

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ГІГІЄНИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З УРАХУВАННЯМ АНТИСТАТИЧНОЇ ОБРОБКИ

Досліджено і обґрунтовано вибір найбільш ефективних компонентів для створення композиційних текстильно-допоміжних речовин (КТДР) нового покоління для надання стійкого антистатичного ефекту текстильним матеріалам поліфункціонального призначення без суттєвої зміни гігієнічних властивостей. Встановлено основні чинники, які впливають на ефективність антистатичної обробки текстильних матеріалів з урахуванням як виду ткацького переплетення, так і волокнистого складу. Розроблено гігієнічні вимоги до трикотажного матеріалу у відповідності з його призначенням та умовами експлуатації.

Ключові слова: текстильний матеріал, антистатика, ткацьке переплетення, поверхнево-активні речовини, електричний опір, електропровідність, напруженість електричного поля.

S.A. KARVAN, A.Y. GANZUK, G.M. SOKOL
Khmelnytskyi National University

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE HYGIENIC PROPERTIES OF MULTIFUNCTIONAL TEXTILE MATERIALS BASED ANTISTATIC TREATMENT

Abstract -The article investigates and proves the choice of the most effective components for the creation of composite textile auxiliaries (CTA) of a new generation. They are used to give antistatic effect for sustainable textile materials multifunctional purpose without significant changes of hygienic properties. The article determines basic factors which influence on the efficiency of textile materials working including both the kind of weave and fibrous structure. The author features hygienic regulations to the knitted material in order to its purpose and service conditions.

The treatment of knitted fabrics by composite textile chemicals leads to a decrease of the value of their breathability practically from 10 to 15%. This change can be explained by the formation of the polymer film on the surface of material, which fills the through pores and compacts the overall structure of the material. After analyzing the results of research of tensile strength of the knitted materials it has been shown that the strength of some samples of materials after processing has increased to 50%. After the comprehensive assessment of the hygienic properties of multifunctional textile materials it is recommended their use for the manufacture of underwear for extreme sports especially for water sports (kayaking, rafting), sport or physical activity of medium and high intensity with profuse perspiration that requires the constant moisture output (sweat) from the skin and prevents or significantly reduces the drying time after physical activity.

Keywords: textile material, antistatic, woven interweaving, surface active agents, electrical resistance, electrical conductivity, electric field intensity.

Постановка проблеми

Сучасні технології дозволяють людині оточувати себе максимальним комфортом; це відноситься і до інтер'єру, і їжі, і, звичайно, одягу. Стосовно одягу сучасні види тканин володіють такою кількістю переваг, що зупинити свій вибір на якомусь певному типі буває нелегко. В цьому списку стоїть термотканина і, відповідно, термоодяг, який є унікальним творінням людської фантазії і сучасних передових технологій [1–3]. Виготовлений він з синтетичних тканин (іноді додають і натуральні), має унікальну структуру, яка дозволяє забезпечити від тіла відвід вологи, що утворюється на ньому.

Формулювання цілі статті

Мета і завдання роботи – розробити гігієнічні вимоги до текстильного матеріалу у відповідності з його призначенням та умовами експлуатації; встановити взаємозв'язок між результатами роботи з метою прогнозування ефективності антистатичної обробки текстильних матеріалів в процесі експлуатації виробів; оцінити ефективність композиційних текстильно-допоміжних речовин на електрофізичні показники поліфункціональних текстильних матеріалів. Зазвичай термобілизна складається з трьох шарів: перший (він же внутрішній), пухнастий і м'який, відмінно тримає тепло і вбирає вологу. Середній шар захищає від вітру, при цьому не заважає руху вологого повітря, що виходить від тіла (тобто, випускає його). І третій шар (зовнішній) – є водовідштовхувальним і зносостійким. При цьому водовідштовхувальні властивості проявляються тільки для води, яка хоче потрапити із зовні, для внутрішньої вологи (піт) шлях назовні відкритий. Таким чином, людина в термобілизні відчуває комфорт практично в будь-яку погоду і при будь-яких навантаженнях. Вперше у текстильному матеріалознавстві для текстильних матеріалів поліфункціонального призначення отримана комплексна оцінка їх якості за показниками гігієнічних і електрофізичних властивостей, визначено вплив різних чинників на їх гігроскопічні та електрофізичні властивості, запропоновано композиційні текстильно-допоміжні речовини на основі полімерної матриці у вигляді емульсії для отримання стійкого антистатичного ефекту.

Виклад основного матеріалу

Недоліком використання антистатичних препаратів, як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва є їх низька фіксація на волокні. Результатом цього є практично повна відсутність препарату після 5-го циклу прання. При удосконаленні композиційних препаратів за полімерну матрицю використано готові силіконові емульсії Ultratex і Tybingal, виробництва Німеччина. Доцільність використання, вище вказаних емульсій пояснюється їх сумісністю та комбінуванням з іншими речовинами. Крім цього, органомодифіковані

полісилоксани є термодинамічно стійкими, збільшують еластичність тканин, мінімально впливають на термоміграцію, надають текстильним матеріалам м'якого та рівного грифу, стійкі до прання і, що, важливо, є гідрофільними. Мікроемульсії на основі полісилоксанів [10–12] утворюють плівку на волокні, яка характеризується високою стійкістю до лугів, стійкістю до пожовтіння тканин. Крім цього, до складу композицій було введено водорозчинний полімер вітчизняного виробництва ЗАТ "Барва" – ПЕГ 400, який характеризується низькою молекулярною масою і високою розчинністю у воді, так як у своєму складі містить гідрофільні групи. Характеристика трикотажних матеріалів, використаних в роботі, наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика трикотажних матеріалів

Вид матеріалу	Виробник	Щільність		Товщина, мм	Петлевий крок, мм	Поверхнева щільність, г/м ²
		по горизонталі	по вертикалі			
Зразок 1	Туреччина	76	166	0,55	0,66	308
Зразок 2	Туреччина	82	116	0,4	0,61	152

Дослідження фізико-хімічних показників поліфункціональних текстильних матеріалів проведені в лабораторії санітарно-епідеміологічної станції м. Хмельницького, результати яких наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники досліджуваного трикотажу

Назва мономеру, хімічної сполуки	Вміст сполуки, мг/дм ²	
	Зразок 1	Зразок 2
Формальдегід	0,0005	0,0004
Диоктилфталат	<0,05	<0,05
Дибутілфталат	<0,01	0,001
Етилацетат	<0,01	<0,01
Метиловий спирт	<0,01	<0,01
Бутиловий спирт	<0,01	<0,01
Пропіловий спирт	<0,01	<0,01
Свинець	<0,005	<0,005
Кадмій	<0,0005	<0,0005
Цинк	0,00001	0,00019
Мідь	<0,0025	<0,0025

При обробці трикотажних матеріалів органомодифікованими полісилоксанами утворюється плівка, яка може надати тканині жорсткості. З метою уникнення цього негативного фактору, в склад композиції входить пом'якшувач – колостат, що являє собою суміш ПАР. Для фіксації ПЕГ 400, які і виконують функцію антистатичного агента в складі композиційних препаратів, введено каталізатор – карбамід (сечовина). На основі апріорних даних і попередніх експериментів було встановлено, що вплив досліджуваних показників на значення питомого поверхневого опору може бути описаний за допомогою багатфакторних поліноміальних моделей, наприклад, другого порядку [13–15]. У якості вихідних параметрів було обрано значення питомого поверхневого опору. Найменування факторів та рівнів їх варіювання наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Найменування факторів та рівнів їх варіювання

Фактор	Коди факторів			Рівні варіювання Δx_i
	-1	0	+1	
Температура обробки $t - x_1$, Те С	40	50	60	10
Час обробки $\tau - x_2$, хв.	10	20	30	10
Концентрація силіконової емульсії - С x_3 , г/л	10	15	20	5

Математична модель процесу обробки композиційними препаратами на основі силіконової емульсії Ultratex та Tybingal для зразка 1, представлена рівняннями:

$$y = 7,67 \cdot 10^{10} - 5 \cdot 10^{11} x_1 - 3,68 \cdot 10^{11} x_2 - 1,96 \cdot 10^{10} x_3 + 3,56 \cdot 10^{10} x_1 x_2 + 2,37 \cdot 10^{10} x_1 x_3 + 1,76 \cdot 10^{11} x_2 x_3 + 2,97 \cdot 10^{11} x_1^2 + 2,18 \cdot 10^{11} x_2^2 - 1,28 \cdot 10^{10} x_3^2. \quad (1)$$

$$y = -6,4 \cdot 10^{10} - 9,93 \cdot 10^{11} x_1 - 3,14 \cdot 10^{10} x_2 - 1,97 \cdot 10^{11} x_3 + 1,01 \cdot 10^{10} x_1 x_2 + 2,58 \cdot 10^{11} x_1 x_3 - 1,72 \cdot 10^{11} x_2 x_3 + 7,29 \cdot 10^{11} x_1^2 + 3,09 \cdot 10^{11} x_2^2 + 1,29 \cdot 10^{11} x_3^2. \quad (2)$$

Тобто оптимізація удосконалених складів на основі полісилоксанових емульсій дала можливість запропонувати наступні показники процесу з отриманням максимально стійкого антистатичного ефекту: концентрація силіконової емульсії – 20 г/л, температура процесу – 60 °С, час обробки – 20 хв.

З літературних джерел відомо, що час стікання заряду τ (с) є найбільш точним та достовірним значенням в порівнянні з напруженістю електричного поля (Е, В/см), питомим поверхневим опором (ρ_s , Ом), а тому було проведено дослідження цих показників для трикотажу, обробленого КТДР, результати яких наведені у таблицях 4–5.

Таблиця 4

Результати досліджень часу стікання заряду, питомого поверхневого опору і напруженості електричного поля для необробленого трикотажу та обробленого композицією на основі Ultratex

№ зразка	Трикотажний матеріал та вид обробки	Час стікання заряду τ , с		Питомий поверхневий опір ρ_s , Ом		Напруженість електричного поля, Е В/см	
		1	Необроблений зразок	30,4	28,4	$4,3 \cdot 10^{12}$	$8,33 \cdot 10^{13}$
2	Зразки, оброблені складом 1	5,1	6,6	$1,25 \cdot 10^{10}$	$4,63 \cdot 10^{10}$	2100	2400
3	Зразки, оброблені складом 2	4,4	5,5	$1,39 \cdot 10^{10}$	$1,67 \cdot 10^{10}$	1300	1250
4	Зразки, оброблені складом 3	2,2	1,1	$4,4 \cdot 10^9$	$1,48 \cdot 10^{10}$	1110	1050

Таблиця 5

Результати досліджень часу стікання заряду, питомого поверхневого опору і напруженості електричного поля для необробленого трикотажу та обробленого композицією на основі Tubingal

№ зразка	Трикотажний матеріал та вид обробки	Час стікання заряду τ , с		Питомий поверхневий опір ρ_s , Ом		Напруженість електричного поля, Е В/см	
		1	Необроблений зразок	30,4	28,4	$4,3 \cdot 10^{12}$	$8,33 \cdot 10^{13}$
2	Зразки, оброблені складом 1	7,8	7,6	$5,27 \cdot 10^9$	$3,43 \cdot 10^{10}$	2200	2000
3	Зразки, оброблені складом 2	4,5	3,2	$1,57 \cdot 10^{10}$	$3,51 \cdot 10^{10}$	1100	1250
4	Зразки, оброблені складом 3	2,0	1,8	$1,76 \cdot 10^9$	$1,53 \cdot 10^{10}$	990	1100

Значення показників часу стікання зарядів, напруженості електричного поля та питомого поверхневого опору корелюють між собою, що вказує на доцільність використання композиційних препаратів на основі органомодифікованих полісилоксанів для надання трикотажних матеріалам різного виду переплетення стійкого антистатичного ефекту.

Однією з найважливіших властивостей текстильних матеріалів, що забезпечує їхню комфортність, є повітропроникність, яка відповідає за створення повітряного прошарку під одягом і необхідну вентиляцію, що в цілому зумовлює підвищення його гігієнічних властивостей. Результати досліджень показників повітропроникності для необроблених поліфункціональних текстильних матеріалів та оброблених композицією на основі Ultratex наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Показники повітропроникності для необроблених полі функціональних текстильних матеріалів та оброблених композицією на основі Ultratex

№ зразка	Трикотажний матеріал та вид обробки	Повітропроникність, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$
1	Необроблений зразок 1	564
2	Необроблений зразок 2	654
3	Оброблений зразок 1	486
4	Оброблений зразок 2	545

Таким чином, обробка трикотажних полотен удосконаленими композиціями на основі органомодифікованих полісилоксанів призводить до зменшення значення їхньої повітропроникності – практично від 10 до 15%. Таку зміну можна пояснити утворенням полімерної плівки, яка, заповнюючи

наскрізні пори, ущільнює загальну структуру матеріалу.

Показники залежності вологовмісту трикотажних зразків, оброблених композиціями на основі Ultratex та Tubingal наведені на рисунках 1 та 2 відповідно.

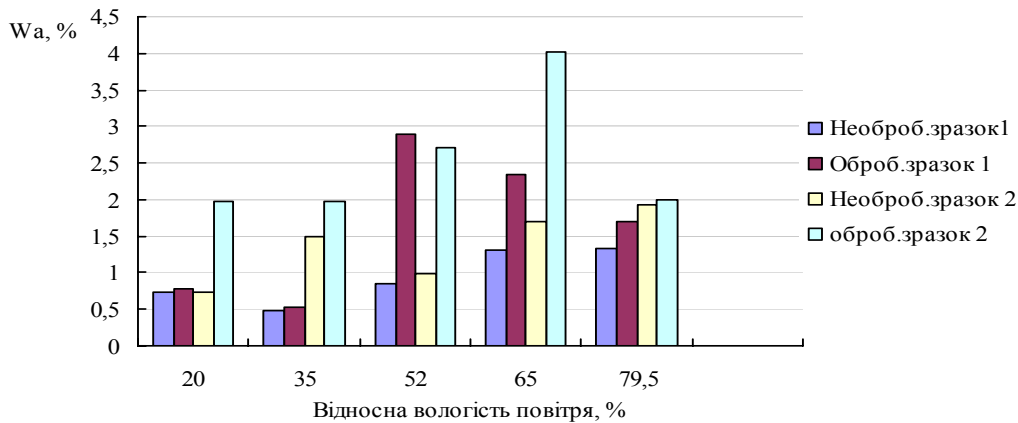


Рис. 1. Залежність вологовмісту зразків 1 і 2 після обробки оптимізованим складом на основі Ultratex від відносної вологості повітря

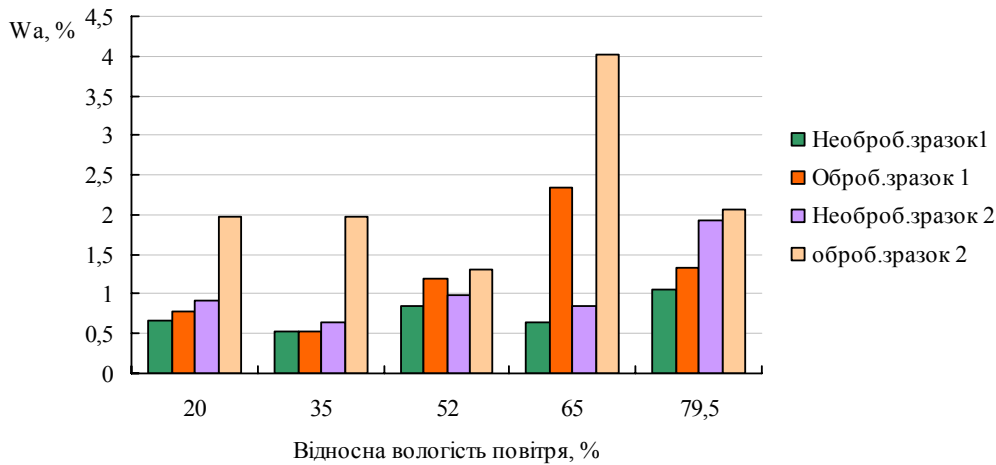


Рис. 2. Залежність вологовмісту зразків 1 і 2 після обробки оптимізованим складом на основі Tubingal від відносної вологості повітря

Результати досліджень залежності вологовмісту трикотажних матеріалів, оброблених полімерною матрицею на основі Ultratex, від відносної вологості повітря констатували збільшення їх вологовмісту на 50% при відносній вологості 20, 35 і 65%. При відносній вологості повітря 52 і 79,5% збільшення вологовмісту відбувається від 10 до 20%. Така ж тенденція характерна для досліджених термотканин, оброблених комплексними текстильно-допоміжними речовинами на основі Tubingal.

Після обробки досліджуваного трикотажу КТДР показники гігроскопічності збільшились до 20%, їх значення наведено в таблиці 7.

Таблиця 7

Показники гігроскопічності необроблених і оброблених зразків

Досліджуваний зразок трикотажу	Значення показника Н, %		
	Необроблений	Оброблений на основі Ultratex	Оброблений на основі Tubingal
Зразок 1	5,6	6,6	7
Зразок 2	6,1	7,2	8,6

Таблиця 8

Результати досліджень міцності трикотажних матеріалів

Досліджуваний зразок трикотажу	Розривне навантаження, кгс		
	Необроблений	Оброблений складом на основі Ultratex	Оброблений складом на основі Tubingal
Зразок 1	24,5	46	33,5
Зразок 2	22	26,5	28

Фізична надійність тканин визначається їх фізичним станом, коли вони здатні забезпечити задоволення в часі відповідних матеріальних і нематеріальних потреб споживача. Основною властивістю, яка характеризує фізичну довговічність тканин, є стійкість тканини до руйнування, тобто зносостійкість [22].

Проаналізувавши результати досліджень міцності трикотажних матеріалів на розрив, наведених в таблиці 8, можна зробити висновок, що для зразка 1 міцність збільшилась до 50% (оброблений складом на основі Ultratex і Tubingal). Проте така тенденція не характерна для зразка 2, де збільшення міцності спостерігається лише до 3%.

Оскільки випробувальні препарати є нестійкими до мокрих обробок, було вирішено визначити, після кількох циклів прання антистатичний препарат залишається на поверхні волокна. Результати експериментальних досліджень впливу дії миючого розчину на електрофізичні показники трикотажних матеріалів, оброблених КТДР, наведені на рисунках 3 та 4.

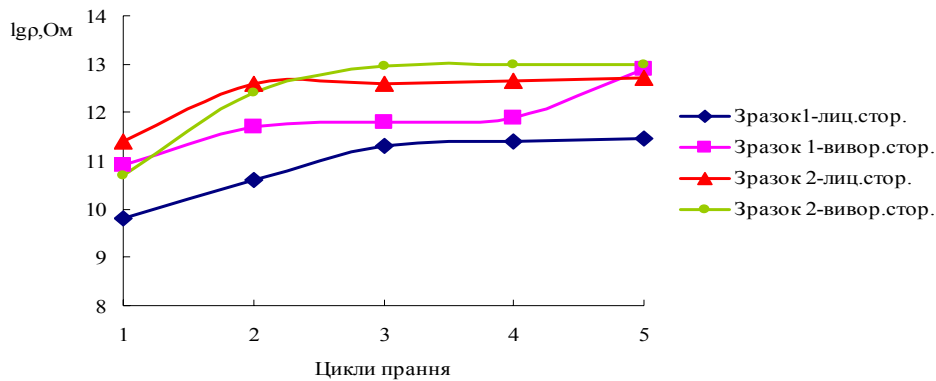


Рис. 3. Залежність логарифма питомого поверхневого опору трикотажного матеріалу, обробленого складом на основі Ultratex, від тривалості дії миючого розчину

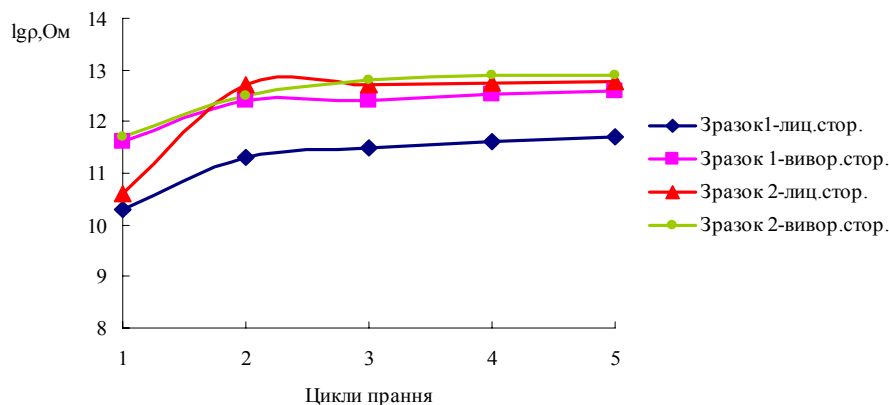


Рис. 4. Залежність логарифма питомого поверхневого опору трикотажного матеріалу, обробленого складом на основі Tubingal, від тривалості дії миючого розчину

Після п'ятого циклу прання показники питомого поверхневого опору збільшуються не суттєво, а трикотажні матеріали при цьому характеризуються високими антистатичними властивостями після обробки композиційними препаратами на основі полімерних матриць.

Висновки

Після проведення комплексної оцінки гігієнічних властивостей поліфункціональних текстильних матеріалів рекомендовано використовувати її для виготовлення білизни для екстремальних, а саме водних видів спорту (кааякінг, рафтинг): спортивної або фізичної діяльності середньої і високої інтенсивності, з сильним потінням, що вимагає постійного виведення вологи (поту) з поверхні шкіри та запобігання або суттєвого скорочення часу висихання, тобто остигання організму, після закінчення фізичних навантажень. Крім того, дані методики доцільно використати спеціалізованим і сертифікованим лабораторіям санітарно-епідеміологічних станцій.

Література

1. Чекаль В.Н. Гигиенические особенности одежды из искусственных материалов / В.Н. Чекаль, В.Н. Акименко, Г.В. Бей и др. – К. : Здоров'я, 1982. – 120 с.
2. Термобелье – Одежда для спорта, фитнеса и туризма [Електронний ресурс]. – Режим доступу : termosport.ru/article_info.../Termobele (дата звернення: 3.02.2014).
3. Що таке термобілизна? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.tramontana.ru/article.php?id_article=34 (дата звернення: 3.02.2014).
4. Кондратюк Є.П. Основи гігієни / Є.П. Кондратюк. – К., 2003.

5. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств : ГОСТ 3816-81. – М. : Изд-востандартов, 1982. – С. 12.
6. Глубіш П.А. Хімічна технологія текстильних матеріалів. Завершальна обробка : навч. посіб. для ВУЗів / П.А. Глубіш – К. : Арістей, 2006. – 304 с.
7. Глубиш П.А. Грязеотталкивающая отделка текстильных материалов / П. А. Глубиш // Текстильная промышленность. – 1986. – С. 56–57.
8. Галык И. С. Влияние кремнийорганических соединений на загрязняемость трикотажных полотен / И.С. Галык, Б.Д. Семак, Л.Г. Ковтун // Текстильная промышленность. – 1983. – С. 54.
9. Воронков М.Г. Грязеотталкивающая отделка тканей алюмоорганилсиликонатами натрия / М.Г. Воронков, Г.В. Иванов // Технология текстильной промышленности. – 1971. – С. 101–105.
10. Пашенко А.А. Гидрофобизация / А.А. Пашенко, М.Г. Воронков, Л.А. Михайленко. – К. : Наукова думка, 1973. – 238 с.
11. Орлов Н.Ф. Кремнийорганические соединения в текстильной и легкой промышленности / Н.Ф. Орлов, М.В. Андросова, Н.В. Введенский. – М. : Легкая индустрия, 1976. – 235 с.
12. Кольцова Ю.А. Исследования гидрофобизирующих свойств олигоалкоксилосилоксанов / Ю.А. Кольцова, Н.В. Журавльова, Б.А. Измайлов // Технология текстильной промышленности. – 2000. – С. 64–66.
13. Воронков М.Г. Химия и практическое применение кремнийорганических соединений / М.Г. Воронков, Н.В. Калугин. – Л. : Изд-во ЦБТИ, 1961. – С. 57.
14. Петухов Б.В. Полиэфирные волокна / Б.В. Петухов. – М. : Изд-во Легкая индустрия, 1976. – 220 с.
15. Ганзюк А.Я. Поліетиленгліколи і перспективи їх використання в якості антистатиків / А.Я.Ганзюк, А.В. Вешко, І.О. Мовчан // Всеукраїнська науково-практична конф. за участю іноземних вчених “Сучасні технології в легкій промисловості та сервісі”, 18–19 травня 2011 р. – С. 21.

References

1. Chekal' V.N. Higienicheskie osobennosti odezhdy' iz iskusstvenny'x materialov / V. N. Chekal', V. N. Akymenko, H.V. Bej i dr. – K.: Zdorov'ya, 1982. – 120 s.
2. Termobel'e - Odezhd dlya sporta, fitnesa y turizma[Elektronnij resurs]// Rezhym dostupu: termosport.ru/article_info.../Termobele (data zvernennya: 3.02.2014).
3. Shcho take termobilyzna? [Elektronnyy resurs]// Rezhym dostupu:http://www.tramontana.ru/article.php?id_article=34 (data zvernennya: 3.02.2014).
4. Kondratyuk Ye.P. Osnovy hihiyeny / Ye. P. Kondratyuk – K., 2003.
5. HOST 3816-81. Polotna tekstyl'nye. Metody' opredeleniya higposkopicheskix i vodoottalkivayushchix svoystv.- M. : Yzd-vostandaptov, 1982.-S. 12.
6. Hlubish P. A. Khimichna tekhnolohiya tekstyl'nykh materialiv. Zavershal'na obrobka/ P. A. Hlubish: Navch. posib. dlya VUZiv. – K.: Aristey, 2006. – 304 s.
7. Glubish P.A. Gryazeottalkivayushchayaotdelka tekstil'ny'kh materialov/ P. A. Glubish // Tekstil'naya promy'shlnennost'. – 1986. – S. 56-57.
8. Galyk Y. S. Vliyanie kremnijorganycheskix soedinenij na zagryaznyaemost' trikotazhny'x poloten/ Y. S. Galy'k, B.D. Semak, Kovtun L. H. // Tekstil'naya promy'shlnennost'. – 1983. – S. 54
9. Voronkov M. H. Gryazeottalkivayushchaya otelka tkaney alyumoorganilsilikonatami natriya/ M. H. Voronkov, H.V. Ivanov // Tekhnolohiya tekstil'noj promy'shlnennosti. – 1971. – S. 101-105.
10. Pashchenko A. A. Gidrofobizatsiya/ A. A Pashchenko, M. H. Voronkov, L. A. Myxajlenko – Kyev: Naukova dumka, 1973 – 238 s.
11. Orlov N. F. Kremnijorganicheskie soedineniya v tekstil'noj i legkoj promy'shlnennosti/ N. F. Orlov, M. V. Androsova, N. V. Vvedens'kyj. M.: Lehkaya industriya, 1976. – 235 s.
12. Kol'tcova Yu. A. Issledovaniya gidrofobiziruyushchix svoystv oligoalkoksililoksanov/ Yu. A. Kol'tcova, N. V.Zhuravl'ova, B. A. Izmaylov// Tekhnolohiya tekstil'noj promy'shlnennosti. – 2000. – S. 64-66.
13. Voronkov M. H. Ximiya i prakticheskoe prymenenie kremnijorganicheskix soedynenij/ M. H. Voronkov, N. V. Kaluhin. – L.: Yzd-vo TsBTY, 1961. – S. 57
14. Petukhov B.V. Polye'firny'e volokna/ B. V. Petukhov. – M.: Yzd-vo Legkaya industriya, 1976. – 220 s.
15. Hanzjuk A.Ya. Polietylenhlikoli i pepspektyvyvy ikh vykopystannya v yakosti antystatyktiv/ A.Ya.Hanzjuk, A.V. Veshko, I.O.Movchan // Vseukpayins'kanaukovo-ppaktychna konfepentsiya za uchastyu inozemnykh vchenyx “Suchasnitexnologiyi v lehkiyppomyslovostita sepyvisi” 18-19 travnya 2011 p., - S.21.

Рецензія/Peer review : 05.09.2014 р.

Надрукована/Printed :30.9.2014 р.
Рецензент: д.т.н., проф. І.А. Мандзюк