, the interaction of the laser radiation with the substance of the treated material was analyzed and the limits of applicability of the physical model were defined. The aim was to work out the relationships between the physical magnitudes and to make some preliminary calculations in order to analyze their importance for the optimization of the laser marking of cotton and polyester textile materials with a view to achieve optimal quality of marks.

Research results. Processes in the material depend to a large extent on the optical and thermophysical characteristics of the treated material. A part of the light flow (F) which falls on the processed material is reflected by its surface (F_R), another part is absorbed (F_A), and a third part passes through material (F_D), where the respective coefficients are: ρ -reflection, α -absorption and β -transmission (Fig.1a). This can be expressed through the energy and will have the following form (Formula 1):

$$E = E_R + E_A + E_D \quad (1)$$

where: E - energy of the drop-down light flow, E_A - energy of absorbed light flow, E_R - energy of reflected back light flow, E_D - energy of transmitted light flow.

In the interaction of the laser beam with the material (Fig. 1b), in the area of processing 2 extra energy is also received as a result of the conduct of other possible processes such as: E_{ch} - chemical reactions (oxidation), E_c - energy which moved to the heat-affected zone around the work area 3, E_r - energy of the radiation emission, E_{con} - loss of energy by convection, E_{PR} - technological process energy (energy for heating, melting and/or evaporation) [12].

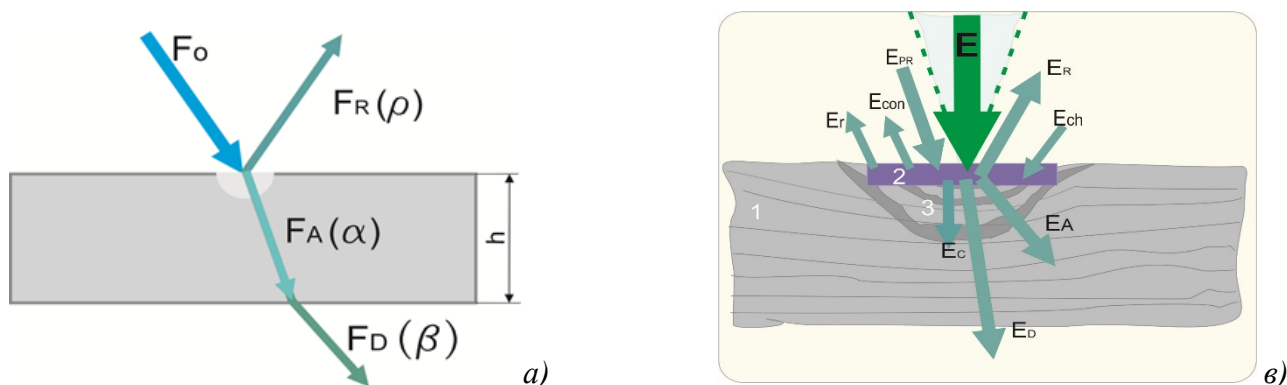


Fig. 1a. Beam falling over the textile material Fig. 1b. Physical model of the process of laser marking of textile materials - energy balance

The energy of the laser beam - E that falls on the textile material is transformed into different energies and the equation of the energy balance can be written:

$$E = E_A + E_R + E_D + E_{PR} + E_{ch} + E_c + E_r + E_{con} \quad (2)$$

The loss of energy by convection E_{con} and the energy of radiation emission E_r are negligible, as the heating of the material takes place for a very short time followed by cooling for almost the same time. As a result of the heat conduction of the material, the heat spreads deeply in the product, but the heat-affected zone is small because the time is short and the E_c values are small. As a result of the reflection from the surface, energy losses E_R are received and a part of the energy is wasted by its passage through the fabric - E_D . Taking into account the loss of energies, the following equality can be written for the energy required for the marking of the material:

$$E_A + E_{ch} = E_{PR} + E_c \quad (3)$$

The process of laser marking of textile polymers is complex and in its realization, influence of a multitude of technological factors and physical quantities is observed in varying degrees [13]. In order to evaluate the extent of the impact of each of them, it is necessary to analyse these factors and variables, the links between them and their correlations. In this paper, the factors with the greatest impact on the process and the most essential links between them are presented. The surface power density - q_s , is a major technological parameter that determines the quality of the laser marking process and the contrast of marking. It depends on the average power of the laser source - P and the area of the beam - S :

$$q_s = \frac{P}{S} = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2}, W \cdot m^{-2} \quad (4)$$

$$q_s = f(P, d_f) \quad (5)$$

For each laser, the maximum power is specified by the manufacturer and cannot be changed. Therefore, the optimization of this parameter will depend on the size of the circle with diameter d_f , formed by the laser beam and called focal spot (5). The change of the focal spot diameter will cause a change of the surface power density. At the same average power of radiation, the smaller the area onto which the beam is focused, the bigger will be the value of q_s . The relationship between the critical power density $q_{s\text{ кр.}}$ and temperature T is given by the equations (6):

$$q_{s\text{ кр.}} = \frac{(T - T_0)k\sqrt{\pi}}{2(1 - R)\sqrt{\alpha \cdot t_{vd}}} = \frac{(T - T_0)k}{2 \cdot A} \sqrt{\frac{\pi \cdot v}{\alpha \cdot d_f \cdot \tau \cdot v}} \quad (6)$$

$$t_{vd} = \frac{d}{v} \tau v \quad (7)$$

$$q_{s\text{ кр.}} = f(T, A, k, \alpha, d_f, \tau, v, v) \quad (8)$$

For the process of laser marking, the surface power density q_s is associated with almost all parameters of the technological system (6 and 8): t_{vd} - time of impact of a laser in pulse mode (7), k - coefficient of thermal conductivity, α - coefficient of absorption, R - reflection, A - absorption, v - marking speed, d_f - diameter of focal spot, v - frequency of repetition of impulses, τ - duration of impulses. The critical values of the surface power density are important for the differentiation of the ongoing processes at: different speeds of marking - v_i , different lasers - L_i and different types of textiles. The minimum diameter of the focal spot d_f is calculated for both types of lasers (L_1 - CO₂ and L_2 - CuBr) and focal length f_i . The results are summarized in Table 2. From the theoretically calculated values for d_f at different focal length and diameter of the pull-down radiation, the most suitable laser system can be chosen.

Table 2

Minimum diameter of the focal spot at the focal length f_i

D mm	$d_f, \mu m$							
	$f_1 = 100\text{ mm}$		$f_2 = 160\text{ mm}$		$f_3 = 254\text{ mm}$		$f_4 = 300\text{ mm}$	
	L_1	L_2	L_1	L_2	L_1	L_2	L_1	L_2
8	253,2	13,8	405,1	22,1	643,1	35,1	759,6	41,5
9	225,1	12,3	360,1	19,7	571,6	31,2	675,2	36,9
10	202,5	11,1	324,1	17,7	514,5	28,1	607,6	33,2

The maximum value of $q_{s\text{ max}}$ is calculated by the formula (6) and the values for d_f are taken when the diameter of the drop-down radiation on the lens is $D=10\text{ mm}$ (Table 3).

Table 3

Maximum power density at the focal length f_i

Laser	P, W	$d_{f1},$ μm	$q_{s\text{ max } 1}$ $10^8 W \cdot m^{-2}$	$d_{f2},$ μm	$q_{s\text{ max } 2}$ $10^8 W \cdot m^{-2}$	$d_{f3},$ μm	$q_{s\text{ max } 3}$ $10^8 W \cdot m^{-2}$	$d_{f4},$ μm	$q_{s\text{ max } 4}$ $10^8 W \cdot m^{-2}$
	$f_{i, mm}$	$f_1 = 100$		$f_2 = 160$		$f_3 = 254$		$f_4 = 300$	
L_1	50	202,5	15,5	324,1	6,07	514,5	2,41	607,6	1,73
L_2	10	11,1	103,4	17,7	40,7	28,1	16,1	33,2	11,6

In order to take into account the influence of the temperature, which is transmitted to the workpiece material by the laser beam, the critical power density is calculated by the formula (6), where the focal length $f_2=160\text{ mm}$ for marking of cotton (C) fabrics by: destruction ($q_{s\text{ кр.д.}}$),

vitrification ($q_{\text{скр.в}}$), carbonation ($q_{\text{скр.к}}$) and for marking of polyester (PET) fabrics by: vitrification ($q_{\text{скр.в}}$), melting ($q_{\text{скр.т}}$), evaporation ($q_{\text{скр.и}}$).

From the calculated values for the critical power density and maximum power density q_{Smax} , intervals for the power density in the marking with L_1 (CO_2 with $\lambda_1=10,6\mu\text{m}$) & L_2 (CuBr with $\lambda_2=0,511\mu\text{m}$) lasers are received, through the various stages of the process, for cotton and polyester materials respectively Tables 4 and 5. The values of the temperature - T_i , are taken for the respective conditions of the material when heated.

Table 4

Intervals for the power density for cotton materials with L_1 & L_2

№	v, mm/s	$q_s, 10^8 \text{ W.m}^{-2}$					
		Destruction		Vitrification		Carbonation	
		L_1	L_2	L_1	L_2	L_1	L_2
1	40	1,15÷ 1,77	4,9÷7,6	1,77÷2,48	7,6÷10,7	2,48÷6,07	10,7÷40,7
2	65	1,47÷ 2,26	6,3÷9,7	2,26÷3,16	9,7÷13,6	3,16÷6,07	13,6÷40,7
3	90	1,73÷ 2,66	7,4÷11,4	2,66÷3,72	11,4÷16,0	3,72÷6,07	16,0÷40,7
4	115	1,95÷ 3,00	8,4÷12,9	3,00÷4,20	12,9÷18,1	4,20÷6,07	18,1÷40,7
5	140	2,15÷ 3,31	9,2÷14,2	3,31÷4,64	14,2÷19,9	4,64÷6,07	19,9÷40,7

Table 5

Intervals for the power density for polyester materials with L_1 & L_2

№	v, mm/s	$q_s.10^8, \text{ W.m}^{-2}$					
		Vitrification		Melting		Evaporation	
		L_1	L_2	L_1	L_2	L_1	L_2
1	40	0,54÷ 2,16	2,32÷9,27	2,16÷2,96	9,27÷12,75	2,96÷6,07	12,75÷40,7
2	65	0,69÷ 2,75	2,96÷11,82	2,75÷3,78	11,82÷16,26	3,78÷6,07	16,26÷40,7
3	90	0,81÷ 3,23	3,48÷13,91	3,23÷4,45	13,91÷19,13	4,45÷6,07	19,13÷40,7
4	115	0,91÷ 3,65	3,93÷15,72	3,65÷5,03	15,72÷21,60	5,03÷6,07	21,60÷40,7
5	140	1,01÷ 4,03	4,34÷17,35	4,03÷5,54	17,35÷23,90	5,45÷6,07	23,90÷40,7

The resulting graphic dependencies (Fig.2) for $q_{\text{скр.и}}=f(v_i)$ are almost linear and with the increase of the speed, the surface density of power also increases. When marking by carbonization of cotton materials for both lasers, it can be seen that for L_2 almost five times higher q_s is needed than with L_1 laser under the same conditions of the technological process of marking. When marking of polyester material by evaporation for both L_1 and L_2 lasers, the dependencies show almost the same as with the cotton materials dependencies, but the L_2 curve is slightly less steep.

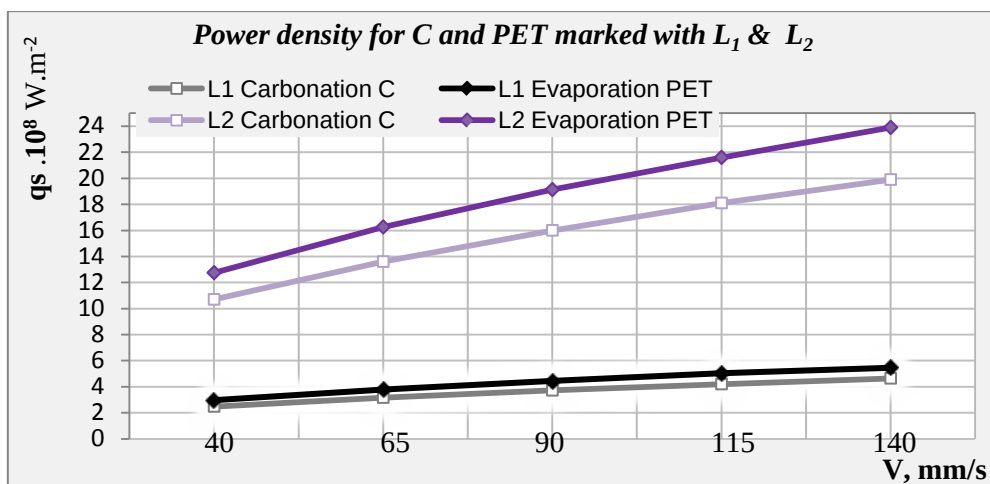


Fig.2. Dependencies of the power density from the speed $q_{s \text{ кр.}}=f(v)$ when marking of cotton and polyester materials with L_1 and L_2 lasers

If we compare the two lasers and both materials (C and PET), when marking by carbonation and evaporation respectively, there is a greater value of curves for the marking of polyester materials compared to cotton materials and it is more expressed when marking with laser L_2 .

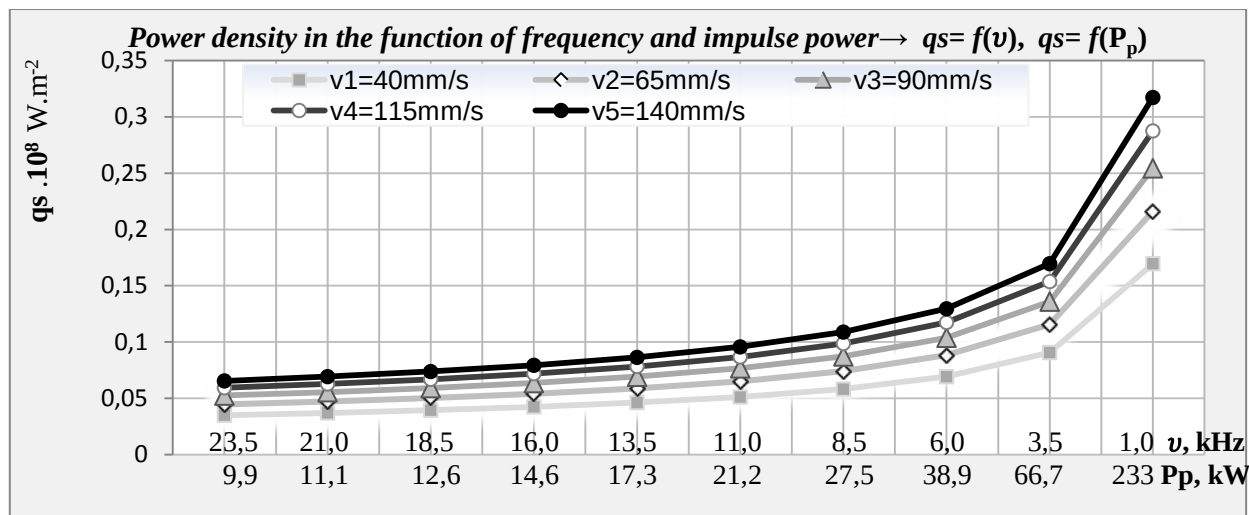


Fig.3. Dependencies of the power density from the frequency of the laser pulse and the impulse power for L_2

This can be explained by the different wavelengths of the two lasers. When marking with L_2 laser, even at lower speeds, the power density necessary for the realization of marking with good contrast will be reached. The results of the change of the surface density of power at the change of frequency in the range $1 \div 24 \text{ kHz}$ (impulse power - P_p respectively) for laser L_2 at various speeds of the laser beam are shown in Fig. 3. The relationship between the pulse power and the frequency of pulse is inversely proportional, allowing even at a low pulse power to reach significant values of the frequency of pulse.

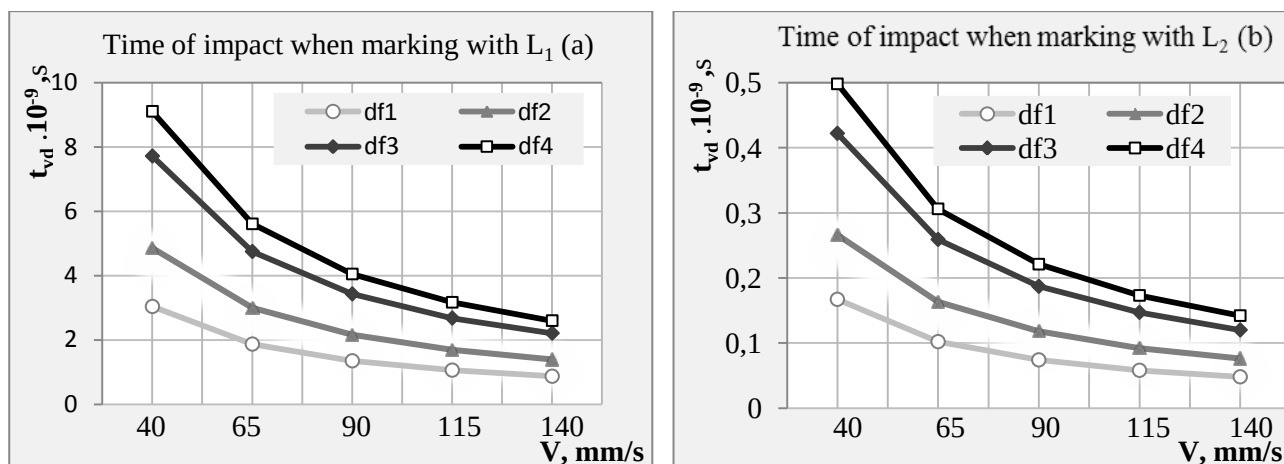


Fig. 4. Time of impact (t_{vd}) when marking with L_1 (a) and L_2 (b) lasers and different d_f

The graphics in Fig. 4 show the dependence of the time of impact t_{vd} of the laser beam from the increase of speed for the different diameters of the focal spot. The comparison of the graphs for the two lasers shows that the dependence between the time of impact and the speed of movement of the laser beam, in the pulse mode of the laser system, is nonlinear. With the increase of the speed, the time of impact decreases for both lasers. As much the speed is higher, the less it depends on the diameter of the focal spot. It can be seen clearly that the time required for the impact on the material with the laser L_2 is in times less compared to the laser L_1 . This means that if the laser with vapours of copper bromide is applied, under the same parameters of the technological process, productivity would be higher.

Conclusion. From the calculations and the relevant graphics, it can be concluded that when increasing the speed of marking, the amount of the absorbed energy increases and therefore the productivity of the technological process of laser marking of textiles will also increase.

On the other hand, when the speed is higher, the time of impact of the laser beam on the processed material will decrease. If working with smaller speeds, the laser beam will stay for a longer time on the marking field and will absorb a greater amount of energy. As a result of this, a bigger contrast of the marking will be achieved.

The presence of the two contradictory conclusions is an opportunity to search a compromise between productivity and quality. For the textile polymers of organic origin, if the surface density of power is greater than a certain critical value - $q_{s\text{кр.}}$, the demolition of the fibres, and the fabric in general, can happen very quickly.

From the above follows that, when marking textile fabrics, the most important condition for achievement of a high contrast is the determination of the optimal values of the relevant parameters of the process, including the power density, as the main parameter, and the speed of the laser beam in its movement on the material.

In this study, the limits of the applicability of laser marking of cotton and polyester fabrics with two types of lasers have been determined. The working intervals of the surface power density for the various processes of laser marking at a speed of $v \in [40 \div 140]$ mm/s for CO_2 and CuBr lasers have been defined. The maximum values of the surface power density for the investigated materials have been calculated. The dependencies of the impact time from the speed of the laser beam in

pulse mode have been received. The obtained results allow expanding the practical application of this innovative technology in the textile industry.

References

1. Delone, N. B. Vzaimodeystvie lazernogo izlucheniya s veshchestvom, izd. „Nauka”, Moskva, 1989.
2. Belforte, D., Marks & Spencer to become first British retailer to use innovative laser labeling, 18.06.2014, www.industrial-lasers.com, 22.01.2016.
3. Gohl, E.P.G., L.D. Vilensky, Textile Science, Longman Cheshire, Melbourne, 1989.
4. Hügel, H., Strahlwerkzeug Laser: Eine Einführung (Teubner Studienbücher Technik) Taschenbuch, 26. May 1992
5. Dinev, St., Lazerite v modernite tekhnologii, Alfa, Sofiya, 1993.
6. Boyadzhyski, G., E. K"nchev, Tekstilna khimiya, Universitetsko izdatelstvo "V. Aprilov" -Gabrovo, 2002.
7. Jones, I. et al, Laser welding and sealing for manufacture of outer garments - ALTEX project progress, Avantex, Internationales Forum for innovative Bekleidungstextilien pp.1-24, 4/2007.
8. Lazov, L., Hr. Deneva, P. Narica, Factors influencing the color laser marking, Environment. Technology. Resources, Rezekne, Latvia, Proceedings of the 10th ISP Conference. Volume I, 102-107 ISSN 1691-5402, Rezekne, 2015.
9. US 6753501 B1, Processing of textile materials using laser beams and material sized in larger widths, June 22, 2004.
10. Lasers for Materials Processing, Coherent, Printed in the U.S.A. MC-001-14-0M051 4 Inc., 2014.
11. Butaud-Stubbs, Niestroy „Technical textiles-engine of growth", the European economic and Social Committee, Brussels, 17.04.2013.
12. SEI Laser Introduces Digital And Eco Sustainable Laser Solutions At ITMA'2015, Textile World Magazine, 18 January 2016.
13. Angelova, Y., Investigation on Laser Marking Process of Industrial Materials, PhD Thesis, 2017.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ МАРКИРОВКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ АНГЕЛОВА Й., АВДЕЕВА М.

Технический университет Габрово, Болгария

Цель. Определение пределов использования лазерной маркировки хлопчатобумажных и полиэфирных тканей с использованием двух типов лазеров: L_1 - CO_2 и L_2 - CuBr .

Методика. Цифровые данные, полученные в результате экспериментального исследования, систематизировали и обрабатывали аналитически, и результаты представлены графически. Разработаны зависимости между физическими параметрами и параметрами, которые оказывают наиболее существенное влияние на технологический процесс лазерной маркировки текстиля.

Результаты. Определены рабочие интервалы поверхностной удельной мощности (q_s) для различных процессов лазерной маркировки со скоростью v $[40 \div 140]$ мм / с для лазеров на CO_2 и CuBr . Рассчитаны максимальные значения поверхностной удельной мощности ($q_{s\max}$) для исследуемых материалов при различном фокусном расстоянии и диаметре рабочего пятна. Были получены зависимости времени воздействия (t_{vd}) от скорости лазерного луча в импульсном режиме.

Научная новизна. Представлена физическая модель процесса лазерной маркировки текстильных материалов. Определены границы применимости лазерной маркировки для хлопчатобумажных и полиэфирных тканей.

Практическая значимость. Получены оптимальные значения (рабочие интервалы) основных факторов процесса лазерной маркировки.

Ключевые слова: лазерная маркировка, хлопок, полиэстер, CO₂-лазер, лазер CuBr, рабочие интервалы.

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ ПИТОМОЇ ПОТУЖНОСТІ ПРИ ЛАЗЕРНОМУ МАРКУВАННІ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

АНГЕЛОВА, Й. АВДЕЄВА М.

Технічний університет Габрова, Болгарія

Мета. Визначення меж застосування лазерного маркування бавовняних і поліефірних тканин з використанням двох типів лазерів: L₁ - CO₂ і L₂ – CuBr

Методика. Цифрові дані, які отримані в результаті експериментального дослідження, систематизували та обробляли аналітично, і результати представлено графічно. Розроблено залежності між фізичними параметрами і параметрами, які мають найбільш істотний вплив на технологічний процес лазерного маркування текстилю.

Результати. Визначено робочі інтервали поверхневої питомої потужності (q_s) для різних процесів лазерного маркування зі швидкістю v [40 ÷ 140] мм / с для лазерів на CO₂ і CuBr. Розраховані максимальні значення поверхневої питомої потужності (q_{smax}) для досліджуваних матеріалів при різній фокусній відстані і діаметрі робочого плями. Були отримані залежності часу впливу (t_{vd}) від швидкості лазерного променя в імпульсному режимі..

Наукова новизна. Представлено фізичну модель процесу лазерного маркування текстильних матеріалів. Визначено межі застосування лазерного маркування для бавовняних і поліефірних тканин.

Практична значимість. Отримано оптимальні значення (робочі інтервали) основних чинників процесу лазерного маркування.

Ключові слова: лазерне маркування, бавовна, поліестер, CO₂-лазер, лазер CuBr, робочі інтервали.

УДК 677.017.2.7:
687.174

РУБАНКА А.І., ОСТАПЕНКО Н.В.,
КОЛОСНІЧЕНКО О.В., ЛУЦКЕР Т.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕРМОСТІЙКИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСНОГО ОДЯГУ

Мета. Обґрунтувати раціональний вибір термостійких матеріалів для виготовлення термостійкого одягу на основі теоретичних і експериментальних досліджень по визначенню розривального зусилля та видовження на момент розірвання від кількості прань.

Методика. Експериментальні дослідження з визначення показників надійності проведено за стандартними методиками. Для обробки результатів випробувань використано методи математичної статистики.

Результати. Проведено дослідження по зміні розривального зусилля та видовження на момент розірвання термостійких текстильних матеріалів внаслідок багатьох циклів прань. Встановлено, що обрані матеріали зберігають свої властивості в регламентованих нормативними документами межах.

Наукова новизна. Встановлено математичну залежність змін розривального зусилля та видовження на момент розірвання від кількості циклів прання з метою прогнозування поведінки матеріалів спеціального захисного одягу.

Практична значимість. Проведено експериментальні дослідження показників надійності термозахисних матеріалів та їх порівняльний аналіз для обґрунтування вибору раціональної структури пакета.

Ключові слова: термостійкі матеріали, захисний одяг, прання, розривальне зусилля, видовження на момент розірвання.

Вступ. Асортимент текстильних матеріалів для виготовлення термостійкого одягу досить широкий. Відомими фірмами постійно розширюються та вдосконалюються термостійкі тканини. Інформація щодо характеристик та властивостей таких матеріалів є досить розпорошеною та представлена переважно з комерційної точки зору. Враховуючи те, що при веденні аварійно-рятувальних робіт на працівника діють різні чинники виробничого середовища, захист від усіх видів небезпек є важливим та складним науково-технічним завданням, особливо зважаючи на те, що часто ці чинники є досить суперечливими, наприклад, одночасна дія води та полум'я. Актуальним також є дослідження впливу експлуатаційних чинників на властивості термостійких матеріалів [1].

Постановка проблеми. Виготовлення сучасного, високотехнологічного одягу для захисту від усіх видів небезпек, які встановлено для аварійно-рятувального одягу, залежить переважно від використовуваних матеріалів. Особливо гостро проблема раціонально обґрунтованого вибору матеріалів постає при пасивному способі захисту. Збереження життя робітника при умовах праці у високотемпературному середовищі залежить від правильного вибору матеріалів для верху, прокладки і підкладки. Проте важливим є збереження захисних властивостей комплексу напротязі усього терміну експлуатації. Саме тому моделювання експлуатаційних навантажень дає можливість прогнозувати збереження надійності одягу протягом тривалого часу. До таких експлуатаційних навантажень на термозахисний одяг належить, в тому числі, прання.

Результати досліджень. Для раціонального вибору матеріалів захисного одягу

рятувальників необхідно мати інформацію щодо фізико-механічних характеристик тканини. З цією метою було проведено експериментальні дослідження по визначенню розривального зусилля та видовження на момент розірвання за стандартною методикою [2].

Об'єктом експериментальних досліджень обрано наступні матеріали, що представлені на ринку України:

- тканина костюмна Nomex BV-120 (100% метаарамідні волокна Nomex), з поверхневою густиною 265 г/м² виробництва «Ten Cate Protect», Нідерланди;
- тканина костюмна ХВ 9340 (75% бавовна, 25% Kevlar, просочування Proban, anti-static), з поверхневою густиною 340 г/м² виробництва «Ten Cate Protect», Нідерланди;
- тканина костюмна FlameStat Lite (100% бавовна, просочування Proban, anti-static), з поверхневою густиною 250 г/м² виробництва «Carrington», Великобританія;
- тканина костюмна RigChief (100% бавовна, просочування Pyrovatex, anti-static), з поверхневою густиною 370 г/м² виробництва «Daletec», Норвегія.

Встановлено, що для догляду за термостійкими матеріалами виробниками рекомендується прання. Хімічне чищення дозволяється, але без використання відбілювачів. Враховуючи економічну складову вартості догляду, споживачі надають перевагу пранню перед хімічищенням. Саме тому дослідження проводились до та після впливу на матеріал багаторазових циклів прання. Для випробування по визначенню розривального зусилля та видовження на момент розірвання по основі та утку після прання використано 4 види матеріалів по 10 зразків кожного. Матеріали піддавали 12 циклам прання при температурі 60±5 °С з використанням стандартних пральних засобів.

Для проведення експериментів для кожного матеріалу із точкових проб було вирізано по 10 елементарних по основі і утку розміром 50×350 мм. Для випробувань використовували розривальну машину РТ-250М-2, яка забезпечує постійну швидкість опускання нижнього зажиму, вимірювальну лінійку, секундомір, ножиці, пінцет. Показники розривального зусилля і видовження на момент розірвання знімають з шкали розривальної машини. Випробування проводяться за нормальних кліматичних умов, а саме температури 25±10°С, відносної вологості повітря 65-80% і тиску від 8,4·10⁻⁴ до 10,7·10⁻⁴ Па. Середнє арифметичне значення результатів вимірів по основі і утку приймають за розривальне зусилля точкової проби.

Шкала розривальної машини показує абсолютне видовження на момент розірвання (L), для подальшої обробки результатів зручніше користуватися відносним видовженням (L_i), що розраховується за формулою [2]:

$$L_i = \frac{L \cdot 100}{A},$$

де L – видовження на момент розірвання, мм;

A – заживна довжина елементарної проби, мм.

Середні арифметичні значення експериментальних досліджень фізико-механічних показників (розривального зусилля та видовження на момент розірвання) тканини Nomex BV-120, ХВ 9340, FlameStat Lite і RigChief наведено у таблицях 1-4.

Графічна інтерпретація залежності зміни розривального зусилля від кількості циклів прання наведено на рис. 1 по основі і рис. 2 по утку.

Таблиця 1

**Результати експериментальних досліджень фізико-механічних
показників тканини костюмної Nomex BV-120 (T1)**

№ циклу прання	Розривальне зусилля P , Н		Видовження на момент розірвання L , %	
	за основою	за утком	за основою	за утком
0	1653	1407	51,0	44,2
4	1622	1457	46,0	40,0
8	1661	1413	50,2	45,8
12	1584	1455	50,0	45,0

Таблиця 2

**Результати експериментальних досліджень фізико-механічних
показників тканини костюмної Proban anti-static XB 9340 (T2)**

№ циклу прання	Розривальне зусилля P , Н		Видовження на момент розірвання L , %	
	за основою	за утком	за основою	за утком
0	1536	1869	10,6	19,2
4	1426	1638	15,0	23,6
8	1401	1613	13,8	18,2
12	1433	1702	12,6	19,2

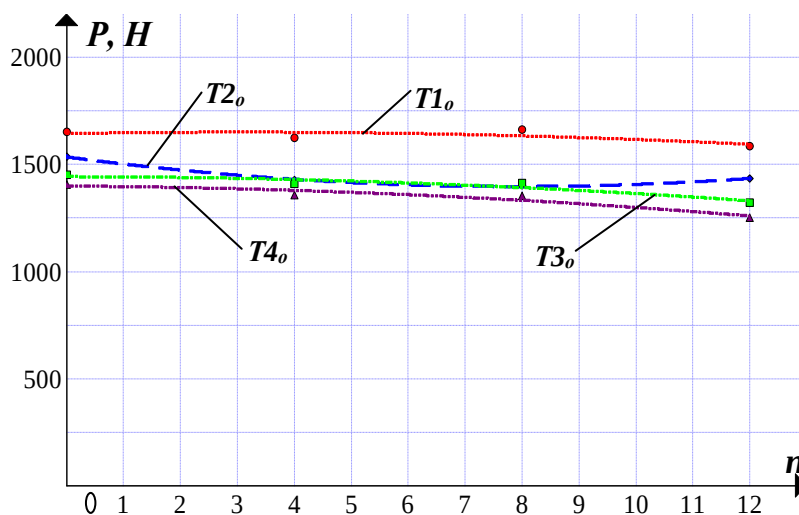


Рис. 1. Графічна інтерпретація залежності розривального зусилля P матеріалів по основі від кількості циклів прання n

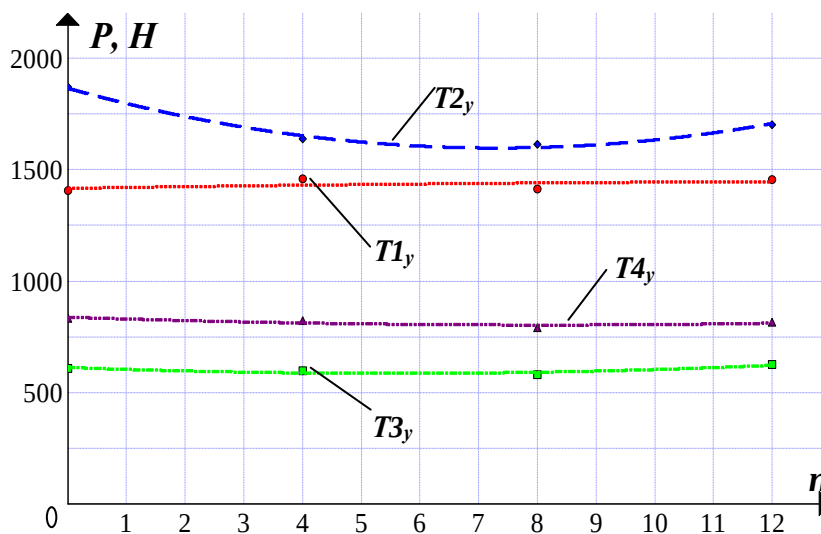


Рис. 2. Графічна інтерпретація залежності зміни розривального зусилля P матеріалів по утку від кількості циклів прання n

За результатами статистичної обробки розривального зусилля отримано наступні рівняння регресії для матеріалів по основі із кодованим позначенням:

$$T1_o: P = -0,7188n^2 + 4,425n + 1643,7, \text{ при } R^2 = 0,5287$$

$$T2_o: P = 2,2188n^2 - 34,975n + 1534,6, \text{ при } R^2 = 0,9963$$

$$T3_o: P = -0,75n^2 - 0,4n + 1442,9, \text{ при } R^2 = 0,8835$$

$$T4_o: P = -0,8281n^2 - 1,6875n + 1398,75, \text{ при } R^2 = 0,9163$$

Рівняння регресії для матеріалів по утку із кодованим позначенням:

$$T1_y: P = -0,125n^2 + 4n + 1416, \text{ при } R^2 = 0,2416$$

$$T2_y: P = 5n^2 - 73,15n + 1864,4, \text{ при } R^2 = 0,9894$$

$$T3_y: P = 0,875n^2 - 9,7n + 612,7, \text{ при } R^2 = 0,7531$$

$$T4_y: P = 0,5312n^2 - 8,625n + 838, \text{ при } R^2 = 0,6844$$

Таблиця 3

Результати експериментальних досліджень фізико-механічних показників тканини костюмної Proban anti-static FlameStat Lite (T3)

№ циклу прання	Розривальне зусилля P , Н		Видовження на момент розірвання L , %	
	за основою	за утком	за основою	за утком
0	1450	609	12,2	12,6
4	1408	599	17,6	13,8
8	1413	580	15,2	12,8
12	1323	326	15,4	12,4

Таблиця 4

Результати експериментальних досліджень фізико-механічних
показників тканини костюмної Pyrovatex anti-static RigChief (T4)

№ циклу прання	Розривальне зусилля Р, Н		Видовження на момент розірвання L, %	
	за основою	за утком	за основою	за утком
0	1406	834	11,6	20,4
4	135,7	824	16,8	23,8
8	1354	791	16,2	22,8
12	1252	815	14,8	20,2

За графічною інтерпретацією залежності зміни розривального зусилля матеріалів по основі та утку від кількості циклів прання визначено, що матеріали Nomex BV-120 (T1) та ХВ 9340 (T2) є найміцнішими та зберігають свої властивості протягом тривалої експлуатації. Матеріали T3 та T4 є менш міцними, особливо по утку, але їх експериментальні значення дозволяють стверджувати, що вони теж можуть використовуватися для проектування захисного одягу, так як їх характеристики залишаються в регламентованих межах.

Графічна інтерпретація залежності видовження на момент розірвання від кількості циклів прання вказана на рисунках 3 по основі та 4 по утку.

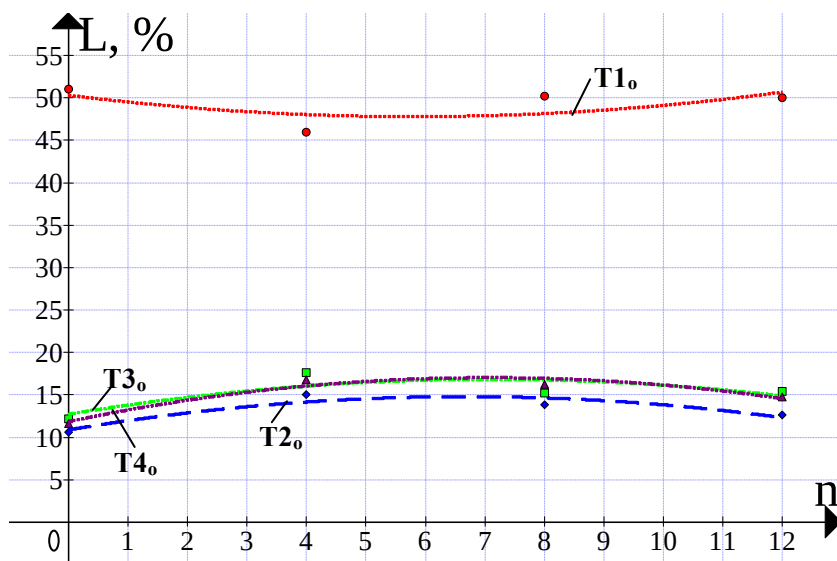


Рис. 3. Графічна інтерпретація залежності зміни видовження на момент розірвання L матеріалів по основі від кількості циклів прання n

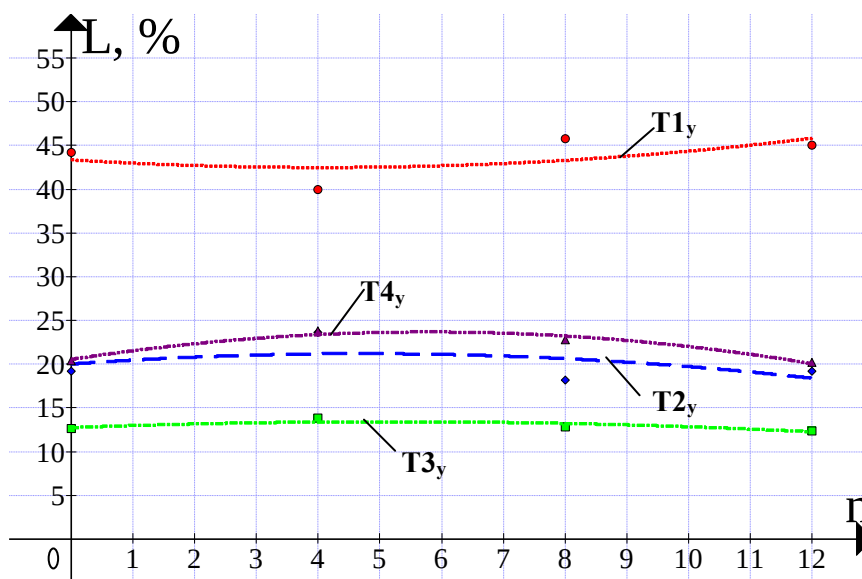


Рис. 4. Графічна інтерпретація залежності зміни видовження на момент розірвання L матеріалів по утоку від кількості циклів прання n

За результатами статистичної обробки видовження на момент розірвання отримано наступні рівняння регресії для різних матеріалів по основі із кодованим позначенням:

$$T1_0: L = 0,075n^2 - 0,87n + 50,32, \text{ при } R^2 = 0,3867$$

$$T2_0: L = -0,0875n^2 + 1,17n + 10,88, \text{ при } R^2 = 0,8515$$

$$T3_0: L = -0,0813n^2 + 1,155n + 12,72, \text{ при } R^2 = 0,6336$$

$$T4_0: L = -0,1031n^2 + 1,4625n + 11,85, \text{ при } R^2 = 0,9228$$

Рівняння регресії для різних матеріалів по утоку із кодованим позначенням:

$$T1_y: L = 0,0531n^2 - 0,4325n + 43,37, \text{ при } R^2 = 0,3121$$

$$T2_y: L = -0,0531n^2 + 0,5025n + 20,01, \text{ при } R^2 = 0,2489$$

$$T3_y: L = -0,025n^2 + 0,26n + 12,74, \text{ при } R^2 = 0,6621$$

$$T4_y: L = -0,0938n^2 + 1,085n + 20,54, \text{ при } R^2 = 0,9588$$

За графічною інтерпретацією залежності зміни видовження на момент розірвання матеріалів по основі та утоку від кількості циклів прання визначено, що матеріал Nomex BV-120 (T1) має найбільше видовження на момент розірвання, що свідчить про високу еластичність його волокон та стабільність напрутязі тривалої кількості прань.

Висновки. Експериментально засвідчено, що обрані матеріали після 12 циклів прання змінюють свої властивості в допустимих межах. Аналіз отриманих результатів дав змогу встановити характер зміни властивостей тканин після мокрої обробки (прання) і врахувати їх при проектуванні захисного одягу для ведення аварійно-рятувальних робіт. Проведені експериментальні дослідження по визначенню залежності зміни розривального зусилля та видовження на момент розірвання після мокрих обробок (прання) дозволяють стверджувати,

що всі обрані матеріали можуть бути використані для виготовлення захисного одягу для ведення аварійно-рятувальних робіт. Встановлено, що найбільш повно висунутим вимогам відповідає матеріал Nomex BV-120, а його розривальне зусилля змінюється до 4,6% по основі та до 3,4% по утоку в процесі тривалого терміну експлуатації. Це може бути зумовлено тим, що він на 100% складається з метаарамідних волокон, вплив експлуатаційних навантажень на які є менш вираженим.

Перспективними є дослідження, спрямовані на визначення зміни різних показників пакетів матеріалів залежно від терміну експлуатації, частоти контакту з небезпечними та шкідливими виробничими факторами тощо.

Список використаних джерел

1. Розробка вимог до спеціального одягу для рятувальників / І.В. Горіславець, А.І. Рубанка, О.В. Євтушик, Н.В. Остапенко // Вісник КНУТД. – 2015. – №6 (92). – С. 222–226.
2. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении: ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) . – [Введ. 1973-01-01] . – М.: Издательство стандартов, 1973. – 20с.
3. Ергономіка і дизайн. Проектування сучасних видів одягу : навчальний посібник / [М. В. Колосніченко, Л. І. Зубкова, К. Л. Пашкевич та ін.]. – К. : ПП «НВЦ «Профі», 2014. – 386 с.
4. Determination of linear dimensions changes in heat-resistant textile materials / A. I. Rubanka, N. V. Ostapenko, M. M. Rubanka, O. V. Kolosnichenko // Nauka i studia. — 2016. — Vol. 24, No. 7 (161). — P. 52-56.
5. Дизайн-проекування виробів спеціального призначення: Навчальний посібник / Н.В. Остапенко, М.В. Колосніченко, Т.В. Луцкер та ін. – К.: КНУТД, 2016. – 320 с.
6. Pashkevich K. L. Research of some physical and mechanical characteristics of suiting fabrics for designing the clothes / K.L. Pashkevich, M.V. Kolosnichenko, N. V. Ostapenko // Vlakna a Textile. – Bratislava. – 2016. – №1. – P. 3–8.
7. Specialistworkclothing [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://specialistworkclothing.wordpress.com>. – Заголовок з екрану.

References

1. Rozrobka vimog do special'nogo odjagu dlja rjatuval'nikiv / I.V. Gorislavec', A.I. Rubanka, O.V. Evtushik, N.V. Ostapenko // Visnik KNUTD. – 2015. – №6 (92). – S. 222–226.
2. Materialy tekstil'nye. Tkani i shtuchnye izdelija. Metody opredelenija razryvnyh harakteristik pri rastjazhenii: GOST 3813-72 (ISO 5081-77, ISO 5082-82) . – [Vved. 1973-01-01] . – M.: Izdatel'stvo standartov, 1973. – 20s.
3. Ergonomika i dizajn. Proektuvannja suchasnih vidiv odjagu : navchal'nij posibnik / [M. V. Kolosnichenko, L. I. Zubkova, K. L. Pashkevich ta in.]. – K. : PP «NVC «Profi», 2014. – 386 s.
4. Determination of linear dimensions changes in heat-resistant textile materials / A. I. Rubanka, N. V. Ostapenko, M. M. Rubanka, O. V. Kolosnichenko // Nauka i studia. — 2016. — Vol. 24, No. 7 (161). — P. 52-56.
5. Dizajn-proektuvannja virobiv special'nogo prizmachennja: Navchal'nij posibnik / N.V. Ostapenko, M.V. Kolosnichenko, T.V. Lucker ta in. – K.: KNUTD, 2016. – 320 s.
6. Pashkevich K. L. Research of some physical and mechanical characteristics of suiting fabrics for designing the clothes / K.L. Pashkevich, M.V. Kolosnichenko, N. V. Ostapenko // Vlakna a Textile. – Bratislava. – 2016. – №1. – R. 3–8.

7. Specialistworkclothing [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu :
<https://specialistworkclothing.wordpress.com>. – Zagolovok z ekranu.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕРМОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ

РУБАНКА А.И., ОСТАПЕНКО Н.В., КОЛОСНИЧЕНКО О.В., ЛУЦКЕР Т.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Обосновано выбрать рациональные термостойкие материалы для изготовления термостойкой одежды на основании теоретических и экспериментальных исследований по определению разрывной нагрузки и удлинения на момент разрыва от количества стирок

Методика. Экспериментальные исследования по определению показателей надежности проведены по стандартным методикам. Для обработки результатов испытаний использованы методы математической статистики.

Результаты. Актуальными являются исследования воздействия эксплуатационных факторов на свойства термостойких материалов. Нами проведены исследования по изменению разрывной нагрузки и удлинения на момент разрыва термостойких текстильных материалов в следствии многих циклов стирок. Установлено, что выбранные материалы сохраняют свои свойства в регламентированных нормативными документами пределах.

Научная новизна. Установлено математическую зависимость изменения разрывной нагрузки и удлинения на момент разрыва от количества циклов стирок с целью прогнозирования поведения материалов специальной защитной одежды.

Практическая значимость. Проведено экспериментальные исследования показателей надежности термозащитных материалов и их сравнительный анализ для обоснования выбора рациональной структуры пакета.

Ключевые слова: термостойкие материалы, защитная одежда, разрывная нагрузка, удлинение на момент разрыва.

RATIONALE FOR SELECTION OF HEAT-RESISTANT MATERIALS FOR PROTECTIVE CLOTHING

RUBANKA A., OSTAPENKO N., KOLOSNIICHENKO O., LUTSKER T.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. To prove rational choice of heat-resistant materials for manufacturing heat-resistant clothing based on theoretical and experimental studies to determine the breaking load and elongation at the time of rupture from the number of washings

Methodology. Experimental studies to determine reliability indicators were carried out using standard methods. For the processing of test results used methods of mathematical statistics.

Findings. Current research is the impact of operational factors on the properties of heat-resistant materials. We carried out research on changing the breaking load and elongation at the time of breaking of heat-resistant textile materials in the course of many washing cycles. It is established that the selected materials retain their properties in the limits regulated by regulatory documents.

Originality. The mathematical dependence of the change in tensile load and elongation at the time of rupture on the number of wash cycles is established to predict the behavior of materials of special protective clothing.

Practical value. Experimental studies of the reliability indexes of thermoprotective materials and their comparative analysis to justify the choice of the rational structure of the package are carried out.

Key words: heat-resistant materials, protective clothing, breaking load, elongation at the moment of rupture.

УДК 685.34

ДОЛИДЗЕ Н. А., ДАТУАШВИЛИ М. В.

Кутаисский Государственный Университет им. Акакия Церетели,
г. Кутаиси, Грузия

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ МУЖСКОЙ ОДЕЖДЫ ГРУЗИИ

Цель. Исследование особенностей конструктивного и технологического проектирования грузинской национальной одежды.

Методика. В работе использованы методы комплексного анализа музейных экспонатов и современные методы конструкторского и технологического проектирования одежды.

Результаты. Фундаментальное отличие от основного вида «чоха» наблюдается в южных регионах страны, где преимущественно использовали «чоху» прямого силуэта до линии талии. С учетом степени прилегания были разработаны рекомендации по конструктивным прибавкам. Установлено, что конструктивные припуски для «чохи» прилегающего силуэта по обхвату груди ($\Delta_{гр}$) составляет 4,5-5,5 см, по линии талии ($\Delta_{тал}$) равняются 4,2-4,7 см, а по линии бедра ($\Delta_{бед}$) 2,2-3 см.

Научная новизна. Несмотря на разнообразие форм, конструктивное проектирование «чохи» целесообразно на основе одной универсальной базисной основе с учетом припусков и модельных особенностей.

Практическая значимость. Результаты проведенных исследований дают возможность сохранить уникальность образца материальной культуры страны в первоизданном виде.

Ключевые слова: национальная одежда, «чоха», конструирование.

Введение. История происхождения и формирования одежды ведет свое начало с ранних времен развития человечества. В определенный период развития в обществе феномен костюма полностью охватывает одежду, ткани, разные украшения, причёску и т.д. для разных социальных групп отдельно взятых государств. Национальная одежда является неотъемлемой частью материальной культуры грузинского народа. Несмотря на сложное историческое прошлое, в процессе многовекового формирования она успешно сохранила традиции народа, самобытность, художественную индивидуальность и грузинский характер. Грузинская национальная одежда с большой вероятностью является важнейшим памятником духовной и материальной культуры страны [1].

В процессе сохранения будущими поколениями традиционной одежды, важным фактором является исследование её конструктивных особенностей. В настоящее время очень часто наблюдается изменение форм и методов проектирования национальной одежды и активно развивается процесс ее стилизации. Следствием всего этого является то, что, постепенно меняя облик костюма, происходит все большее удаление от оригинала. Этот вопрос становится все более актуальным с учётом того факта, что большая часть музейных экспонатов национальных костюмов повреждены, подвергались реставрации неоднократно, следовательно, контакт с ними весьма ограничен [2].

Цель и задачи. С точки зрения изготовления максимально идентичных оригиналу образцов, целью данной работы явилось комплексное исследование особенностей конструктивного и технологического проектирования грузинской национальной одежды и

разработка рекомендаций, обеспечивающих высокие эргономические показатели конструкции.

Результаты исследования. Анализ результатов исследования музейных экспонатов традиционной мужской одежды разных регионов страны показал, что среди множества разновидностей одежды, распространенной в Грузии, для мужской традиционной одежды «чоха» типичным является конструкция со вставками (с «чаками»). Отличие между «чохами» в разных уголках страны, в основном, заключается в степени прилегания, количестве, габаритных формах и размерах основных и декоративных деталей. Фундаментальное отличие от основного вида «чоха» наблюдается в южных регионах страны (Самцхе-джавахетия и Абхазия), где преимущественно использовали «чохи» прямого силуэта до линии талий (рис. 1.б).



а



б

Рис.1. Мужская традиционная одежда Грузии «чоха»
а- картл-кахетинская; б-аджарская

Грузинская мужская традиционная одежда «чоха» с «чаками» (рис. 1-а), имеет сложную пространственно-объемную форму. Исходя из функционального назначения,

«чоха» состоит из минимально необходимых (полочка, спинка, рукав) и декоративных (складки, клапаны, ремни, украшения и др.) элементов. Все составные элементы формы «чохи», несомненно, подчиняются общим законам архитектоники и успешно устанавливают единую, гармоничную целостность.

«Чоха» с «чаками» являлась повседневной и всесезонной верхней одеждой, прилегающими и полуприлегающими силуэтами, длиной чуть ниже колен, наполовину отрезанная по линии талии застегивалась на пуговицы, крючки или петли из сутаж («хрики»). «Чоха» обрабатывалась на подкладке до линии талии и оформлялась вязанными вручную разноцветными полосками («чафариши», «каитани»). Полочка состоит из цельнокроеной передней части и переходящего на спинку бочка; ниже линии талии полочка заканчивается вставками («чаки»); линия горловины треугольная; в области груди оформляется накладными гофрированными деталями с восемью декоративными элементами («сакиле»). Центральная часть спинки цельнокроеная, ниже линии талии со вставками. В месте соединения вставок полочки и спинки в верхней части проектируется имитация кармана (прорез), а внизу шлицы. Рукава втачные рубашечного типа, одношовные до линии запястья; низ рукава с внутренней стороны обрабатывается обтачкой из подкладочного материала

Для сравнительного анализа силуэтных форм и габаритных размеров распространенной в разных регионах страны традиционной мужской одежды были разработаны технические чертежи основных разновидностей «чохи» с учетом пропорциональных соотношений составных частей (Рис.2).

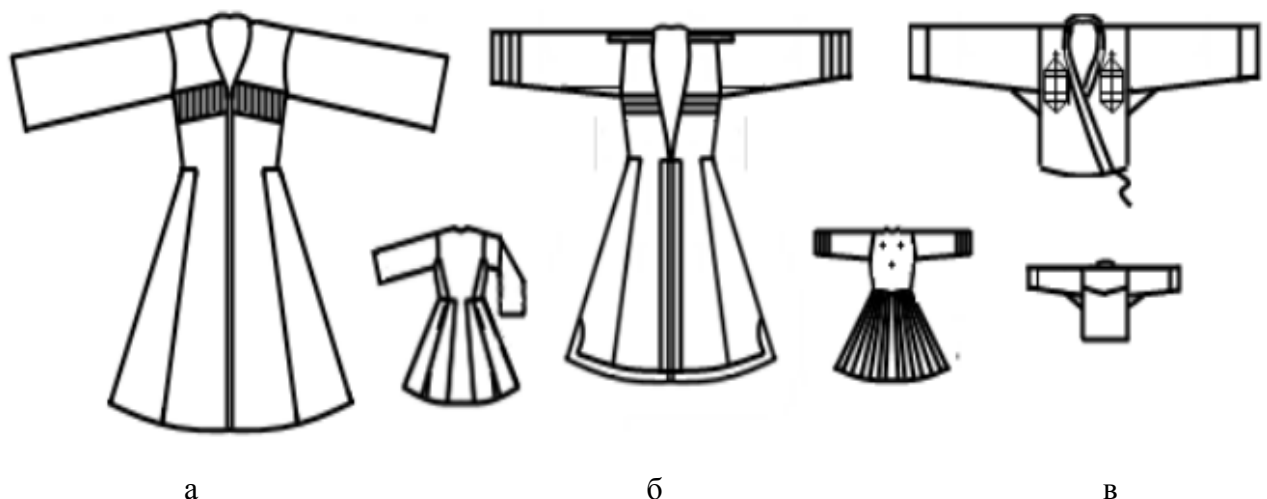


Рис.2. Мужская традиционная одежда Грузии «чоха»

а - типичная «чоха» с «чаками» прилегающего силуэта для равнинной части восточной и западной Грузии; б - «чоха» полуприлегающего силуэта для горных регионов восточной Грузии; в - короткая «чоха» прямого силуэта для южных регионов страны (Самцхе-джавахетия и Абхазия)

Качественные показатели и внешний вид как общей, так и национальной одежды «чоха», зависят от многих факторов, среди которых наиболее важным является конструктивное проектирование составных деталей.

Рациональный подход к вопросу конструктивного проектирования «чохи», в первую очередь, требовал провести исследование силуэтной формы и конструктивных прибавок музейных экспонатов. Анализ результатов исследований показал, что мужская «чоха», в основном, характеризуется большой приталенностью, но встречаются и свободные силуэтные формы. На основе исследований конструктивных припусков и особенностей процессов их перераспределения по всему периметру, были разработаны рекомендации, обеспечивающие высокие эргономические показатели конструкции (табл.1).

Таблиця 1

Припуски к основным конструктивным поясам

Силуэт	Припуск ($\Delta_{гр}$), см	Перераспределение - $\Delta_{гр}$ по периметру			По линии талии ($\Delta_{тал}$), см		По линии бедра($\Delta_{бед}$), см	
		по спинке	по пройме	по полочке	Тонкая шерсть	Грубая шерсть	Тонкая шерсть	Грубая шерсть
		%	%	%				
Прилегающий	4-5	30	55	15	4,2-4,7	4,8-5,3	2,2-3	2,5-3
Полуприлега ющий	6-7	30	45	25	6,5-8,5	7,5-8,5	3,5-4	≥ 4
Прямой и свободный	9-10	30	45	25	$\geq 8,5$	$\geq 8,5$	$\geq 4,5$	≥ 5

Было установлено, что конструктивные припуски по обхвату плеч ($O_{пл}$) для узких рукавов равняются 5-6 см, для прямых рукавов 6-8 см, для расширенных 9-11 см.

На основе анализа проведенных исследований были определены необходимые размерные признаки для конструктивного проектирования мужской традиционной одежды Грузии, которые приведен в таблице 2.

Таблиця 2

Размерные признаки для конструирования мужской «чохи»

Обозначение размерного признака	Наименование размерного признака
$C_{шеи}$	полуобхват шеи
$C_{гр.}$	полуобхват груди
$C_{тал.}$	полуобхват талия
$C_{бед.}$	Полуобхват бедер
$S_{гр.}$	Шириа полочки (пол)
$S_{спин.}$	Ширина спинки (пол)
$L_{пол.1}$	Длина полочки до точки основания шеи
$L_{спин.1}$	Длина спинки до шейной точки
$H_{горл.}$	Глубина горловины

$H_{\text{бочк.}}$	Высота бочка
$H_{\text{про.зад.}}$	Высота проими сзади
$L_{\text{тал.бед.}}$	Расстояние от линий талий до линий бедра
$L_{\text{тал.кал.}}$	Расстояние от линий талий до колени
$L_{\text{рук.зап.}}$	Длина руки до запястья

Несмотря на разнообразие форм, было определено, что конструктивное проектирование «чохи» целесообразно на основе одной универсальной базисной основе с учетом припусков и модельных особенностей. С этой точки зрения с помощью расчетно аналитического метода конструирования одежды было осуществлено конструкторское проектирование различных видов «чоха» [3]. В данной работе представлены конструктивные чертежи мужской «чохи» из шести вставок (рис.3).

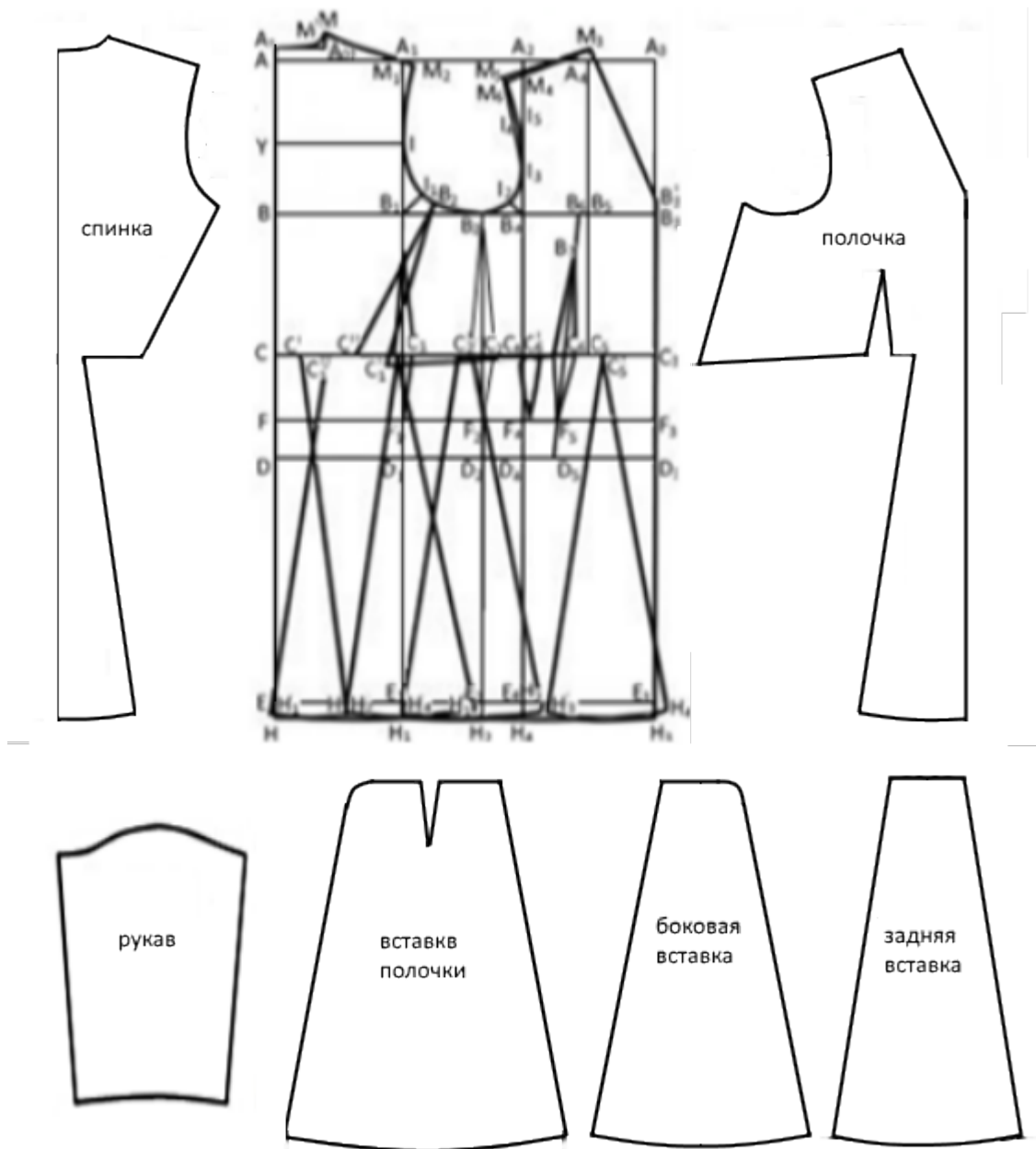


Рис.3. Конструкция и комплект лекал мужской «чохи» с «чаками»

Для изготовления максимально приближенных к оригиналам образцов мужской традиционной одежды Грузии «чоха» существенным является технологическая обработка основных узлов изделия. Технологическая схема обработки дана на рисунке 4.

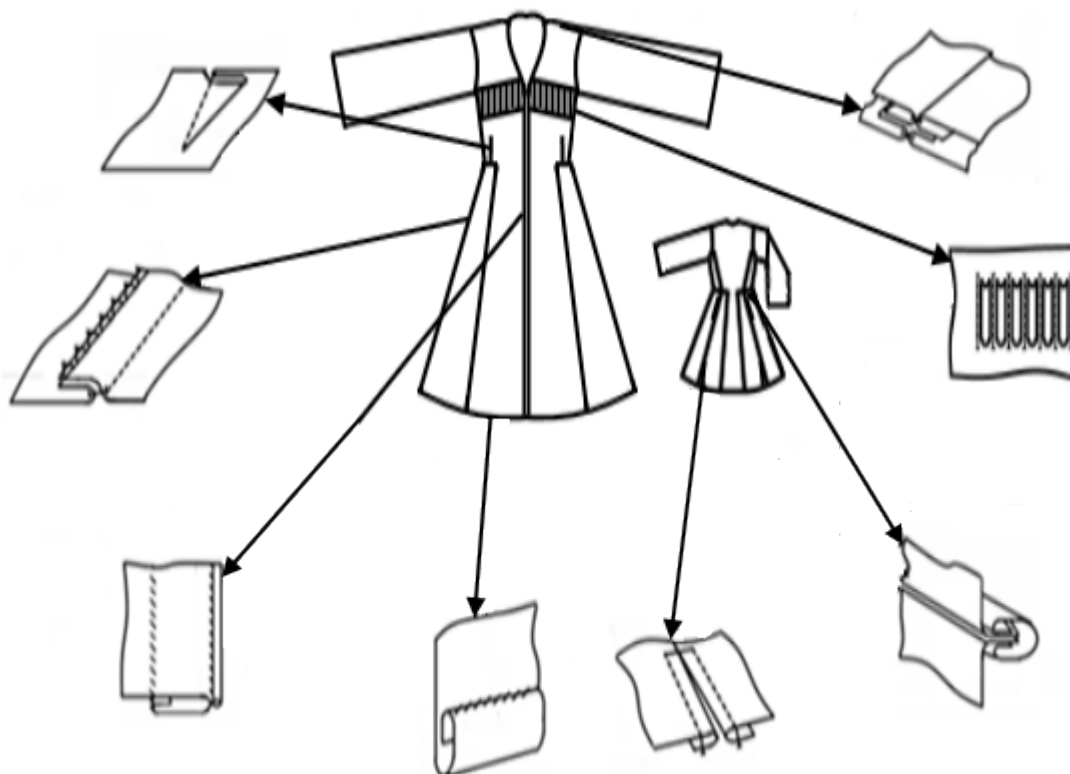


Рис.4. Схема технологической обработки мужской «чохи» из шести вставок

Выводы. Итоги проведенной работы показывают, что представленные результаты проектирования грузинской мужской национальной одежды, несомненно, внесут ценный вклад по сохранению уникального образца материальной культуры страны в первозданном виде для будущего поколения в деле и популяризации грузинской национальной одежды.

Список использованной литературы

1. Е. Надирадзе. Этнографический словарь грузинской материальной культуры. / Е. Надирадзе. - Тбилиси: Меридиани, 2008. - 623 с.
2. Traditional Georgian Attire 18th-20th Centuries. Georgian National Museum, Samoseli Pirveli, Shota Rustaveli Science Foundation. - Tbilisi: 2015.- 303.
3. М. Датуашвили. Особенности проектирования Грузинской национальной одежды / М. Датуашвили, Н. Долидзе, К. Чиргадзе. // Zbiorartykutow naukowych. Librin (PL): 2017. – 34 с.

References

1. E. Nadiradze. Ethnographical Dictionary of Georgian material Culture. / E. Nadiradze. - Tbilisi: 2008. - 623 p.

2. Traditional Georgian Attire 18th-20th Centuries. Georgian National Museum, Samoseli Pirveli, Shota Rustaveli Science Foundation. - Tbilisi: 2015. - 303.
3. M. Datuashvili. Design Features of Georgian national clothes / M. Datuashvili, N. Dolidze, K. Chirgadze. // Zbiorartykutow naukowych. Librin (PL): 2017. – 34 p.

ПРОЕКТУВАННЯ ТРАДИЦІЙНОГО ЧОЛОВІЧОГО ОДЯГУ ГРУЗІЇ

ДОЛІДЗЕ Н. А., ДАТУАШВІЛІ М. В.

Кутаїський Державний Університет ім. Акакія Церетелі, Грузія

Мета. Дослідження особливостей конструктивного і технологічного проектування грузинського національного одягу.

Методологія. В роботі використані методи комплексного аналізу музейних експонатів і сучасні методи конструкторського і технологічного проектування одягу.

Результати. У південних регіонах країни, де переважно використовували «чохи» прямого силуету до лінії талії, спостерігається фундаментальна відмінність від основного виду «чохи». З урахуванням ступеня прилягання розроблені рекомендації по конструктивним прибавкам. Встановлено, що конструктивні припуски для «чохи» прилеглого силуету по обхвату грудей ($\Delta_{гр}$) становить 4,5-5,5 см, по лінії талії ($\Delta_{тал}$) дорівнюють 4,2-4,7 см, а по лінії стегна ($\Delta_{бед}$) 2,2-3 см.

Наукова новизна. Незважаючи на різноманітність форм, конструктивне проектування «чохи» доцільно на основі однієї універсальної базисної основи з урахуванням припусків і модельних особливостей.

Практична значимість. Результати проведених досліджень дають можливість зберегти унікальність зразка матеріальної культури країни в первозданному вигляді.

Ключові слова: національний одяг, «чоха», конструювання.

TRADITIONAL GEORGIAN MAN CLOTHING FEATURES

N. DOLIDZE, M. DATUASHVILI

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi, Georgia

Purpose. The research of constructive features and technological design of the Georgian traditional clothes are the objectives of this work.

Methodology. Method of the complex analysis of museum exhibits and modern methods of clothes design have been used.

Results. Georgian traditional clothes are products of human creativity that are invested with cultural significance in a society and as an item of tangible cultural heritage, it requires to be maintained and bestowed for the benefit of future generation. In this respect, it's of great importance to study garment construction. From time to time garment manufacturing forms and technology kept changing and due to transformation and stylization traditional clothes were modified to certain degree so that they gradually exceed its original form.

Originality. Despite the variety of forms, constructive designing of "choch" is expedient on the basis of one universal basic with allowances and model features.

Practical value. Based on the research results size marks and additive measures were determined to implement construction planning of men's traditional clothing. It was concluded that men's traditional dress, chokha varies from region to region in Georgia according to tightness, overall dimensions, constituent parts, sleeve shapes. In spite of the variety of forms, it's possible to focus on universal base while planning considering construction peculiarities, relevant additive measures and modeling nuances as well.

The results of the conducted studies make it possible to preserve the uniqueness of the Georgian material culture in its original form.

Keywords: National clothes, chokh, design.

BRYCHKA A.V.¹, BRYCHKA S. Ya.²

¹ Chuiko Institute of Surface Chemistry, NAS of Ukraine

² Kyiv National University of Technologies & Design

EVALUATION TEMPLATES ACTING ON NANOPARTICLES

Purpose. Investigation of the influence of templates on nanoparticle size of cerium dioxide.

Methodology. Cerium dioxide nanoparticles are obtained on carbon, aluminum silicates, nanotubes, kaolin and in solution by chemical precipitation from solutions of cerium salts in an alkaline medium. The particle size of cerium oxide was determined by transmission electron microscopy.

Results. Cerium dioxide nanoparticles are obtained on carbon and halloysite nanotubes, kaolin and in solution by sol-gel method.

Scientific novelty. A method is proposed for quantitative comparison of the structure-forming effect of templates on particle size under identical conditions for their synthesis.

Practical value. It was shown that with the use of organic templates and ultrasonic treatment during the synthesis, it is possible to reduce the nanoparticle size.

Keywords: synthesis, templates, nanonanotubes, kaolin, cerium oxide, particle size.

Introduction. Nanoscale tubes, due to their morphology, are attractive as carriers for the synthesis of nanoparticles on their surfaces and in cavities in order to create demanded materials with the necessary physical and chemical properties [1, 2]. For example, carbon and aluminum silicates (halloysite) nanotubes successfully counteract corrosion due to the physical barrier to the aggressive agents they create. The cerium compounds have an anticorrosive protection of metals by the cathode mechanism. The composites synthesized by us, containing nanotubes and cerium oxide, showed a synergy in the anticorrosive action. These materials, according to X-ray phase analysis data, contain cerium dioxide of a cubic structure. The rate of release of biologically active molecules and other compounds adsorbed on nanotubes in solution is 50-100 times lower than for micro- and nanoparticles of other carriers. We have developed composite silicate materials, carbon nanotubes/cerium oxide for use in oxidation-reduction catalysis and other fields [3, 4].

During the work on applying modifiers and establishing the properties of materials, the task was to quantitatively compare the effect of the nature of the templates (carriers) on the particle size of the cerium oxide. The aim of the publication is to establish the quantitative regularities of the formation of cerium dioxide on carbon and halloysite nanotubes, kaolin and in solution under identical synthesis conditions.

Objectives. The syntheses used catalytic multilayer carbon nanotubes (Nanotinx S.A.) with diameters of 12-31 nm of 97% purity (about 2% is iron-containing catalyst and less than 1% pyrolytic carbon), halloysite nanotubes (NaturalNano, Inc.) with diameters of 25-50 nm 88-95% purity and kaolin (P-2 "Disten Limited"). Templates (carriers) were modified by precipitation of cerium oxide from solutions of salts in an alkaline medium. The synthesis of cerium oxide without templates was also carried out.

The synthesis conditions for obtaining samples with 5% cerium oxide content were given identical (automated reactor "Syrris"): the temperature of the reaction mixture was 23 °C, the weight of the template carrier (50 g), the constant stirring speed of the reaction mixture throughout the synthesis process 1200 rpm, the rate of addition of reagent solutions and their concentrations (1M Ce(NO₃)₃, 50 ml/min, 2M NH₄OH, 5 ml/min). The time of each synthesis was determined by the achievement of pH=8.5. The resulting precipitate of cerium composites or cerium oxide was filtered off and dried at 120 °C.

According to atomic emission spectrometry (ICPE-9000, Shimadzu), cerium content in the samples in terms of dioxide is 4.37±1.335 (carbon nanotubes of CNT/CeO₂), 4.96±0.025 (silicate nanotubes of GNT/CeO₂), 4.85±0.015 (kaolin of Kaol/CeO₂) and 5.06±0.005% (solution Solut/CeO₂), the uncertainty value of the confidence interval is given. In reproducible syntheses, the underestimated results of the content of cerium oxide are probably primarily explained by the effect of the filtration step in the synthesis process. The samples were characterized with a Hitachi H-800 transmission electron microscope (TEM) using the

electron diffraction method in the selected region. The particle size was determined on TEM images in a dark field using a linear measurement program and sampling more than 100 particles for each sample. The UV spectra of the powders were recorded on a UV-VIS-NIR spectrophotometer UV-3600, Shimadzu in the reflection mode in the 220-800 nm range with an instrument uncertainty of ± 1 nm.

Research results. Usually, in order to obtain nanoscale inorganic particles, the conditions for the synthesis are carefully chosen: the concentration of the reagents, the rate of addition and mixing of the components, the pH of the medium, the temperature, and the template. Effective action of organic and inorganic templates is due to two factors - chemical (surface nature, the ability to form chemical and hydrogen bonds, the formation of intermediates, etc.) and physical (size, morphology, aggregation ability, thermal conductivity, etc.). Our experience suggests that cerium dioxide in the nanoscale can be produced in a wide range of concentrations up to 20% using nanosized oxide carriers from dilute solutions [5].

TEM images of synthesized materials in light and dark fields provide reliable information on the particle size of the oxide. In the materials on the carriers, the modifier particles are observed to be much smaller in size, different morphology than the particles of carriers and impurities. The differences between pure carriers and modified ones are especially noticeable in TEM images in a dark field. Electron diffraction studies of modifying particles in the samples revealed reflexes $d(hkl)=3.12(100)$, $2.7(200)$, $1.89(220)$, and $1.64 \text{ \AA} (311)$, which identify the cubic structure of cerium dioxide. X-ray diffraction analysis also confirmed the formation of crystalline cerium dioxide during the synthesis. Significant blurring of the modifier signals can be explained by the size effect and the low degree of crystallinity of cerium dioxide. The particle size of cerium dioxide for the samples ranges from 1-7.8 nm for CNT/CeO₂, 2-14.5 for GNT/CeO₂ and 3.9-19.8 nm for Kaol/CeO₂. The maximum particle size distribution of cerium oxide is 2.4, 4.8 and 7.6 nm, respectively. We estimated the error in determining the dimensions by about 5-7% for the mean diameter and 10-15% for the maximum distribution. The choice of particles in the images was carried out in homogeneous regions without visible regions of aggregation. Obviously, in the series of kaolin, halloysite, and carbon nanotubes, the effect of the carrier effect on the unit of mass contributing to the formation of particles with a smaller diameter is observed. The particle size of CeO₂ synthesized without carriers was 3.5-16.8 nm. It lies between the dimensions of the oxide particles on the GNT and kaolin. Consequently, nanotubes contribute to a decrease in the size of the synthesized particles - a positive templating action, and kaolin to increase - a negative templating action.

The quantitative evaluation of the structure-forming action of β can be expressed as a function of the effect of the template during the synthesis on the size of the particles of the same type $\beta=(d_s-d_t)/d_s \cdot 100\%$, where d_s is the average particle diameter that is formed without the template carrier, d_t is the average particle diameter, formed under the influence of the template. This estimate is valid for the same series of syntheses under identical conditions. The templating influence is suggested to calculate the maximum particle size distribution for the size $\beta_m=(d_{ms}-d_{mt})/d_{ms} \cdot 100\%$, where d_{ms} is the maximum particle distribution that is formed without the template carrier, d_{mt} is the maximum distribution of the particles formed under the effect of the template. Obviously, the accuracy of determining the average particle diameter and the maximum diameter distribution will be different. Carbon nanotubes, according to the calculation of the templating action, have the greatest positive effect on the size of the synthesized cerium oxide (Table). The structural-forming effect of CNT on the average diameter was 49.3%, with a maximum distribution of 53.8%. The difference in the value is within the measurement error. Kaolin, on the contrary, contributes to the formation of particles of large sizes, so the values of β and β_m have a negative sign -19.4 and -46.2%.

With the use of organic templates and ultrasonic treatment during the synthesis, it is possible to reduce the particle size by a factor of two, and the effect of ultrasound and other factors can also be described quantitatively by the method proposed above [6].

Table 1

Calculation of the structure-forming effect of the templates on the particle size of cerium dioxide at $d_s=6.7$ and $d_{ms}=5.2$ nm

Samples	Average particle diameter d_t , nm	Maximum particle size distribution d_{mt} , nm	The structure-forming effect on the average diameter β , %	The structure-forming effect on the maximum of the distribution of β_m , %
CNT/CeO ₂	3,4	2,4	49,3	53,8
GNT/CeO ₂	6,3	4,8	6,0	7,7
Kaol/CeO ₂	8,0	7,6	-19,4	-46,2

In macro- and microcrystalline samples, tetravalent cerium in the UV region gives a signal of about 400 nm, which corresponds to the transition of the charge $O^{2-}(2p) \rightarrow Ce^{4+}(4f)$. The signal overlaps with an electronic transition of $5d1 \rightarrow 4f1$ Ce^{3+} ions. Usually, defects in the form of trivalent cerium are fixed in the structure of cerium dioxide, the appearance of which is due to the low energy of the $Ce^{3+} \leftrightarrow Ce^{4+}$ transition. During the synthetic procedure, the oxidation of cerium (III) hydroxide probably does not occur until the end, and the $Ce^{4+} \rightarrow Ce^{3+}$ reaction also takes place upon contact with the reducing agents. Ce^{3+} ions are embedded in the crystal structure of cerium dioxide instead of Ce^{4+} as a defect and the spectral transition $O^{2-}(2p) \rightarrow Ce^{3+}(4f)$ is observed about 250 nm [7]. A number of functional properties of cerium dioxide, including physiological, is determined by the size factor and the Ce^{4+}/Ce^{3+} ratio. The UV spectra of nanocomposite samples with cerium dioxide nanoparticles revealed maxima at 370-420 nm and 260-290 nm. In this case, the templates have their own signals in the UV region, which makes interpretation of the spectra difficult and an analysis of the ratio of tri- and tetravalent cerium depending on the particle size of cerium dioxide.

Conclusion. Cerium dioxide nanoparticles are obtained on carbon and halloysite nanotubes, kaolin and in solution by sol-gel method. The particle size of the modifier was determined by the transmission electron microscopy method. Electron diffraction studies have established that the modifiers are cerium dioxide particles of a cubic structure. A method is proposed for quantitative comparison of the effect of templates on particle size under identical conditions for their synthesis.

References

1. Brychka S.YA. Pryrodnye alyumosylykatnye nanotrubky: struktura y svoystva / S.YA. Brychka // Nanostrukturnoe materyalovedenye. – 2009. – № 2. – P. 40-53
2. Brychka S.YA. Prymenenye alyumosylykatnykh nanotrubok / S.YA. Brychka // Nanostrukturnoe materyalovedenye. – 2012. – № 4. – P. 40-60.
3. Brichka S.Ya. Anticorrosion properties of CeO₂-modified aluminosilicate nanotubes / S.Ya. Brichka, L.Yu Kotel, A.V. Brichka // Inorganic Materials. – 2013. – V. 49, № 6. – P. 581-585.
4. Brichka S.Ya. Decoration of carbon nanotubes with cerium (IV) oxide // S.Ya. Brichka, I.B. Yanchuk, A.A. Konchits, S.P. Kolesnik, A.V. Yefanov, A.V. Brichka, N.T. Kartel // Хімія, фізика та технологія поверхні. – 2011. – Т. 2, № 1. – P. 34-40.
5. Brychka S.YA. Modyfytsyrovanye alyumosylykatnykh nanotrubok dyoksydom tseryya / S.YA. Brychka, L.YU. Kotel, E.Y. Oranskaya, A.V. Brychka, T.V. Chernyavskaya // Ukraynsky khymychesky zhurnal. – 2013. – Т. 79, № 6. – P. 97-100.
6. Yvanov V.K., Shcherbakov A.B., Usatenko A.V. Strukturno-chuvstvytel'nye svoystva y byomedytsynskye pryomenenyya nanodyspersnoho dyoksyda tseryya // Uspekhy khymyy. – 2009. – 78. – № 9. – P. 924-941.

7. Lin K. and Chowdhury S. Synthesis, characterization, and application of 1-D cerium oxide nanomaterials: a review // Int. J. Mol. Sci. – 2010. – № 1. – P.3226-3251.

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРОФОРМУЮЧОЇ ДІЇ ТЕМПЛАТІВ НА СИНТЕЗ НАНОЧАСТОК

БРИЧКА А.В.¹, БРИЧКА С.Я.²

¹Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України

²Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Дослідження впливу темплатів на розмір наночастинок діоксиду церію.

Методика. Наночастки оксиду церію одержані на вугіллі, силікаті алюмінію, нанотрубках, каоліні і в розчині методом хімічного осадження з розчинів солей церію в лужному середовищі. Розмір частинок оксиду церію визначали методом трансмісійної електронної мікроскопії.

Результати. Отримані наночастинки оксиду церію на вуглецевих і галоізитних нанотрубках, каоліні та в розчині з використанням золь-гель методу.

Наукова новизна. Запропоновано метод кількісного порівняння структуроформуючої дії темплатів на розмір часток при ідентичних умовах їх синтезу.

Практична значимість. Показано, що шляхом використання органічних темплатів і ультразвукової обробки в процесі синтезу можна зменшувати розмір наночастинок.

Ключові слова: синтез, темплат, нанотрубки, каолін, оксид церію, розмір часток.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРОФОРМИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ТЕМПЛАТОВ НА СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ

БРИЧКА А.В., БРИЧКА С.Я.

Институт химии поверхности им. А.А. Чуйко НАН Украины

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование влияния темплатов на размер наночастиц двуокиси церия.

Методика. Наночастицы оксида церия получены на угле, силикате алюминия, нанотрубках, каолине и в растворе методом химического осаждения из растворов солей церия в щелочной среде. Размер частиц оксида церия определяли методом трансмиссионной электронной микроскопии.

Результаты. Получены наночастицы оксида церия на углеродных и галоизитных нанотрубках, каолин и в растворе с использованием золь-гель метода

Научная новизна. Предложен метод количественного сравнения структуроформирующего действия темплатов на размер частиц при идентичных условиях их синтеза.

Практическая значимость. Показано, что путем использования органических темплатов и ультразвуковой обработки в процессе синтеза можно уменьшать размер наночастиц

Ключевые слова: синтез, темплат, нанотрубки, каолин, оксид церия, размер частиц.

УДК 677.027.43

ГАРАНІНА О. О., ПАНАСЮК І. В.

Київський національний університет технологій та дизайну

**ФАРБУВАННЯ ПОЛІАМІДНИХ ВОЛОКНИСТИХ
МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОЛОГІЧНО
АКТИВНИХ НАПІВПРОДУКТІВ В ЯКОСТІ
ІНТЕНСИФІКАТОРІВ ЗАБАРВЛЕННЯ**

Мета. Дослідження впливу біологічно-активних напівпродуктів в якості інтенсифікаторів при фарбуванні поліамідних волокнистих матеріалів.

Методика. Використано електронні спектри поглинання розчинів поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених представниками антрахінонових та азобарвників з додаванням біологічно-активних напівпродуктів в якості інтенсифікаторів.

Результати. Показана можливість використання антибактеріальних і антимікозних препаратів широкої дії в якості інтенсифікаторів процесу фарбування поліамідних волокнистих матеріалів.

Наукова новизна. Встановлені залежності інтенсивностей забарвлення від введення біологічно-активних напівпродуктів в якості інтенсифікаторів.

Практична значимість. Відбувається інтенсифікація забарвлення при використанні біологічно-активних напівпродуктів з одночасним наданням антибактеріального ефекту.

Ключові слова. Інтенсифікатор, резорцин, β – нафтол, триклозан, поліамідні волокнисті матеріали.

Вступ. Текстиль та медицина - поєднання цих понять сьогодні безумовне. Текстиль в медичній практиці традиційно використовується для виготовлення перев'язувальних матеріалів, текстильних матеріалів різного побутового призначення, одягу [1-3]. Ефективність застосування текстильних матеріалів для медичного призначення зумовлена такими факторами, як висока сорбційна здатність, еластичність, драпіруємість (прилягання до поверхні складної форми), повітропроникність і іншими цінними якостями [3].

Постановка завдання. «Хімічні» методи отримання нанотекстиля з антибактеріальними властивостями можуть бути реалізовані на існуючому обладнанні в рамках опоряджувального виробництва при невеликих температурах [4-6]. Найбільш перспективним в опоряджувальному виробництві є використання барвників або текстильно-допоміжних сполук (ТДС), бактерицидність яких відома і мало вивчена [7,8]. Відповідно, використання підходу, який передбачає сорбцію лікарських препаратів або речовин з відомою бактерицидною і (або) фунгіцидною дією, з перевіреною багаторічною практикою безпечності на організм людини взагалі і на його шкірні покриви, зокрема, представляється кращим напрямком.

Результати дослідження. Робота спрямована на дослідження можливості використання бактерицидного препарату з відомою дією в наступних напрямках: інтенсифікація процесу фарбування синтетичних волокнистих матеріалів і паралельне надання їм бактерицидних і фунгіцидних властивостей. Експериментальні дослідження проводилися з використанням резорцину (класичний протигрибковий препарат, який широко використовується в медицині), 2-нафтолу (має антибактеріальну дію (кишкова паличка, сальмонела, шигелла)) і триклозану (антибактеріальний препарат широкого спектра дії). Для

дослідження впливу домішок органічного походження на нафарбовуваність поліамідних волокнистих матеріалів при фарбуванні дисперсними барвниками були отримані зразки поліамідних волокнистих матеріалів забарвлені без введення домішок і з їх введенням у фарбувальну ванну. Для подальшого аналізу в роботі застосовували метод електронної спектроскопії. Електронні спектри поглинання розчинів в сірчаній кислоті поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсними барвниками, наведені на рисунку 1.

У видимій області спектра при фарбуванні представником антрахінонових барвників (рис. 1) і азобарвників (рис 2) спостерігається зміна показників оптичної густини при довжині хвилі, що відповідає максимуму поглинання даного барвника для розчинів зразків, забарвлених з введенням у фарбувальну ванну домішок резорцину.

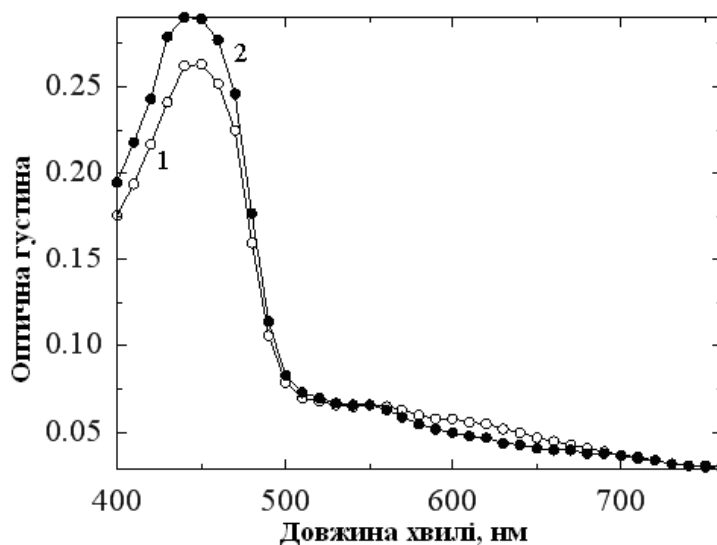


Рис.1. Електронні спектри поглинання розчинів поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним червоним 2С. Криві: 1 - фарбування за звичайним режимом; 2 - фарбування в присутності резорцину

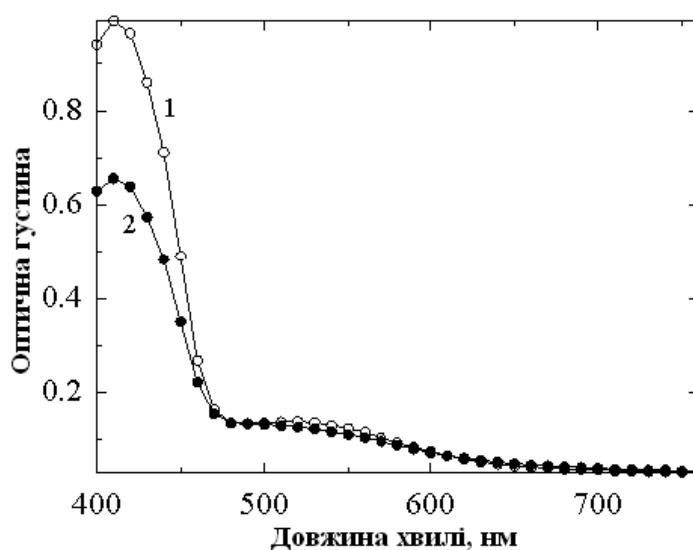


Рис.2. Електронні спектри поглинання розчинів поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним «алим» Ж. Криві: 1 - фарбування за звичайним режимом; 2 - з введенням у фарбувальну ванну резорцину

При фарбуванні поліамідних полотен дисперсним «алим» Ж спостерігається значне підвищення оптичної густини, а для поліамідних полотен, забарвлених дисперсним червоним 2С спостерігається збільшення оптичної густини в 1,1 рази. Співставлення зміни оптичної густини (відображає загальну кількість барвника на волокні) і зображення забарвлених полотен (відображають кількість барвника на поверхні волокна) показують, що добавка резорцину призводить до збільшення кількості барвника, який дифундує в глиб волокна.

Більш чітко різниця видна при проведенні процесу фарбування дисперсним «алим» Ж. Більш насичені зразки за показниками оптичної густини характерні для волокнистих матеріалів, забарвлених з введенням у фарбувальну ванну добавок резорцину. Екстремум поглинання не зміщується при введенні резорцину, як наслідок, основною причиною збільшення сорбції барвника є набухання волокна в фенолі, а не утворенню комплексу барвника з фенолом. Електронні спектри поглинання розчинів в сірчаній кислоті поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним червоним 2С протягом 2 хвилин наведені приведені на рис.3.

Електронні спектри поглинання розчинів в сірчаній кислоті поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним червоним 2С показують значне підвищення показників оптичної густини при введенні у фарбувальну ванну добавок β - нафтола, як і в разі введення в фарбувальну ванну добавок резорцину. Фарбування в присутності β - нафтола змінює характер електронного спектра барвника, що дозволяє припустити утворення молекулярних сполук барвника з β - нафтолом.

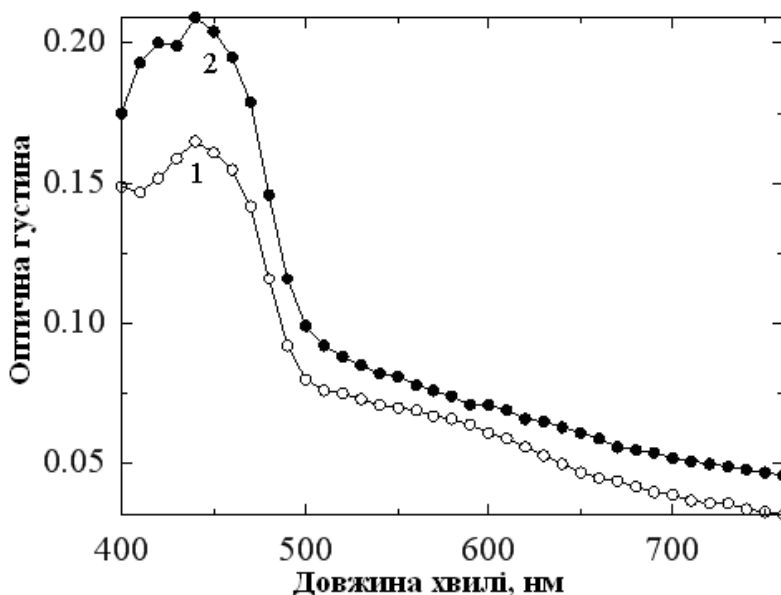


Рис.3. Електронні спектри поглинання розчинів поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним червоним 2С. Криві: 1 – фарбування 2 хв.; 2 – фарбування 2 хв. з β – нафтолом

Цікавим є порівняльний аналіз електронних спектрів зразків поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним червоним 2С при введенні резорцину і при введенні β - нафтола, а також і без введення додаткових добавок органічного походження в фарбувальну

ванну. На рисунку 4 наведені електронні спектри поглинання розчинів в сірчаній кислоті поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним червоним 2С при введенні резорцину і при введенні β - нафтолу, а також і без введення додаткових домішок органічного походження в фарбувальну ванну.

Електронні спектри поглинання розчинів в сірчаній кислоті поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним червоним 2С вказують на те, що введення в фарбувальну ванну домішок β -нафтол більш доцільно з позицій отримання більш насичених кольорів при інших рівних умовах: кількість барвника на волокні майже в два рази більше при використанні в якості інтенсифікатора β -нафтолу. Введення в фарбувальну ванну добавок β - нафтолу підвищують показники оптичної густини і мають, при цьому, більш чітко виражений характер. Фарбування в присутності β - нафтолу змінює характер електронного спектра барвника, що дозволяє припустити утворення молекулярних сполук барвника з β - нафтолом.

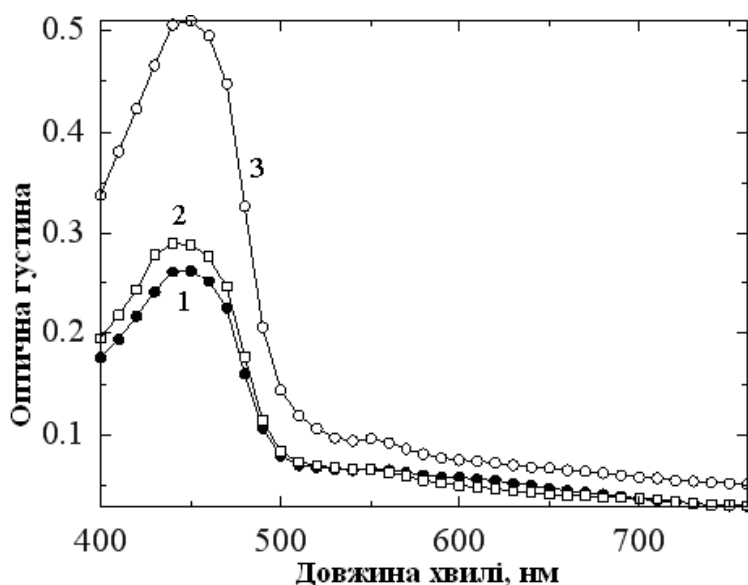


Рис.4. Електронні спектри поглинання розчинів поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним червоним 2С. Криві: 1 – фарбування за звичайним режимом; 2 – фарбування в присутності резорцину; 3 – фарбування в присутності β – нафтолу

Електронні спектри забарвлених зразків волокнистих матеріалів дисперсним червоним 2С протягом 2 хвилин з введенням домішок триклозану наведені на рис.5 для поліамідних волокнистих матеріалів.

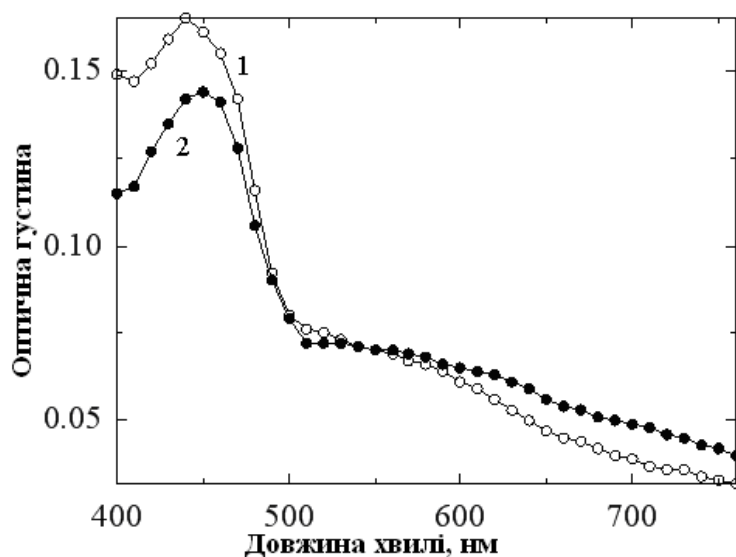


Рис.5 Електронні спектри поглинання розчинів поліамідних волокнистих матеріалів, забарвлених дисперсним червоним 2С. Криві: 1 – звичайне фарбування; 2 – фарбування з триклозаном

Для поліамідних волокнистих матеріалів введення в фарбувальну ванну триклозану зменшує величину оптичної густини розчинів забарвлених волокнистих матеріалів у всій видимій області спектра. Хоча триклозан і є аналогічно резорцину, β - нафтолу фенолом і таким класичним переносникам як орто- і пара- фенілфеноли, він не проявляє властивості переносника, він конкурує з дисперсним барвником як з групи азобарвників, так і з групи антрахінонових дисперсних барвників.

Висновки. Показана можливість використання антибактеріальних і антимікозних препаратів широкої дії в якості інтенсифікаторів процесу фарбування синтетичних волокон на прикладі поліамідних волокнистих матеріалів для представників антрахінонових і азобарвників. Відмічено, що здатність прискорювати сорбцію дисперсних барвників зменшується в ряду фенолів β - нафтол, резорцин, триклозан.

Список використаної літератури

1. Zille A. Application of nanotechnology in antimicrobial finishing of biomedical textiles / A. Zille, L. Almeida, T. Amorim, N. Carneiro, M. F. Esteves, C. J. Silva, A. P. Souto // Mater. Res. Express – 2014. – Vol. 1. – P. 032003
2. Tang B. Multifunctionalization of cotton through in situ green synthesis of silver nanoparticles / B. Tang, J. Kaur, L. Lu Sun, X.Wang // Cellulose –2013. Vol. 20. — P. 3053 – 3065.
3. Schindler W. D. Chemical finishing of textiles / W. D. Schindler, P. J. Hauser - Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd., 2004. – 213 p.
4. Wei Q. Surface modification of textiles / Q. Wei // Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited, 2009. – 337 p.
5. Wenzel R.N. Resistance of solid surfaces to wetting by water / R.N.Wenzel // Ind. Eng. Chem. – 1936. – Vol. 28. – № 8. - P. 988-994.
6. Barthlott W. Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces / W.Barthlott, C.Neinhuis // Planta. – 1997. – Vol. 202. - P. 1-8.
7. Adolfsson-Erici Triclosan, A Commonly Used Bactericide Found in Human Milk and in the Aquatic Environment, in Abstracts of Dioxin / Adolfsson-Erici, M.Patterson, J.Parkkonen, J

Sturve // 20th International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and POP's. – 2000. - Monterey, CA. , Volume 48.

8. Ali A. Abdel Hafez, Ibrahim M. A. Awad Azo-Dyes Related to 5-sulphonylpiperidino and /or Morpholino-8-Quinolinol // Dyes and Pigments. 1992. P. 20. 197-209.

References

1. Zille A. Application of nanotechnology in antimicrobial finishing of biomedical textiles / A. Zille, L. Almeida, T. Amorim, N. Carneiro, M. F. Esteves, C. J. Silva, A. P. Souto // Mater. Res. Express – 2014. – Vol. 1. – P. 032003

2. Tang B. Multifunctionalization of cotton through in situ green synthesis of silver nanoparticles / B. Tang, J. Kaur, L. Lu Sun, X.Wang // Cellulose –2013. Vol. 20. — P. 3053 – 3065.

3. Schindler W. D. Chemical finishing of textiles / W. D. Schindler, P. J. Hauser - Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd., 2004. – 213 p.

4. Wei Q. Surface modification of textiles / Q. Wei // Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited, 2009. – 337 p.

5. Wenzel R.N. Resistance of solid surfaces to wetting by water / R.N.Wenzel // Ind. Eng. Chem. – 1936. – Vol. 28. – № 8. - P. 988-994.

6. Barthlott W. Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces / W.Barthlott, C.Neinhuis // Planta. – 1997. – Vol. 202. - P. 1-8.

7. Adolfsson-Erici Triclosan, A Commonly Used Bactericide Found in Human Milk and in the Aquatic Environment, in Abstracts of Dioxin / Adolfsson-Erici, M.Patterson, J.Parkkonen, J Sturve // 20th International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and POP's. – 2000. - Monterey, CA. , Volume 48.

8. Ali A. Abdel Hafez, Ibrahim M. A. Awad Azo-Dyes Related to 5-sulphonylpiperidino and /or Morpholino-8-Quinolinol // Dyes and Pigments. 1992. P. 20. 197-209

КРАШЕНИЕ ПОЛИАМИДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ ПОЛУПРОДУКТОВ В КАЧЕСТВЕ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ КРАШЕНИЯ

ГАРАНИНА О. О., ПАНАСЮК І. В.

Київський національний університет технологій та дизайну

Цель. Исследование влияния биологически активных полупродуктов в качестве интенсификаторов при крашении полиамидных волокнистых материалов.

Методика. Использованы электронные спектры поглощения растворов полиамидных волокнистых материалов, окрашенных представителями антрахиноновых и азокрасителей с добавлением биологически активных полупродуктов в качестве интенсификаторов.

Результаты. Показана возможность использования антибактериальных и антимикозных препаратов широкого действия в качестве интенсификаторов процесса крашения полиамидных волокнистых материалов.

Научная новизна. Установлены зависимости интенсивностей окраски от введения биологически активных полупродуктов в качестве интенсификаторов.

Практическая значимость. Происходит интенсификация окраски при использовании биологически активных полупродуктов с одновременным предоставлением антибактериального эффекта.

Ключевые слова. Интенсификатор, резорцин, β - нафтол, триклозан, полиамидные волокнистые материалы.

**DYEING OF POLYAMIDE FIBER MATERIALS WITH USING BIOLOGICALLY-
ACTIVE SEMI-PRODUCTS AS INTENSIFIERS DYEING**

GARANINA O. O., PANASJUK I. V.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Research of the influence of biologically active semi-products as intensifiers in dyeing of polyamide fibrous materials.

Methodology. Used electronic absorption spectra of solutions of polyamide fibrous materials, which is dyed with representatives of anthraquinone and azo dyes with the addition of biologically active semi-products as intensifiers.

Findings. Is shown the possibility of using antibacterial and antimycotic drugs of wide action as intensifiers of the dyeing process of polyamide fibrous materials.

Originality. Were established dependences of color intensities when biologically active semi-products were introduced as intensifiers.

Practical value. Going intensification of coloring at the use of biologically active products with simultaneous provision of antibacterial effect.

Keywords. Intensifier, resorcinol, β -naphthol, triclosan, polyamide fibrous materials.

УДК 677.494.742.3

БУДАШ Ю. О.

Київський національний університет технологій та дизайну

ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ АЕРОДИНАМІЧНОМУ ФОРМУВАННІ ПП ВОЛОКОН

Мета. Підвищення фізико-механічних характеристик ПП волокон за рахунок удосконалення конструкції шахти та умов охолодження струменів при фільтрному витягуванні.

Методика. Отримання ПП волокон здійснювали методом екструзії на промисловій екструдерній лінії для виробництва нетканих матеріалів аеродинамічним способом фірми «Rhone Poulenc Fibers». Фізико-механічні характеристики волокон визначали за стандартними методами випробувань. Для визначення діаметру волокон використовували метод оптичної мікроскопії з наступним аналізом зображень та статистичною обробкою даних.

Результати. Визначені основні технологічні фактори, що впливають на фізико-механічні властивості ПП волокон і нетканих матеріалів, що отримують аеродинамічним методом формування. Запропонована вдосконалена конструкція шахти охолодження, яка може забезпечити зростання відносної міцності сформованих ПП волокон ~ на 28% в порівнянні зі стандартною шахтою.

Наукова новизна. Визначена залежність діаметру ПП волокон та їх фізико-механічних характеристик, отриманих в умовах аеродинамічного методу формування від способу їх охолодження при фільтрному витягуванні.

Практична значимість. Використання вдосконаленої конструкції шахти охолодження може забезпечити підвищення міцнісних властивостей ПП волокон і, як наслідок, покращення якості НМ, що отримують аеродинамічним методом формування.

Ключові слова: нетканий матеріал, волокно, ежектор, поліпропілен, аеродинамічне формування, Spunbond.

Одним з найбільш швидкозростаючих продуктів серед нетканих матеріалів (НМ) на світовому ринку є матеріали, що отримують аеродинамічним методом за технологією «Spunbond» [1-3]. Особливістю цього методу є реалізація екструзії, формування, фільтрного витягування волокон, утворення нетканого полотна та його скріплення в неперервному процесі.

Залежно від поверхневої щільності, НМ вироблені за цією технологією, мають широкий спектр споживання:

- виробництво виробів медичного й санітарно-гігієнічного призначення;
- геотекстильні матеріали (будівництво доріг, зміцнення берегів річок);
- у меблевій промисловості.

Сучасні дослідження в цьому напрямку стосуються вдосконалення процесів формування та скріплення полотен [4, 5], моделювання окремих стадій формування волокон [6-8], одержання волокон із полімерних сумішей [9] та біодеградабельних полімерів [10].

Вказане вище зумовлює доцільність проведення досліджень в області отримання волокон та нетканих матеріалів аеродинамічним методом.

Постановка завдання. Можна виділити декілька основних технологічних факторів, що впливають на фізико-механічні властивості волокон і НМ, що отримують таким методом:

- властивості полімеру, що використовується для формування (спосіб одержання, показник текучості розплаву, молекулярно-масовий розподіл);
- температурні умови процесу екструзії;
- об'ємна витрата розплаву на робоче місце;
- кількість, розміщення та геометричні параметри формуючих отворів фільтри;
- умови фільтрної витяжки струменів (кратність фільтрної витяжки (КФВ) та довжина зони фільтрного витягування);
- умови охолодження волокон при фільтрній витяжці (спосіб подачі повітря та розмір зони охолодження, об'єм, температура, вологість і напрямок руху повітря, що подається на охолодження).
- конструкція аеродинамічного ежектора, тиск, температура та вологість повітря, що в нього подається.
- умови транспортування пучка волокон на ділянці ежектор - дефлектор.
- параметри процесу формування нетканого полотна дефлекторами.
- параметри процесу скріплення полотна.

Мета роботи – підвищення фізико-механічних характеристик ПП волокон за рахунок удосконалення конструкції шахти та умов охолодження струменів при формуванні та фільтрному витягуванні.

Методологія досліджень.

Основною сировиною для отримання НМ був ізотактичний поліпропілен «Толен» марки 21270Д-16К з ПТР (230°C, 21,17 Н) 27 г/10 хв (ПП). Зразки ПП волокон та волокнистих матеріалів були отримані на промисловій екструдерній лінії для виробництва нетканних матеріалів аеродинамічним способом (метод «Spunbond», мультиежекторна система «Docan») фірми «Rhone Poulenc Fibers», що встановлена на ВАТ «Пінема» (Білорусь). Умови формування волокон наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Технологічні параметри формування ПП волокон за способом «Docan»

№ п/п	Показник	Значення
1	Температура зон екструдера, °C	230-250
2	Температура на виході з екструдера, °C	250
3	Температура балки формування, °C	265
4	Тиск на вході дозуючого насоса, кг/см ²	30
5	Дозуючий насос НШ-30, продуктивність, см ³ /хв	510
6	Число обертів дозуючого насоса, об/хв	17
7	Фільтра. Число отворів/діаметр капіляра(мм)/(L/D)	160/0,55/2
8	Витрата повітря охолодження, м ³ /год	500
9	Температура повітря охолодження, °C	20
10	Відносна вологість повітря охолодження, %	70
11	Тиск повітря в ежекторі, не більше, кгс/см ²	6
12	Відстань фільтра - ежектор, м	3,5
13	Температура повітря в ежекторі, °C	25

Для визначення фізико-механічних характеристик окремих філаментів використовували мікротестер «Instron 5942». Система привода з високоточним вимірюванням навантаження дозволяє проводити випробування в низькому діапазоні значень навантаження (від 2 мН). Для визначення фізико-механічних характеристик пучків ПП волокон використовували розривну машину РМ-3-1 при постійній (100 мм/хв) швидкості опускання нижнього затиску. Для одного зразка проводили не менше 30-ти паралельних вимірів. При цьому, відносна похибка середнього арифметичного (довірча ймовірність 0,95) не перевищувала 5%. Для визначення діаметру волокон використовували метод аналізу зображень з наступною статистичною обробкою отриманих даних.

Результати дослідження. В мультиежекторному способі «Dosaп», розтягнення струменів відбувається під дією високошвидкісного потоку повітря, створюваного аеродинамічним ежектором, в який заправляються волокна після шахти охолодження. Затвердіння волокон повністю закінчується до їх надходження в ежектор. Пучок волокон, що виходить з ежектора розподіляється на сітковому транспортері за допомогою механічних пристроїв у вигляді лопаток (дефлекторів), які на високій швидкості розкладають волокна на приймаючому транспортері. Процес охолодження волокон за системою «Dosaп» здійснюється за допомогою спеціальної шахти, встановленої безпосередньо під фільєрою. У цій схемі, режим охолодження пучка струменів, що витікають із фільєри, визначається умовами в шахті, де за рахунок радіальної обдувки повітрям може бути створено температурне поле з регульованим градієнтом.

В роботі запропоновано кілька варіантів експериментальних конструкцій охолоджувальних шахт, що розміщувались безпосередньо під фільєрним комплектом. Загалом, випробувані 4 варіанти конструкцій (рис. 1):

1. Стандартна шахта радіальної обдувки (ОС) у вигляді одношарової циліндричної сітки з перфорованого листа (рис. 1а).

2. Шахта радіальної обдувки у вигляді тришарової металевої сітки просічно-втяжного типу (РОТШ). Стінки комірок у сітці просічно-втяжного типу розташовані під кутом до поверхні, що сприяє певному напрямку руху охолоджуючого повітря, що подається через неї. Розмір комірок сіток (від внутрішнього до зовнішнього циліндра) - 1,5x4,0 мм – >2.0x8.0 мм → 3,2x13,4 мм (рис. 1б).

3. Шахта поперечної обдувки (ПО), у вигляді прямокутного короба. Одна з сторін короба була виконана з перфорованого сталюого листа Rv 5-7 і слугувала для підведення охолоджувального повітря перпендикулярно пучку струменів, що формувались (рис. 1в).

4. Шахта радіальної обдувки (РОПЦ), що представляла собою подвійний циліндр з перфорованого сталюого листа Rv 5-7, та Rg 8-12 (внутрішній та зовнішній шар відповідно). В міжциліндровому просторі розміщувались направляючі елементи у вигляді усіченого конусу, що забезпечували подачу охолоджувального повітря через внутрішній шар шахти під заданим кутом ($\sim 45^0$) до напрямку руху пучка волокон. (рис. 1г).

Результати досліджень впливу конструкції шахти охолодження на фізико-механічні властивості волокон представлені в табл. 2 та на рис. 2.

Таблиця 2.

Фізико-механічні властивості ПП волокон, одержаних при різних способах охолодження

Варіант	Конструкція шахти охолодження	Середній діаметр філамента, мкм	Лінійна густина, текс	Абс. міцність філам., гс	Розр. подовження, %	Відн. міцність, мН/текс
а	Рад. обдувка, одношарова сітка	27.8	0.55	12.2	190	216.7
б	Рад.обдувка, трьохшарова сітка	29.1	0.61	13	125	210.7
в	Поперечна обдувка	25.9	0.48	10.1	170	206.7
г	Рад.обдувка, подвійний циліндр	24.1	0.41	11.5	105	271.8

З представлених даних видно, що для варіантів обдувки а–в суттєвих змін міцнісних характеристик волокон не спостерігається. Помітне зменшення розривного подовження по відношенню до стандартного способу обдувки спостерігається тільки при використанні трьохшарової сітки в шахті охолодження (варіант б).

Найбільше значення відносної міцності, а також найменше значення розривного

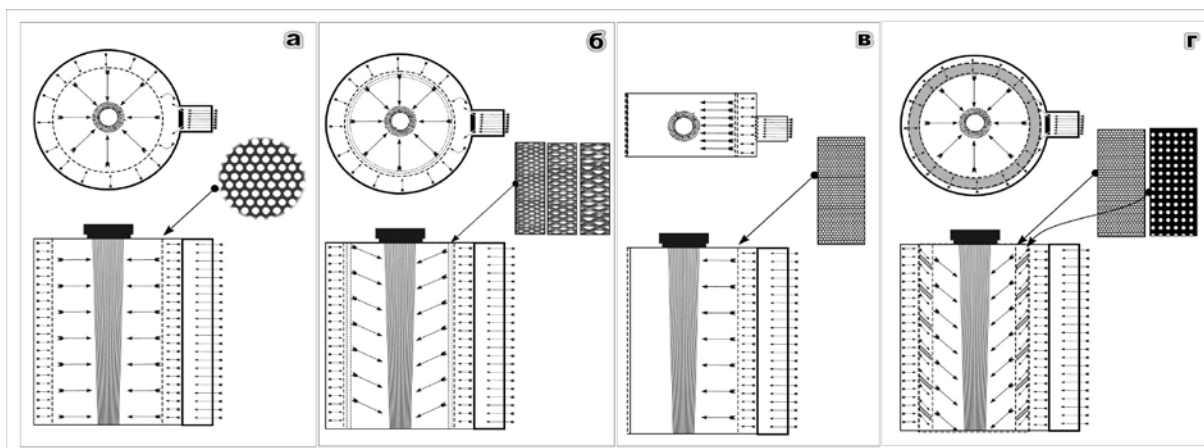


Рис.1. Експериментальні конструкції шахт охолодження ПП волокон: а) радіальна обдувка, одношарова сітка; б) радіальна обдувка, трьохшарова сітка; в) поперечна обдувка; г) радіальна обдувка, подвійний циліндр з направляючими елементами

подовження спостерігається при використанні шахти у вигляді подвійного циліндра з перехідними отворами та направляючими елементами. В цьому випадку, відносна міцність сформованих ПП волокон, приблизно на 28% більша, ніж при використанні стандартної шахти.

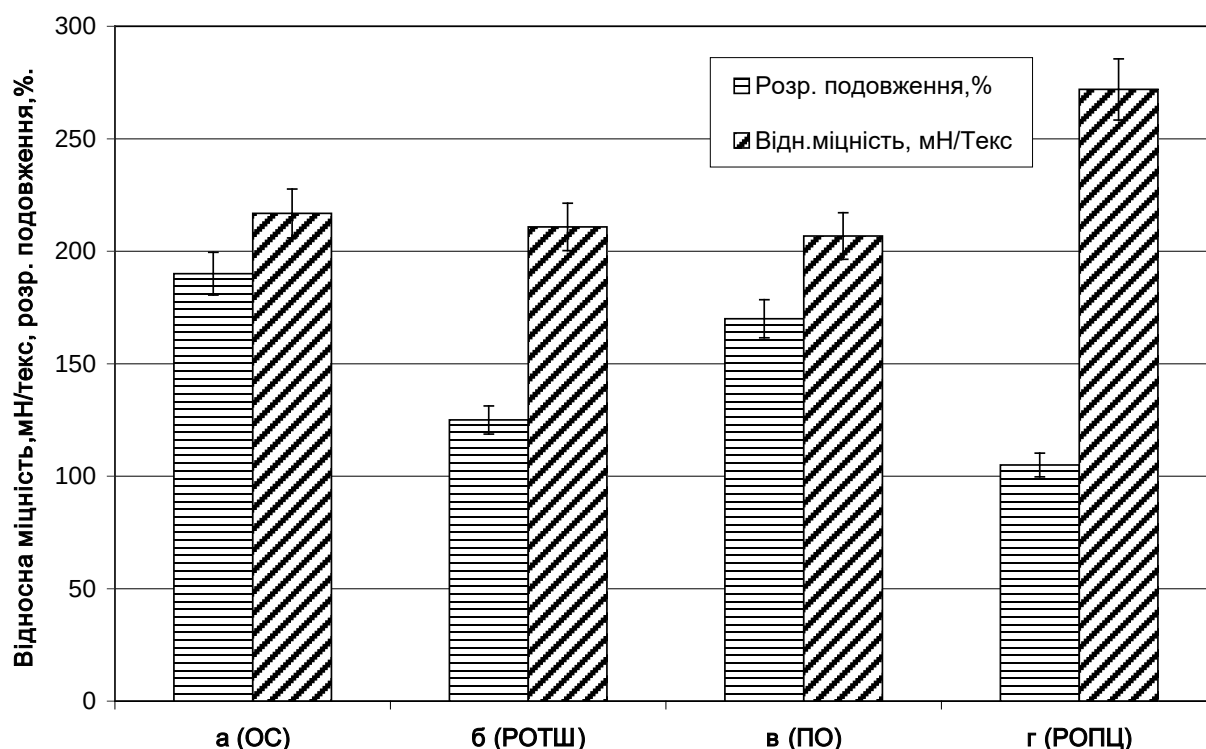


Рис.2. Вплив конструкції шахти охолодження на фізико-механічні властивості ПП волокон

Звертає на себе увагу те, що для варіанту обдувки (г) спостерігається також найменше серед досліджених конструкцій значення лінійної густини сформованих філаментів. Це є свідченням реалізації при даних умовах формування найбільшого значення КФВ волокон.

Слід зазначити, що на відміну від традиційного способу формування волокон, в якому швидкість прийому жорстко задається, швидкість відведення волокон при аеродинамічному формуванні не є величиною фіксованою. Вона визначається трьома основними факторами:

- реологічними властивостями розплаву, що витікає з формуючого отвору;
- зусиллям, яке прикладається до пучка волокон при дії на нього струменя стисненого повітря в аеродинамічному ежекторі;
- напруженням, що виникає в струмені, в процесі фільтрального витягування та охолодження на ділянці фільтра - ежектор.

Останній комплексний фактор є відображенням складного динамічного процесу поздовжнього розтягання струменя в умовах зміни його температури і протікання в ньому структуроутворення в процесі охолодження.

Найбільше значення відносної міцності та найменші значення розривного подовження й лінійної густини волокон, які реалізуються для варіанту (г) шахти охолодження, можуть бути наслідком більш якісних умов радіальної обдувки при використанні розподільчих і направляючих елементів в її конструкції.

Треба підкреслити, що забезпечення якісних рівномірних умов радіальної обдувки вимагає створення певного перепаду тиску між внутрішньою й зовнішньою частинами шахти охолодження. Це вимагає врахування, при використанні на одному агрегаті формування шахт різних конструкцій, необхідності забезпечення певної об'ємної витрати повітря, та

виключити можливість його перерозподілу на стандартні місця із суттєво меншим опором потоку.

Таким чином, запропонована конструкція шахти охолодження при формуванні ПП волокон у вигляді подвійного перфорованого циліндра з направляючими елементами, дозволяє забезпечити більш високі міцнісні показники волокон, в порівнянні з традиційним способом охолодження.

Підвищення фізико-механічних характеристик ПП волокон, що одержують аеродинамічним методом, можливе також за рахунок регулювання інших технологічних параметрів процесу формування. Це може бути предметом подальших досліджень у цьому напрямку.

Висновки. Визначені основні технологічні фактори, що впливають на фізико-механічні властивості ПП волокон і нетканих матеріалів, які отримують аеродинамічним методом формування.

Запропонована вдосконалена конструкція шахти охолодження у вигляді подвійного перфорованого циліндра з направляючими елементами, яка може забезпечити зростання відносної міцності сформованих ПП волокон ~ на 28% в порівнянні зі стандартною шахтою.

Подяка

Автор статті щиро дякує к.т.н. Маласаю Д. П. за допомогу у проведенні досліджень та участь у обговоренні результатів.

Список використаної літератури

1. Russell S. J. Handbook of nonwovens / S. J. Russell. — CRC Press, 2007. — 530 p.
2. Chapman R. Applications of nonwovens in technical textiles / R. Chapman. — Woodhead Publishing in association with the Textile Institute, 2010. — 212 p.
3. Lim H. A review of spunbond process / H. Lim // Journal of Textile and Apparel, Technology and Management. — 2010. — Vol. 6, No. 3. — P. 1–13.
4. Battocchio F. Fibre behaviour in the spunbonding process. Part I: characterisation of air flow and fibre motion in the diffuser / F. Battocchio, M. Sutcliffe, F. Teschner // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science. — 2015.
5. Fedorova N. Strength optimization of thermally bonded spunbond nonwovens / N. Fedorova, S. Verenich, B. Pourdeyhimi // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. — 2007. — Vol. 2. — P. 38–48.
6. Battocchio F. Fibre behaviour in the spunbonding process. Part II: modelling fibre dynamics in the diffuser / F. Battocchio, M. Sutcliffe, F. Teschner // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science. — 2017. — Vol. 231, No. 3. — P. 407–417.
7. Zhao B. Modeling polypropylene polymer air drawing in the spunbonding nonwoven process / B. Zhao // International Journal of Clothing Science and Technology. — 2014. — Vol. 26, No. 2. — P. 184–194.
8. Zhao B. Predicting the fiber diameter of spunbonding nonwovens fabrics by means of physical model, statistical method and artificial neural network theory / B. Zhao // International Journal of Clothing Science and Technology. — 2015. — Vol. 27, No. 2. — P. 262–271.

9. Wang M. The influence of drawing pressure on the properties of PET/PA6 bicomponent spunbonded fibers / M. Wang, B. Yu, J. Han[et al.] // Journal of Industrial Textiles. — 2017. — Vol. 46, No. 5. — P. 1281–1293.

10. Liu Q. Structure and mechanical property of polylactide fibers manufactured by air drawing / Q. Liu, Y. Sun, S. Xia[et al.] // Textile Research Journal. — 2016. — Vol. 86, No. 9. — P. 948–959.

References

1. Russell S. J. Handbook of nonwovens / S. J. Russell. — CRC Press, 2007. — 530 p.
2. Chapman R. Applications of nonwovens in technical textiles / R. Chapman. — Woodhead Publishing in association with the Textile Institute, 2010. — 212 p.
3. Lim H. A review of spunbond process / H. Lim // Journal of Textile and Apparel, Technology and Management. — 2010. — Vol. 6, No. 3. — P. 1–13.
4. Battocchio F. Fibre behaviour in the spunbonding process. Part I: characterisation of air flow and fibre motion in the diffuser / F. Battocchio, M. Sutcliffe, F. Teschner // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science. — 2015.
5. Fedorova N. Strength optimization of thermally bonded spunbond nonwovens / N. Fedorova, S. Verenich, B. Pourdeyhimi // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. — 2007. — Vol. 2. — P. 38–48.
6. Battocchio F. Fibre behaviour in the spunbonding process. Part II: modelling fibre dynamics in the diffuser / F. Battocchio, M. Sutcliffe, F. Teschner // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science. — 2017. — Vol. 231, No. 3. — P. 407–417.
7. Zhao B. Modeling polypropylene polymer air drawing in the spunbonding nonwoven process / B. Zhao // International Journal of Clothing Science and Technology. — 2014. — Vol. 26, No. 2. — P. 184–194.
8. Zhao B. Predicting the fiber diameter of spunbonding nonwovens fabrics by means of physical model, statistical method and artificial neural network theory / B. Zhao // International Journal of Clothing Science and Technology. — 2015. — Vol. 27, No. 2. — P. 262–271.
9. Wang M. The influence of drawing pressure on the properties of PET/PA6 bicomponent spunbonded fibers / M. Wang, B. Yu, J. Han[et al.] // Journal of Industrial Textiles. — 2017. — Vol. 46, No. 5. — P. 1281–1293.
10. Liu Q. Structure and mechanical property of polylactide fibers manufactured by air drawing / Q. Liu, Y. Sun, S. Xia[et al.] // Textile Research Journal. — 2016. — Vol. 86, No. 9. — P. 948–959.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ ФОРМОВАНИИ ПП ВОЛОКОН БУДАШ Ю. А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Повышение физико-механических характеристик ПП волокон за счет усовершенствования конструкции шахты и условий охлаждения струй при фильерном вытягивании.

Методика. Получение ПП волокон осуществляли методом экструзии на промышленной линии для производства нетканых материалов аэродинамическим способом. Физико-механические характеристики волокон определяли стандартными методами

испытаний. Для определения диаметра волокон использовали методы оптической микроскопии, анализа изображений и статистической обработки данных.

Результаты. Определены основные технологические факторы, влияющие на физико-механические свойства ПП волокон и нетканых материалов, получаемых аэродинамическим методом формования. Предложена усовершенствованная конструкция шахты охлаждения, которая может обеспечить увеличение относительной прочности волокон ~ на 28% в сравнении со стандартной шахтой.

Научная новизна. Определена зависимость диаметра ПП волокон и их физико-механических характеристик, полученных в условиях аэродинамического формования, от способа их охлаждения при фильерном вытягивании.

Практическая значимость. Использование усовершенствованной конструкции шахты охлаждения может обеспечить повышение прочностных свойств ПП волокон и, как следствие, улучшение качества нетканых материалов, получаемых аэродинамическим методом формования.

Ключевые слова: нетканый материал, волокно, эжектор, полипропилен, аэродинамическое формование, Spunbond.

IMPROVEMENT OF THE COOLING METHOD OF HIGH-SPEED AERODYNAMIC FORMATION OF PP FIBERS

BUDASH Yu. O.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Increase of mechanical characteristics of PP fibers due to improvement of mine design and cooling conditions of jets during spun drawing.

Method. The production of PP fibers was carried out by extrusion on an industrial line for the production of non-woven materials by the aerodynamic method. The physical and mechanical characteristics of the fibers were determined by standard test methods. To determine the fiber diameter, optical microscopy, image analysis and statistical data processing were used.

Results. The main technological factors affecting the physical and mechanical properties of PP fibers and nonwoven materials produced by the aerodynamic molding method are determined. An improved design of the cooling shaft is proposed, which can provide an increase in the relative strength of the fibers ~ by 28% in comparison with the standard shaft.

Scientific innovation. The dependence of the diameter of the PP fibers and their characteristics obtained under the conditions of aerodynamic formation on the method of their cooling during spun drawing is determined.

Practical value. The use of an improved design of the cooling shaft can improve the strength properties of PP fibers and improve the quality of nonwoven materials produced by the aerodynamic formation method.

Keywords: nonwoven fabric, fiber, ejector, polypropylene, aerodynamic formation, spunbond.

УДК 7.012:001.891

ДАВИДЕНКО І.В., ЗУБКОВА Л.І.

Київський національний університет технологій та дизайну

НОВАЦІЇ МАДЛЕН ВІОНЕ В СУЧАСНІЙ ІНДУСТРІЇ МОДИ

Мета. Дослідження історичного досвіду формування індустрії моди на прикладі Модного дому Мадлен Віоне.

Методика. В науковій роботі використана комбінація методів ретроспективного і компаративного аналізу деяких аспектів модної індустрії в галузі брендингу та захисту авторських прав.

Результати. Розглянуті питання становлення Будинку мод як моделі економічно успішного та соціально-відповідального бізнесу. Визначено елементи формування брендингу компанії. Досліджено особливості співпраці дизайнера з виробниками та рітейлом. Сформульовано основні шляхи підсилення захисту продуктів дизайнерської творчості від копіювання.

Наукова новизна. Проведено аналіз впливу інноваційних впроваджень французького кутюр'є М. Віоне на становлення фешн-індустрії.

Практична значимість. Визначено доцільність врахування унікальних розробок Мадлен Віоне в сфері інтелектуальної власності, досвіду продажу продукції, формування та просування бренду.

Ключові слова: копірайт, плагіат, Будинок мод, дизайн, копії, модель, індустрія моди.

Вступ. Нинішні тенденції індустрії моди передбачають подальше зростання потреб в великій кількості одягу, який споживач все частіше обиратиме на конкурентній основі. Рекламні і маркетингові методи, у т.ч. візуальний мерчандайзинг та розповсюдження моди в друкованих виданнях, формують відповідний запит на одяг та підтримують високий рівень його продажу.

Водночас сучасне технологічне обладнання дозволяє зловмисникам з високою точністю копіювати дизайнерські вироби, що в епоху глобалізації загострює проблему поширення на ринку контрафактної продукції. При цьому, паразитуючи на інтелектуальній власності, шахраї можуть навіть збанкрутити окремі дизайнерські дома, товари яких витісняють з ринку контрафактні вироби.

«Популярність бренду VS плагіат» як проблемне поле почало формуватись на рубежі 1850 року, проте на екзистенційну проблему питання перетворилось з індустріально-технологічним стрибком суспільства, який відбувся після Першої світової війни. І в цьому контексті актуальним для сьогодення є дослідження генези прогресивних новацій дизайнерів того часу щодо захисту своїх інтелектуальних прав з екстраполяцією їх творчого доробку на перспективи розвитку сучасної індустрії моди.

Постановка завдання. Дослідити новації Модного дому Віоне, який зробив вагомий внесок у захист дизайнерських прав у період 1920-1937 рр.

Результати дослідження. Творчий доробок дизайнера Мадлен Віоне вражає актуальністю для сучасної індустрії моди запроваджених нею новацій. Зокрема, реалізований нею проект власного Модного дому в Парижі може вважатись прототипом сучасного соціально-відповідального бізнесу зі своєю корпоративною філософією. Так, після 10 років

функціонування свого Будинку мод М. Віоне у 1922 році у партнерстві з власником універмагу «Галері Лафает» Альфонсом Каном купує особняк на авеню Монтень і будує на задньому дворі нову надсучасну п'ятиповерхову будівлю, де розташувалися згодом всі її майстерні кутюра (в термінах сучасної економіки провела концентрацію виробництва), а також соціальна та медична інфраструктура – дотаційна їдальня, пенсійний фонд, безкоштовний медичний і стоматологічний кабінет для співробітників та їх сімей, а також ясла та гімназія. У Віоне існувало навіть власне туристичне бюро, яке допомагало персоналу організовувати відпустки, які дизайнер оплачувала. На той час це були абсолютно новаторські взаємини роботодавця з робітниками, кількість яких у 1926 році досягла 1200 осіб [2].

Намагаючись розширити коло своїх потенційних клієнтів Віоне також вдається до ряду революційних на той час заходів. Вона першою створює т.зв. «копірайт-альбоми» - каталоги зразків свої моделей, за якими будь-який клієнт міг замовити відповідний одяг. В альбомах представлені були фото моделей в трьох ракурсах з фіксацією унікального номера сукні (рис.1).



Рис. 1 Фото суконь для копірайт-альбомів

За своє творче життя Мадлен Віоне створила 75 таких альбомів, які у 1952 р. вона передала до UFAC (Союз французького мистецтва костюму) разом з колекцією у 120 суконь, малюнками і книгами з особистої бібліотеки. Вважається, що саме колекція Мадлен Віоне і її так звані «копірайт-альбоми» стали основою для створення знаменитого Музею моди і текстилю в Парижі [6].

Віоне показувала нові зимові колекції в серпні, а літні – в лютому. Кількість нових моделей за сезон доходила до 300 - 350 одиниць. Додаткові маленькі колекції, від 50 до 100 одиниць, показувалися у квітні і жовтні. Щоб захистити вибір кожного свого клієнта, Віоне часто представляла публіці дві окремі колекції в різний час, збільшуючи цим кількість своїх робіт.

Іншим напрямом розширення клієнтської бази дому Віоне стала активна розбудова взаємодії в трикутнику «кутюрье-швейна мануфактура-універмаг», яка оголила в індустрії моди проблему щодо балансу інтересів між дизайнером, з одного боку, та виробником і

продавцем – з іншого. Прогресивна роль Віоне виявилася в тому, що вона, відчуваючи запит споживачів на «одяг швидкого приготування», виступила фактичним засновником одягу «прет-а-порте». При цьому, однією з перших, дизайнер пройшла шлях від створення спеціалізованого бутика розкоші до відкриття у 1925 році лінії одягу одного розміру «для продажу в універмагах». Як Віоне їх рекламувала, «моделі від кутюр з подолом, що регулюється». Зазначена лінія готового плаття включала моделі, що були доступні в дев'яти кольорах і трьох розмірах. Сукні були розкуплені в найвідомішому в Америці універмазі John Wanamaker's за \$150, що складало 9% від середнього доходу сім'ї в США на той час [1].

Вторгнення Віоне на мейнстрім американської індустрії моди збільшило популярність її моделей, але симетрично зросла кількість копіювання як її проектів, так і техніки драпірування. Водночас, на відміну від типової прямої спідниці, драпіровку і крій одягу Віоне було складно повторити. Багато авторів спробували, але мало хто розумів тканину і геометрію крою так, як сама Мадлен Віоне. Копії її проектів були представлені як «тип Vionnet», «крій Vionnet», «натхнений Vionnet» або «виконаний в стилі Vionnet».

Журнал McCall уперше запропонував ліцензійні копії французьких дизайнів в 1927 році (рис.2).



Рис.2. Оригінальні лекала М.Віоне в американському журналі McCall

Плагіат завжди був проблемою високої моди і величезний успіх та популярність Мадлен Віоне зробили її відмінною мішенню для копіювальників, особливо з США. Віоне була впевнена, що копіювати і продавати як свої власні розробки інших – аморально, і вирішила це зупинити. На першому етапі вона активно використовує логотип (рис.3), який у 1919 році розробив італійський художник Ернесто Михаеллес (Таят) [4].

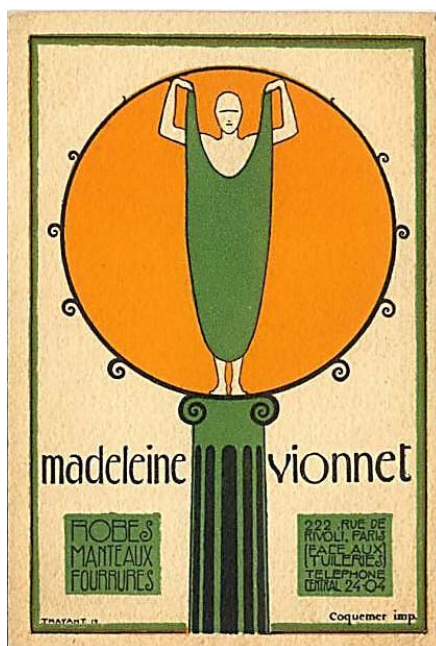


Рис.3. Логотип Madeleine Vionnet

Але створення логотипу тільки підбурювало зацікавленість виробників підробок. В 1921 році М.Віоне стала одним із фундаторів Асоціації по захисту образотворчого і прикладного мистецтва, метою якої була боротьба з копіювальниками.

31 грудня 1921 року Віоне виграла свій перший судовий процес проти двох кутюр'є, Demoiselle Millet й Veuve Boudreau, за звинуваченням у копіюванні ними своїх моделей [3].

В 1923 році компанія Віоне представила новий тип ярлика, який аутентифікував її костюми. Цей ярлик включав її підпис з відбитком великого пальця правої руки (рис.4).



Рис. 4. Ярлик на сукні Мадлен Віоне

Також кутюр'є в рамках боротьби з плагіатом запроваджувала технічні нововведення, які були занадто складними для копіювання. Віоне могла навмисно міняти моделі за день або два до показу. Вона встановила фарбування тканини в своєму Модному домі, щоб можна було змінювати колір в останній момент. Також дизайнер замовляла в Ательє Альберта Лесажа складну ручну вишивку, у т.ч. з використанням скляного бісеру.

Ексклюзивним рішенням також було нанесення на тканину унікальних принтів, трафарети до яких виконував італійський художник Таят, оригінальний стиль якого

поєднував тенденції Арт-деко, кубізму, футуризму і принципи дизайнерського проектного ескізу [5]. В 1924–1925 роках створив для М. Віоне близько 19 ескізів (рис. 5), які мали певний успіх.



Рис. 5. Ескізи моделей М.Віоне, виконані Таятом

Висновки. Мадлен Віоне розпочала свою боротьбу з плагіатом в умовах неінституалізованої законодавчої бази щодо захисту саме дизайнерських прав, а її новації в цій сфері є вагомим доробком в нинішній міжнародній системі захисту інтелектуальної власності. Проте найактуальнішим елементом боротьби з підробками залишається запроваджений нею метод використання окремих унікальних деталей, які повністю повторити/копіювати було б економічно або технологічно недоцільним.

Список використаних джерел

1. Golbin P. Madeleine Vionnet – Published by Rizzoli, 2009. – 304 p.
2. Kirke B. Madeleine Vionnet – Chronicle Books, 2012. – 244 p.
3. Kamitsis L. Madeleine Vionnet (Mémoire de la Mode) (French Edition) – Published by Thames & Hudson, 1996. – 80 p.
4. Demornex J. Madeleine Vionnet – Published by Rizzoli, 1991. – 304 p.
5. The Kyoto Costume Institute / Digital archives / Madeleine Vionnet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.kci.or.jp/archives/digital_archives/detail_134_e.html
6. Palais Galliera, the City of Paris Fashion Museum / Collections / Fashion of the first half of the 20th-Century [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://palaisgalliera.paris.fr/en/collections/collections/fashion-first-half-20th-century>

References

1. Golbin P. Madeleine Vionnet – Published by Rizzoli, 2009. – 304 p.
2. Kirke B. Madeleine Vionnet – Chronicle Books, 2012. – 244 p.
3. Kamitsis L. Madeleine Vionnet (Mémoire de la Mode) (French Edition) – Published by Thames & Hudson, 1996. – 80 p.
4. Demornex J. Madeleine Vionnet – Published by Rizzoli, 1991. – 304 p.

5. The Kyoto Costume Institute / Digital archives / Madeleine Vionnet [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.kci.or.jp/archives/digital_archives/detail_134_e.html

6. Palais Galliera, the City of Paris Fashion Museum / Collections / Fashion of the first half of the 20th-Century [Electronic resource]. – Mode of access: <http://palaisgalliera.paris.fr/en/collections/collections/fashion-first-half-20th-century>

НОВАЦИИ МАДЛЕН ВИОННЕ В СОВРЕМЕННОЙ ИНДУСТРИИ МОДЫ

ДАВИДЕНКО И.В., ЗУБКОВА Л.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование исторического опыта формирования индустрии моды на примере Модного дома Мадлен Вионне.

Методика. В научной работе использована комбинация методов ретроспективного и компаративного анализа некоторых аспектов модной индустрии в области брендинга и защиты авторских прав.

Результаты. Рассмотрены вопросы становления Дома мод как модели экономически успешного и социально ответственного бизнеса. Определены элементы формирования брендинга компании. Исследованы особенности сотрудничества дизайнера с производителями и ритейлом. Сформулированы основные пути усиления защиты продуктов дизайнерского творчества от копирования.

Научная новизна. Проведен анализ влияния инновационных внедрений французского кутюрье М. Вионне на становление фешн-индустрии.

Практическая значимость. Определена целесообразность учета уникальных разработок Мадлен Вионне в сфере интеллектуальной собственности, опыта ритейла продукции, формирования и продвижения бренда.

Ключевые слова: копирайт, плагиат, Дом моды, дизайн, копии, модель, индустрия моды.

INNOVATIONS OF MADELEINE VIONNET IN THE MODERN INDUSTRY OF FASHION

DAVYDENKO I.V., ZUBKOVA L.I.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Research of historical experience of forming of industry of fashion is on the example of the Maison of fashion of Madeleine Vionnet.

Methodology. In scientific work were used a combination of methods a retrospective and comparative analysis of some aspects of the fashion industry in the branding and copyright protection.

Results. In the research were considered issues of formation of the Maison of fashion as a model of an economically successful and socially responsible business. The elements of the formation of the company's branding were defined. The peculiarities of cooperation of the designer with manufacturers and retailers were explored. The basic ways to strengthen protection products design from being copied were formed.

Scientific novelty. The influence of innovative deployments of French couturier M. Vionnet on the development of the fashion industry were analyzed.

Practical value. The reasonability of the unique developments of the Madeleine Vionnet in the field of intellectual property, experience, retail products, formation and promotion of the brand were defined.

Keywords: Copyright, plagiarism, Maison of fashion, design, copy, model, fashion industry.

УДК 687.01/.03:
658.512.2

ПАШКЕВИЧ К.Л., КОЛОСНІЧЕНКО М.В.,
ФРОЛОВ І.В., ГЕРАСИМЕНКО О.Д., СКРИПЧЕНКО А.Г.

¹Київський національний університет технологій та дизайну

²Технічний університет Молдови

ДИЗАЙН-ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ОДЯГУ НА ЗАСАДАХ ТЕКТОНІЧНОГО ПІДХОДУ

Мета. Визначення основних ознак тектонічних форм одягу та розробка класифікації систем одягу на засадах тектонічного підходу.

Методика. Застосовано порівняльний аналіз характеристик форми одягу та тектонічний підхід в дизайні моделей одягу різного асортименту.

Результати. Проведений аналіз класифікацій форм одягу, запропонованих різними авторами, дав можливість визначити основні ознаки, які характеризують тектонічну форму одягу та розробити класифікацію тектонічних систем одягу за чотирма основними видами з метою надання рекомендацій щодо вибору тканин з певними властивостями для дизайн-проекткування та виготовлення виробів різного асортименту.

Наукова новизна. Визначено закономірності формоутворення одягу різного асортименту на засадах тектонічного підходу.

Практична значимість. Розроблено класифікацію систем одягу на засадах тектонічного підходу.

Ключові слова: тектоніка одягу, тектонічна система, форма одягу.

Вступ. Аналізуючи сучасний стан розвитку дизайну одягу слід відзначити суттєву роль етапу дизайн-проекткування в забезпеченні випуску сучасного одягу високого естетичного рівня. Саме на етапі дизайн-проекткування закладається якість майбутнього виробу. Особливо актуальною є проблема створення таких моделей одягу, які б відповідали напряму моди, сучасним тенденціям в матеріалах, оздобленні виробів, вимогам виробництва та оновлення асортименту. Сучасний одяг характеризується ускладненим конструктивним рішенням, незвичними формами, поєднанням різних стилів в одному виробі, що вимагає урахування багатьох факторів при його проектуванні: властивостей тканин, новітніх методів обробки, сучасних методів моделювання та художнього оздоблення, психології споживачів одягу тощо. Створення художньовиразної форми – основне завдання художника-модельєра. Форму костюма розглядають як складну багаторівневу систему, що являє собою певну морфологічну та об'ємно-змістову організацію виробу, що утворюється в результаті цілеспрямованих дій на матеріал. Різні автори в своїх працях наголошують на необхідності проектування тектонічно досконалих форм виробів, у першу чергу, за рахунок гармонійного поєднання конструкції і властивостей матеріалів [1-3].

Постановка завдання. Метою роботи є визначення основних ознак тектонічних форм одягу та розробка класифікації систем одягу на засадах тектонічного підходу.

Основний матеріал. Форма в дизайні – сукупність зовнішніх ознак виробу, яка є результатом процесу дизайн-проекткування щодо розробки гармонійного поєднання його зовнішнього вигляду, технологічності, колористичного і композиційно-пластичного вирішення [4].

Форма виробу та його конструкція неподільні – конструкція є первинним носієм естетичної інформації, закладеної в виріб, форма повинна відображати призначення виробу,

відповідати конструктивній схемі, що визначає структуру виробу, відповідати матеріалам, з яких виготовлено виріб [5].

Ніколаєва Т.В. [6] дає таку класифікацію форм в дизайні: функціональну або утилітарну, зумовлену призначенням виробу чи утилітарними вимогами людини; конструктивну, що потребує раціонального використання фізико-механічних властивостей матеріалів і конструкцій для виконання заданої функції; естетичну, що відповідає потребі зробити виріб гармонійним, художньо виразним. Предметом дослідження в нашому дослідженні є саме конструктивна форма одягу з позицій тектоніки.

Пармон В.Ф. [7] виділяє чотири рівні форми костюма: структурний, пластичний, матеріально-декоративний, об'ємно-просторовий. Дослідження форми костюма на кожному з цих рівнів вимагає необхідності глибокого аналізу їх взаємозв'язку.

Амірова Е. К. [11] характеризує зовнішній вигляд одягу об'ємністю та пластичністю форми. Така класифікація є досить обмеженою, тому, що не враховує інших ознак форми одягу та властивості матеріалів.

Більш удосконалену класифікацію форм одягу запропоновано О. К. Суворовою [12]. Вона запропонувала класифікувати типи конструкцій залежно від гравітаційної моделі одягу, що можна розглядати як загальну характеристику форми одягу залежно від виду матеріалів.

За Т. В. Медведевою [13] форма поверхні одягу може бути трьох видів: гладенькою (характеризується єдиним плавним контуром горизонтальних перерізів, проведених через будь-яку точку виробу), ламаною (характеризується на зрізі горизонтальних перерізів хвилястими і зубчастими, регулярними і нерегулярними лініями) та комбінованою (поєднує в собі ділянки гладеньких і ламаних форм). Класифікація форми за характером її перерізу є найбільш прийнятною для тривимірного проектування одягу, тому що дозволяє охарактеризувати об'ємно-просторову форму системи «фігура–одяг» та врахувати величини проекційних прибавок.

Автори [8] виділяють три типи геометричних об'ємних форм одягу, характерні для жіночого костюма: сфероподібні, конусоподібні, циліндроподібні. Така класифікація розроблена з урахуванням властивостей матеріалів, а саме жорсткістю, але вона є неповною. Аналіз показав, що більшість дослідників [1, 7, 8] характеризують форму наступними первинними елементами: геометричним видом в цілому та її частин; характером поверхні форми в цілому та її частин; конструктивними і декоративними лініями; величиною; масою; фактурою матеріалу; кольором і рисунком матеріалу форми; властивостями матеріалів; орнаментом, обробкою й оздоблювальними матеріалами тощо. Всі названі вище елементи форми залежно від ситуації проектування можуть змінюватись, ранжуватись і мати безліч варіантів, які при доцільному поєднанні дають великі можливості дизайну тектонічних форм одягу [9]. Зовнішня форма одягу визначається силуетними, конструктивними та декоративними лініями та членуваннями. Силуетні лінії характеризують основні пропорції, об'ємну форму костюма, його зовнішні риси. Кількість членувань, що впливають на сприйняття форми костюма, визначається не тільки об'ємно-просторовою структурою костюма, а й характеристикою використаних матеріалів [10].

Форму можна утворювати з будь-яких структурних елементів за умови дотримання законів композиції. У характеристиці форми одягу враховуються властивості об'ємно-просторової композиції виробу та особливості декоративного оформлення її поверхні (колір,

фактура, малюнок матеріалів). Об'ємно-просторова композиція одягу підпорядкована фігурі людини як конструктивній основі. Крім того, на форму одягу впливають: призначення та вид одягу, споживчі та техніко-економічні вимоги до нього, фізико-механічні властивості матеріалу, мода та інші фактори.

Таким чином, проведений аналіз дав можливість визначити, що основними характеристиками тектонічної форми одягу в цілому і її частин є: об'ємна форма, силует, геометричний вид, пластичність, вид поверхні, рухливість системи, ступінь вагомості (рис. 1). Нами розглянуто тектонічну форму одягу, як таку, при розробці якої враховано основні принципи тектоніки. Аналіз характеристик форм в дизайні одягу показав, що є необхідність розробки класифікації форм одягу з позицій тектонічного аспекту.



Рис. 1. Класифікація різновидів об'ємно-просторової форми одягу

Відомо, що кожен дизайн-об'єкт характеризується певною тектонічною структурою. Тектонічна структура – варіанти співвідношення (комбінування) «несучих» і «таких, що несуть», («активних» і «пасивних», рухомих і нерухомих тощо) складових дизайн-об'єкту, що виражають специфічні зв'язки цих комбінацій з комплексними параметрами об'єкту (загальною масою, об'ємно-просторовими показниками) [14]. Костюм є складною системою, тому більш доцільним є поняття тектонічна система, що поєднує множину елементів, які пов'язані один з одним та створюють певну цілісність. Так, в промислових виробках виділяють такі тектонічні системи: каркас, оболонка, моноліт, ґратчаста система і особлива форма – «тектоніка м'яких матеріалів», до якої відносять одяг. В дизайні одягу можна знайти аналогію з класифікацією тектонічних систем інших промислових виробів, але каркасна, оболонкова, монолітна та ґратчаста системи зазвичай характерні для авангардних виробів з нетрадиційних інноваційних матеріалів.

При дизайн-проектуванні одягу використовують загальні принципи побудови тектонічної форми. Формоутворення одягу передбачає створення функціональних, конструктивних, просторово-пластичних, технологічних структур, які взаємопов'язані між собою та впливають на тектоніку його форми. Одяг розглядають як тектонічну об'ємну форму, внутрішній простір та динамічність якої мають забезпечити експлуатаційний комфорт носія та ергономічність його перебування в одязі.

Послідовність проектування тектонічної форми одягу подібна до загальних принципів та правил побудови тектонічних систем інших об'єктів дизайну. Наприклад, монолітною в одязі називають форму, яка підкреслює загальний габарит та форму певного виробу і його деталей. При цьому найчастіше використовують конструкцію, що має обмежену кількість членувань, формостійкі тканини, як правило, спокійних монотонних відтінків. За аналогією з існуючою класифікацією, залежно від структури матеріалів та конструкції виробів нами запропоновано класифікацію тектонічних систем одягу різного асортименту.

Тектонічна система першого виду характерна для моделей одягу, форма, силует та покрій яких підпорядковані обрисам людського тіла. Такі вироби мають одну або дві опорні ділянки, характеризуються динамічністю та розроблені з урахуванням пластики матеріалів. Форма такого одягу повторює форму фігури людини, характеризується малим ступенем об'ємності форми та прилеглим силуетом, формується як за рахунок властивостей матеріалів, так і особливостей його крою. Пластичність форми одягу тектонічної системи першого виду залежно від асортименту може бути дуже м'яка, м'яка, жорстка.

Тектонічна система другого виду є менш динамічною, ніж перший вид, може мати одну або дві опорні ділянки (для плечових виробів). Таким виробам притаманні мала і середня об'ємна форми, напівприлеглий силует та Х-подібний, прямокутний або розширений до низу. За ознакою пластичності тектонічна система другого виду характеризується дуже м'якими та м'якими формами. Одяг таких тектонічних систем вільно взаємодіє з фігурою людини, тримається в основному на конструктивних поясах фігури. Одяг тектонічних систем другого виду можна класифікувати на чотири різновиди: огортання, спадання, драпірування та облягання.

Тектонічна система третього виду – це вироби, форма яких залишається відносно незмінною в динаміці та, в більшості випадків, не підпорядковується фігурі людини. Такі вироби характеризуються більшою статичністю, жорсткістю та наявністю однієї опорної ділянки, на якій тримається вся конструкція. Характеризується великими за об'ємом, прямокутними або трапецієподібними за геометричним видом формами. Одяг такого виду зазвичай створюють за рахунок використання прокладкових матеріалів або підсилюючих елементів, іноді за допомогою прихованих каркасів – корсетів, стьобаних прокладок.

Тектонічна система четвертого виду характеризується переважною статичністю, великою або дуже великою об'ємністю форми, розширеним, рідше прямим силуетом. Форма одягу жорстка або дуже жорстка, за геометричним видом – трапецієподібна, овальна, прямокутна. Таким чином, кожна з перерахованих тектонічних систем характеризується ступенем об'ємності форми, силуетом, пластичністю, рухливістю системи, геометричним видом та кількістю опорних ділянок. Характеристику тектонічних систем одягу надано у табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика тектонічних систем одягу

Ознака	Тектонічна система одягу			
	I вид	II вид	III вид	IV вид
об'ємність форми	мала (ОФ1)	мала (ОФ1), середня(ОФ2)	велика (ОФ3)	дуже велика (ОФ4)
силует	прилеглий (С1)	напівприлеглий (С2), прямий (С3)	прямий (С3), розширений (С4)	розширений (С4), прямий (С5)
пластичність форми	дуже м'яка (П1), м'яка (П2), жорстка (П3)	дуже м'яка (П1), м'яка (П2)	жорстка (П3)	жорстка (П3), дуже жорстка (П4)
рухливість системи	динамічна (Рд)	динамічна (Рд)	переважно динамічна (Рд*)	переважно статична (Рс*)
геометричний вид форми	Х-подібна (Гх)	Х-подібна (Гх), прямокутна (Гп), трапецієподібна (Гт)	прямокутна (Гп), трапецієподібна (Гт)	трапецієподібна (Гт), овальна (Го)
кількість опорних ділянок (для плечових виробів)	дві	одна, дві	одна	одна

Отже, для одягу тектонічної системи першого виду характерною є динамічність, одяг частково або повністю повторює обриси тіла людини під час руху, утворюючи при цьому складки, заломы тощо. Тектонічна система другого виду, аналогічно першій, характеризується значними переміщеннями в середині системи, проте, у зв'язку з більшою жорсткістю та об'ємністю зберігає більш стабільну форму. Для тектонічних систем третього і четвертого видів характерна статичність, мінімальні переміщення точок в середині системи та умовно стабільна форма зовнішньої поверхні виробу. Можна розглядати загальну тектонічну систему $TC = \{TC1, TC2, TC3, TC4\}$, та її ознаки $OF = \{OF1, OF2, OF3, OF4\}$, $C = \{C1, C2, C3, C4\}$, $P = \{P1, P2, P3, P4\}$, $R = \{Rd, Rc, Rd^*, Rc^*\}$, $G = \{Gx, Gp, Go, Gtp\}$. Множини OF, C, P, R, G є підмножинами TC , тобто $TC = OF \cup C \cup P \cup R \cup G$.

Тектонічну систему першого виду можна описати: $TC1 \cap OF = \{OF1\}$; $TC1 \cap C = \{C1\}$; $P \in TC1$; $TC1 \cap R = \{Rd\}$; $TC1 \cap G = \{Gx\}$; $TC1 = \{OF1, C1, P1, P2, P3, P4, Rd, Gx\}$. Другий вид: $TC2 \cap OF = \{OF1, OF2\}$; $TC2 \cap C = \{C2, C3\}$; $TC2 \cap P = \{P1, P2\}$; $TC2 \cap R = \{Rd\}$; $TC2 \cap G = \{Gx, Gt, Gp\}$; $TC2 = \{OF1, OF2, C2, C3, P1, P2, Rd, Gx, Gp\}$. Третій вид: $TC3 \cap OF = \{OF3\}$; $TC3 \cap C = \{C3, C4\}$; $TC3 \cap P = \{P3\}$; $TC3 \cap R = \{Rd^*\}$; $TC3 \cap G = \{Gp, Gtp\}$; $TC3 = \{OF3, C3, C4, P3, Rd^*, Gp, Gtp\}$. Четвертий вид: $TC4 \cap OF = \{OF4\}$; $TC4 \cap C = \{C3, C4\}$; $TC4 \cap P = \{P3, P4\}$; $TC4 \cap R = \{Rc^*, Rc\}$; $TC4 \cap G = \{Gp, Go, Gtp\}$; $TC4 = \{OF4, C3, C4, P3, P4, Rc^*, Rc, Gp, Go, Gtp\}$. Таким чином, можна описати тектонічну систему одягу як одну з множин ($TC1, TC2, TC3, TC4$).

В результаті проведеного аналізу сучасного одягу визначено асортимент одягу, характерний для різних видів тектонічних систем. Виявлено, що для $TC1$ характерними є трикотажні або виготовлені з тканин сукні, спідниці, джемperi, білизна та корсетні вироби, які щільно прилягають та повторюють ($P1, P2$) або фіксують ($P3, P4$) тіло людини. Одяг $TC2$ найчастіше представлений сукнями, блузками, штанами, жакетами. $TC3$ та $TC4$

характеризуються жорсткими та дуже жорсткими формами, тому для них типовим є верхній одяг пальтово-костюмного асортименту (куртки, плащі, пальта, жакети тощо), іноді – сукні. Проведений аналіз дав можливість визначити асортимент одягу характерний для різних видів тектонічних систем. Частота зустрічаємості різних видів тектонічних систем одягу в середньому становить ТС1 – 20%, ТС2 – 40%, ТС3 – 30%, ТС4 – 10%. У загальній сукупності одягу найпоширенішим видом є ТС2, що характеризується середнім об'ємом, напівприлеглим силуетом, м'якою формою, динамічністю $ТС2 = \{ОФ1, ОФ2, С2, С3, П1, П2, Рд, Гх, Гп\}$. У цілому, для жіночого одягу найбільш функціональними та ергономічними є перша і друга тектонічні системи, для чоловічого – друга і третя, часто трапляються змішані або комбіновані системи, що поєднують можливості кількох тектонічних систем (наприклад, класичний костюм, в якому використовуються плечові накладки, дублювання деталей).

Висновки. Таким чином, проведений аналіз класифікацій форм одягу, запропонованих різними авторами, дав можливість визначити основні ознаки, які характеризують тектонічну форму одягу: об'ємна форма, силует, геометричний вид, пластичність, вид поверхні, рухливість системи, ступінь вагомості. Розроблено класифікацію тектонічних систем одягу за чотирма основними видами, визначено асортимент одягу, характерний для різних видів тектонічних систем, що в подальшому буде використано для розробки рекомендацій щодо використання матеріалів з певними властивостями для дизайн-проекування та виготовлення виробів різного асортименту.

Список використаної літератури

1. Черемных А. И. Основы художественного конструирования женской одежды / А. И. Черемных. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 195 с.
2. Черняева А. А. Комплексное проектирование силуэтной формы моделей одежды / А. А. Черняева, Е. Ю. Кривобородова. // Текстильная промышленность. – 2012. – № 3. – С. 53–55.
3. Федотова И. В. Автоматизация конструктивного моделирования форм женской плечевой одежды: дис...канд. техн. наук: спец. 05.19.04 / Москва, 2006 – 164 с.
4. ДСТУ 3899:2013. Дизайн і ергономіка. Терміни та визначення основних понять – Київ: Український науково-дослідний інститут дизайну та ергономіки НАУ. – Прийнято 14.10.2013. – Чинний від 01.01.2014. – 2013. – 33 с. – Державний Стандарт України.
5. Сомов Ю. С. Композиция в технике / Ю. С. Сомов. – М.: Машиностроение, 1977. – 105 с.
6. Ніколаєва Т. В. Тектоніка формоутворення костюма / Т. В. Ніколаєва. – К.: Арістей, 2008. – 340 с.
7. Пармон Ф. М. Композиция костюма. Одежда, обувь, аксессуары / Ф. М. Пармон – М.: Триада Плюс, 2002 – 312 с.
8. Колпинская А. Н. Классификация геометрических объёмных форм моделей одежды / А. Н. Колпинская, В. В. Гетьманцева. // Швейная промышленность. – 2007. – №6. – С. 35–36.
9. Данилова О. Н. Архитектоника объёмных форм / Данилова О. Н., Зайцева Т.А., Слесарчук И.А., Шеромова И.А. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2014. – 100 с.

10. Гусейнов Г. М. Композиция костюма / Г. М. Гусейнов, В. В. Ермилова, Д. Ю. Ермилова. – М.: Издательский центр «Академия»; 2004. – 432 с.
11. Амирова Э. К. Конструирование одежды / Э. К. Амирова, О. В. Сакулина, Б. С. Сакулин, А. Т. Труханова. – М.: Мастерство: Высшая школа, 2001. – 496 с.
12. Суворова О. К. Розробка принципів та засобів забезпечення збалансованості конструкцій одягу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.19.04 Технологія швейних виробів / Суворова О.К. – К., 2000. – 18 с.
13. Медведева Т. В. Художественное конструирование одежды / Т. В. Медведева. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. – 480 с.
14. Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник / Г.Б. Минервин, В.Т. Шимко, А.В. Ефимов и др.: Под общей редакцией Г.Б. Минервина, В.Т. Шимко. – М.: «Архитектура-С», 2004. – 288 с.

References

1. *Cheremnyih A. I. Osnovyi hudozhestvennogo konstruirovaniya zhenskoy odezhdyi / A. I. Cheremnyih. – М.: Legkaya i pischevaya promyshlennost, 1983. – 195 p.*
2. *Chernyaeva A. A. Kompleksnoe proektirovanie siluetnoy formy modeley odezhdyi / A. A. Chernyaeva, E. Yu. Krivoborodova. // Tekstilnaya promyshlennost. – 2012. –no 3. – P. 53–55.*
3. *Fedotova I. V. Avtomatizatsiya konstruktivnogo modelirovaniya form zhenskoy plechevoy odezhdyi: dis...kand. tehn. nauk: spets. 05.19.04 / Moskva, 2006 – 164 p.*
4. DSTU 3899:2013. Dizayn i ergonomika. Termini ta viznachennya osnovnih ponyat – Kiyiv: Ukrayinskiy naukovo-doslidniy institut dizaynu ta ergonomiki NAU. – Priynyato 14.10.2013. – Chinniy vid 01.01.2014. – 2013. – 33 p. – Derzhavniy Standart UkraYini.
5. *Somov Yu. S. Kompozitsiya v tehnikе / Yu. S. Somov. – М.: Mashinostroenie, 1977. – 105 p.*
6. *Nikolaeva T. V. Tektonika formoutvorenniya kostyuma / T. V. Nikolaeva. – К.: ArIstey, 2008. – 340 p.*
7. *Parmon F. M. Kompozitsiya kostyuma. Odezhda, obuv, aksesuaryi / F. M. Parmon – М.: Triada Plyus, 2002 – 312 p.*
8. *Kolpinskaya A. N. Klassifikatsiya geometricheskikh ob'yomnyih form modeley odezhdyi / A. N. Kolpinskaya, V. V. Getmantseva. // Shveytnaya promyshlennost. – 2007. – #6. – P. 35–36.*
9. *Danilova O. N. Arhitektonika ob'emnyih form / Danilova O. N., Zaytseva T.A., Slesarchuk I.A., Sheromova I.A. – Vladivostok: Izd-vo VGUES, 2014. – 100 p.*
10. *Guseynov G. M. Kompozitsiya kostyuma / G. M. Guseynov, V. V. Ermilova, D. Yu. Ermilova. – М.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya»; 2004. – 432 p.*
11. *Amirova E. K. Konstruirovaniye odezhdyi / E. K. Amirova, O. V. Sakulina, B. S. Sakulin, A. T. Truhanova. – М.: Masterstvo: Vysshaya shkola, 2001. – 496 p.*
12. *Suvorova O. K. Rozrobka printsipiv ta zasobiv zabezpechennya zbalansovanosti konstruktsiy odyagu: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tehn. nauk: spets. 05.19.04 Tehnologiya shveytnih virobiv / Suvorova O.K. – К., 2000. – 18 p.*
13. *Medvedeva T. V. Hudozhestvennoye konstruirovaniye odezhdyi / T. V. Medvedeva. – М.: FORUM: INFRA-M, 2003. – 480 p.*

14. Dizayn. Illyustrirovannyiy slovar-spravochnik / G.B. Minervin, V.T. Shimko, A.V. Efimov i dr.: Pod obschey redaktsiey G.B. Minervina, V.T. Shimko. – M.: «Arhitektura-S», 2004. – 288 p

ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОДЕЖДЫ НА ПРИНЦИПАХ ТЕКТОНИЧЕСКОГО ПОДХОДА

¹ПАШКЕВИЧ К., ¹КОЛОСНИЧЕНКО М., ¹ФРОЛОВ И., ¹ГЕРАСИМЕНКО Е.,
²СКРИПЧЕНКО А.

¹Киевский национальный университет технологий и дизайна

²Технический университет Молдовы

Цель. Определение основных признаков тектонических форм одежды и разработка классификации систем одежды на принципах тектонического подхода.

Методика. Использован сравнительный анализ характеристик формы одежды и тектонический подход в дизайне моделей одежды разного ассортимента.

Результаты. Проведенный анализ классификаций форм одежды, разработанных разными авторами, дал возможность определить основные признаки, которые характеризуют тектоническую форму одежды и разработать классификацию тектонических систем одежды по четырем основным видам с целью разработки рекомендаций по выбору тканей с определенными свойствами для дизайн-проектирования и изготовления изделий разного ассортимента.

Научная новизна. Определены закономерности формообразования одежды разного ассортимента на принципах тектонического подхода.

Практическая значимость. Разработана классификация систем одежды на принципах тектонического подхода.

Ключевые слова: тектоника одежды, тектоническая система, форма одежды.

DESIGN OF SYSTEMS OF CLOTHES ON PRINCIPLES OF TECTONIC APPROACH

¹PASHKEVICH K., ¹KOLOSNIICHENKO M., ¹FROLOV I., ¹HERASIMENKO O.,
²SKRIPCHENKO A.

¹Kyiv national university of technologies and design

²Technical university of Moldova

Purpose. Determination of basic signs of tectonic forms of clothes and development of classification of the systems of clothes on principles of tectonic approach.

Methodology. The comparative analysis of descriptions of form of clothes and tectonic approach is used in the design of models of clothes of different assortment.

Findings. The conducted analysis of classifications of forms of clothes, developed by different authors, enabled to define basic signs which characterize the tectonic form of clothes and to develop classification of the tectonic systems of clothes on four basic kinds with the purpose of development of recommendations on the choice of fabrics with certain properties for design and making of wares of different assortment.

Originality. Conformities to law of формообразования of clothes of different assortment are certain on principles of tectonic approach.

Practical value. Classification of the systems of clothes is developed on principles of tectonic approach.

Keywords: tectonics of clothes, tectonic system, form of clothes.