

3, 28-32 s.

5. Kudryavin L.A., Shalov I.I. Osnovy tekhnologii trikotazhnogo proizvodstva. –M.: Legprombytizdat, 1991. – 496 s.
6. Shalov I.I., Dalidovich A.S., Kudryavin L.A. Tekhnologiya trikotazhnogo proizvodstva: Osnovy teorii vyazaniya. –M.: Lyogkaya i pishhevaya prom-st, 1984. – 296 s.
7. Mikhajlov K. D., Kharitonov L.F., Guseva A.A. Tekhnologiya trikotazha. – M.: Gizlegprom, 1956. – 827 s.
8. Dalidovich A.S. Tekhnologiya trikotazhnogo proizvodstva. Ch. II. – M.: Gizlegprom, 1940. – 612 s.
9. Heinz Hanel u.a. Bindungslehre der Kulierwirkerei und Strickerei. – Leipzig: VEB Fachbuchverlag, 1988. – 80 s
10. Zinovjeva V.A., Pavlova I.V., Tuzova I.S. O klassifikacii trikotazhnykh perepletienij. – Izv. Vuzov. Tekhnologiya tekstilnoj prom-sti, 2001, № 2, 84-88 s.
11. Pospelov E.P. Dvukhslojnyj trikotazh. – M.: Legkaya i pishhevaya prom-st, 1982. – 208 s.
12. Galanina O.D., Maksimova Y. A. Risunchatij trikotazh. –M.: Gizlegprom, 1955. – 304 s.
13. Truevzev A.V. Prikladnaya mekhanika trikotazha: uchebnoe posobie. – SPb.: SPGUTD, 2001. – 87 s.

Рецензія/Peer review : 22.2.2014 р.

Надрукована/Printed :6.4.2014 р.

Статтю представляє: Параска Г.Б., д.т.н., проф.

УДК 677.044.132

С.А. КАРВАН, А.Я. ГАНЗЮК, О.А. ПАРАСКА, Г.М. СОКОЛ

Хмельницький національний університет

ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУМІШІ ПОЛІЕТИЛЕНГЛІКОЛІВ РІЗНОЇ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МАСИ У ЯКОСТІ АНТИСТАТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Досліджено доцільність використання суміші поліетиленгліколів різної молекулярної маси у якості антистатичних препаратів, показано, що їх дія не суттєво впливає на фізико-механічні показники текстильних матеріалів різного волокнистого складу та ткацького переплетення, а максимальний ефект і збереження антистатичного агента не спостерігається вже після п'ятого циклу прання.

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

S.A. KARVAN, A.Y. GANZUK, O.A. PARASKA, G.M. SOKOL

Khmelnytskyi National University

THE STUDY OF EXPEDIENCY OF USING POLYETHYLENE GLYCOLS MIXTURE OF DIFFERENT MOLECULAR WEIGHT AS ANTISTATIC AGENTS

Abstract- The expediency of using polyethylene glycols mixture of different molecular weight as antistatic agents was researched. It has been shown that their action does not significantly impact on the physical and mechanical properties of textile materials of different fiber composition and woven interweaving, the maximum effect and saving of antistatic agent after the fifth washing cycle was not observed. After some research, we recommend to use and introduce in manufacturing polyethylene glycols and their mixtures as "anti-static additive" - chemicals that are added in the process of manufacture of fibers and other polymeric materials for reducing the electrification.

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

Постановка проблеми

Важливою передумовою успішної діяльності підприємства в умовах ринкової економіки може бути підвищення вимог до якості одягу, орієнтування виробництва на ринок збуту та конкуренцію. Структурна системи оцінки якості одягу на споживчому рівні може бути представлена п'ятьма класами показників якості продукції, які визначають безпосередню суспільну і індивідуальну цінність для людини-споживача: соціальними, функціональними, естетичними, ергономічними і експлуатаційними [1].

Текстильні матеріали з хімічних ниток знайшли широке застосування в різних галузях промисловості і для виготовлення виробів побутового призначення. Не дивлячись на суттєві і добре відомі економічні, технологічні і експлуатаційні заслуги нових полімерних матеріалів, вони мають і серйозні недоліки. В більшості випадків полімерні матеріали по своїй природі діелектрики, яким властиво при контакті і терті генерувати електростатичні заряди. Використання таких матеріалів в процесі виробництва і експлуатації текстильних матеріалів при окремих умовах призводить до інтенсивного накопичення зарядів статичної електрики на робочих місцях і тілі людини, що є негативним фактором. Так, шкідливий прояв статичної електризації дуже різноманітний: випромінює негативний вплив на організм працюючих, знижуючи його працездатність і опір до різних захворювань; порушує технологічний процес; ускладнює обслуговування обладнання; знижує продуктивність праці і якість продукції; є причиною пожеж, вибухів і інших небезпечних проявів [2]. В зв'язку з тим, що виникнення зарядів статичної електрики на полімерних матеріалах проявляється в дуже складній і різноманітній формі і залежить від великої кількості факторів, відсутня єдина теорія, яка пояснює цей прояв. Недостатньо вивчено електростатичну поведінку сучасних матеріалів в процесі виробництва і експлуатації, не вивчено умови і фактори їх електризації. Існуючі прилади і методики, які використовуються з цією метою, не відображають реальних умов виробництва і експлуатації. Тому в наш час вчені докладають великі зусилля для вивчення такого явища як статична електризація. Розробляються нові методи і засоби боротьби з цим негативним не тільки для технологічного

процесу проявом, але для людського організму. На виробництві впроваджуються нові матеріали для спецодягу і взуття, в структурі яких знаходяться матеріали, які нейтралізують статичний заряд або розподіляють його по всій поверхні. Для покращення виготовленої продукції, зниження браку, захисту обладнання, і насамперед захисту персоналу, впроваджуються прилади нейтралізації статичної електрики [3].

В побуті все більше стали застосовуватись засоби пом'якшення і надання антистатичних властивостей. Від перманентних антистатиків стали відмовлятися, тому що вони негативно впливають на якість текстильних матеріалів. Надають більшу увагу обробці на виході готового виробу відповідних текстильних полотен шляхом застосування більш дорогої не перманентної антистатики [4]. Важливою фізичною характеристикою текстильного матеріалу, яка обумовлює появу і величину електричного заряду, є його ізолююча властивість, яка характеризується величиною електричного опору або оберненої їй величиною електричної провідності.

Формулювання цілі статті

Мета і завдання роботи – оцінити ефективність дії суміші поліетиленгліколів різної молекулярної маси у якості антистатичних препаратів.

Виклад основного матеріалу

В області електризації текстильних матеріалів не встановлено закономірний взаємозв'язок провідності та факторів, від яких вона залежить. Однак відомо, що електрична провідність текстильного матеріалу залежить від його вологопоглинаючої здатності, структури і хімічної будови, наявності сторонніх домішок або яких-небудь речовин на його поверхні (каталізатори, стабілізатори полімеризації, текстильно-допоміжні речовини, які використовуються при різних видах обробки тканин). Але вирішальними факторами є структурні особливості і хімічна будова текстильних матеріалів, вологість навколишнього середовища, яка дуже впливає на електричну провідність текстильного матеріалу [4]. Класифікація основних факторів, що впливають на статичну електризацію полімерів наведена на рисунку 1.



Рис.1. Класифікація основних факторів, що впливають на статичну електризацію полімерів

Перспективним є використання суміші поліетиленгліколів (ПЕГ) вітчизняного виробництва (ЗАТ “Барва” м. Івано-Франківськ) з різною молекулярною масою у якості антистатичних агентів. Вони є не токсичними, доступними у ціновому діапазоні та зручними у використанні. Для роботи використано суміші ПЕГ з молекулярними масами від 400 до 8000, робочі концентрації яких складають 5-14 г/л. Після занурення зразків текстильних матеріалів різного волокнистого складу та виду ткацького переплетення у робочі розчини ПЕГ (в присутності КОН) з наступною термофіксацією на протязі 2 хв. при 110°C поверхневий опір зменшився на 2 порядки вже при концентрації ПЕГ 5 г/л. Залежності логарифма питомого поверхневого опору від концентрації ПЕГ різної молекулярної маси ($C=5;8;11;14$ г/л) для текстильних матеріалів різного волокнистого складу та ткацького переплетення наведено на рисунку 2.

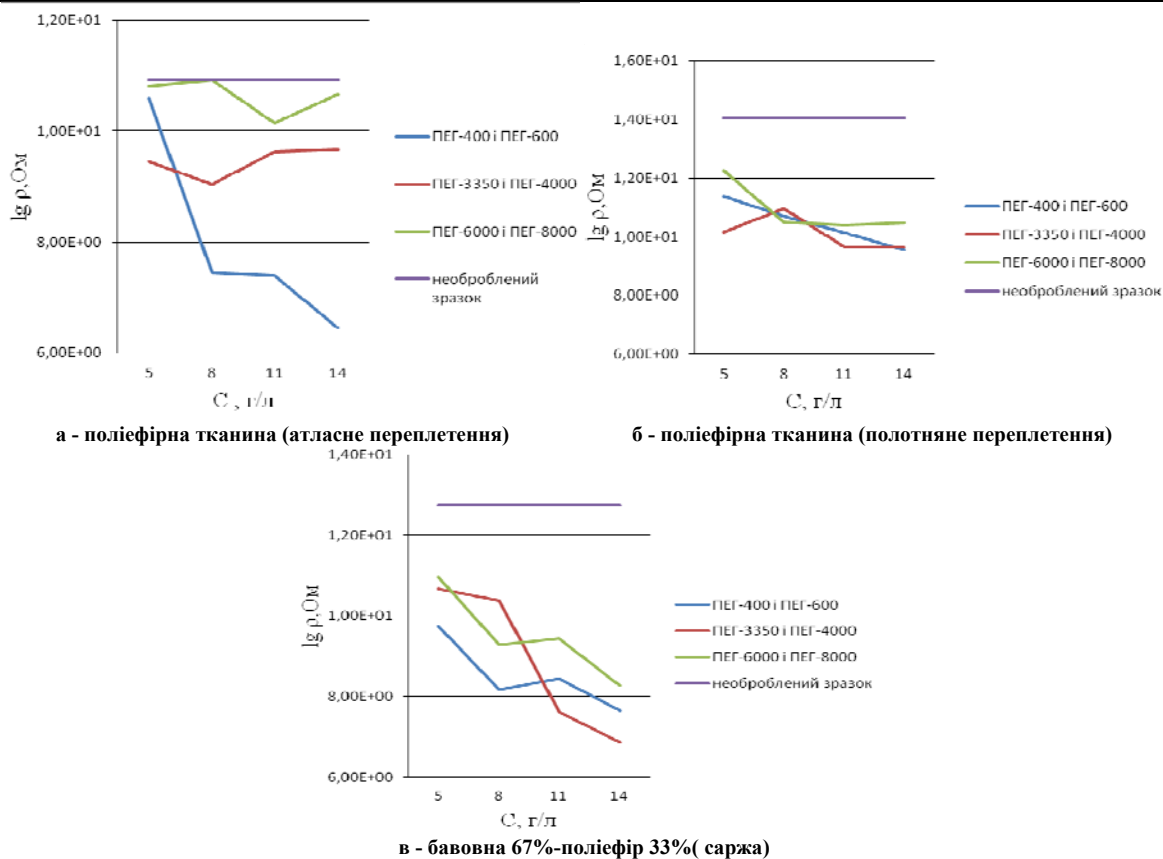


Рис. 2. Залежність логарифма питомого опору від концентрації ПЕГ різної молекулярної маси ($C = 5; 8; 11; 14$ г/л) для текстильних матеріалів різного волокнистого складу та ткацького переплетення

Згідно з результатами експериментів найкращі показники питомого поверхневого опору отримали текстильні матеріали, оброблені сумішами ПЕГ із концентрацією 14 г/л. Детальні результати наведені в таблицях 1-3.

Таблиця 1

Порівняння питомого поверхневого опору необроблених та оброблених текстильних матеріалів сумішшю ПЕГ-400 і ПЕГ-600 ($C=14$ г/л)

Волокнистий склад текстильних матеріалів та вид ткацького переплетення	Питомий поверхневий опір, Ом			
	Необроблений зразок		Зразок, оброблений сумішшю ПЕГ-400 і ПЕГ-600	
	R_s	ρ_s	R_s	ρ_s
100% поліефір, атласне переплетення	$6 \cdot 10^9$	$5,6 \cdot 10^{12}$	$5 \cdot 10^6$	$4,6 \cdot 10^7$
100% поліефір, полотняне переплетення	$12 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{14}$	$3,8 \cdot 10^7$	$3,5 \cdot 10^9$
67%-бавовна 33%-поліефір, саржа	$9 \cdot 10^8$	$8,3 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^7$	$2,8 \cdot 10^6$

Таблиця 2

Порівняння питомого поверхневого опору необроблених та оброблених текстильних матеріалів сумішшю ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000 $C=14$ г/л

Волокнистий склад текстильних матеріалів та вид ткацького переплетення	Питомий поверхневий опір, Ом			
	Необроблений зразок		Зразок, оброблений сумішшю ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000	
	R_s	ρ_s	R_s	ρ_s
100% поліефір, атласне переплетення	$6 \cdot 10^9$	$5,6 \cdot 10^{12}$	$5 \cdot 10^7$	$4,6 \cdot 10^9$
100% поліефір, полотняне переплетення	$12 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{14}$	$5 \cdot 10^9$	$4,6 \cdot 10^9$
67%-бавовна 33%-поліефір, саржа	$9 \cdot 10^8$	$8,3 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^8$	$7,4 \cdot 10^6$

Порівняння питомого поверхневого опору необроблених та оброблених текстильних матеріалів сумішшю ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000 (C=14 г/л)

Волокнистий склад текстильних матеріалів та вид ткацького переплетення	Питомий поверхневий опір, Ом			
	Необроблений зразок		Зразок оброблений сумішшю ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	
	R_s	ρ_s	R_s	ρ_s
100% поліефір, атласне переплетення	$6 \cdot 10^9$	$5,6 \cdot 10^{12}$	$5 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot 10^{10}$
100% поліефір, полотняне переплетення	$12 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{14}$	$3,2 \cdot 10^{10}$	$2,9 \cdot 10^{10}$
67%-бавовна 33%-поліефір, саржа	$9 \cdot 10^8$	$8,3 \cdot 10^{10}$	$2,1 \cdot 10^9$	$1,9 \cdot 10^8$

Для того, щоб підтримувати нормальний внутрішньотекстильний мікроклімат, матеріали повинні добре поглинати вологу при контакті з поверхнею шкіри людини, особливо це стосується матеріалів підкладки, тобто володіти конкретним вологовмістом, гігроскопічністю та поступово переводити вологу в наступні шари тканини. Для того, щоб визначити зміну властивостей досліджуваних зразків текстильних матеріалів після обробки антистатичними препаратами, були проведені випробування по визначенню залежності його вологовмісту від відносної вологості повітря. Експеримент проводився при відносній вологості 20%, 35%, 50%, 62% 80,6% і температурі 20°C. Результати вимірювань наведені на рисунку 3.

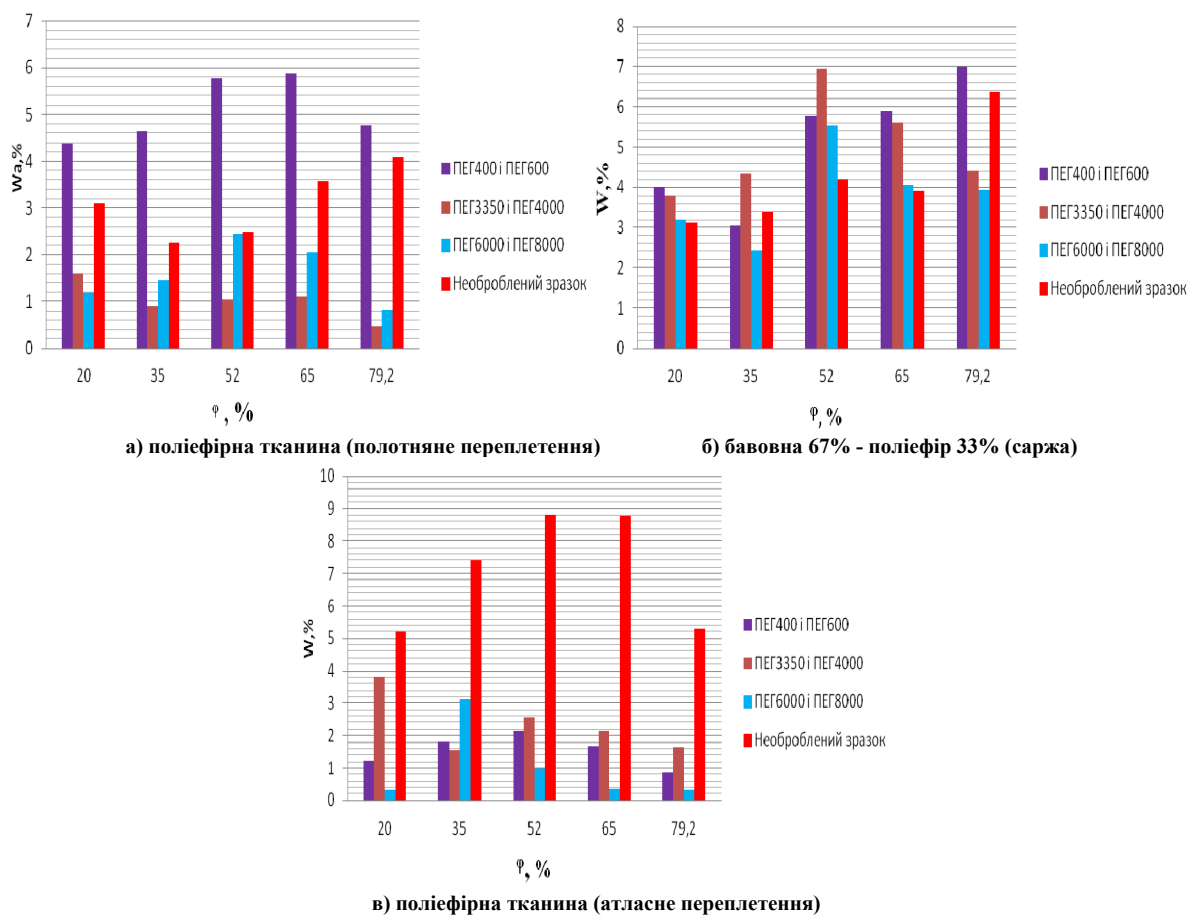


Рис. 3. Залежність вологовмісту (W_a) текстильних матеріалів різного волокнистого складу та виду ткацького переплетення (а,б,в) до та після обробки сумішами ПЕГ різної молекулярної маси від відносної вологості повітря (ϕ %)

Проаналізувавши результати дослідження залежності вологовмісту текстильних матеріалів різного волокнистого складу та виду ткацького переплетення до та після обробки сумішшю ПЕГ різної молекулярної маси при робочій концентрації 14 г/л можна зробити наступні висновки: зростання вологовмісту текстильного матеріалу волокнистого складу 100% поліефір (полотняне переплетення) і бавовна 67% – поліефір 33% (саржа) спостерігається при вище вказаних в методичній частині відносних вологостях повітря для зразків оброблених сумішшю ПЕГ 400 і 600. Проте така закономірність не характерна для зразка текстильного матеріалу волокнистого складу 100% поліефір (атласне переплетення), де, навпаки, низький вологовміст при всіх відносних вологостях повітря. Ці дані корелюються та

узгоджуються з показниками питомого поверхневого опору, значення якого практично не змінюється після обробки. Можливо, це пояснюється тим, що текстильний матеріал атласного переплетення має щільну структуру, завдяки чому антистатичний агент залишається тільки на поверхні волокна. Тобто зменшення поверхневого опору відбувається за рахунок збільшення вологовмісту тканини, що і є закономірним процесом, адже всі ПЕГ як низької, так і великої молекулярної маси та їхні суміші, характеризуються високою здатністю утримувати вологу.

При наданні текстильним матеріалам стійкого антистатичного ефекту важливо не вплинути на їх основні фізико-механічні показники, а саме – жорсткість, стійкість до прання.

Прання – фізико-хімічний процес очищення текстильних виробів з використанням водних розчинів детергентів поверхнево-активних речовин (ПАР), ензимів, пігментів, вибілювачів. Основне призначення прання – видалення різних забруднень. Саме цим пояснюється те, що із збільшенням циклів прання відбувається вимивання антистатиків, адже вони не проникають глибоко у волокно, а фіксуються на його поверхні. Зважаючи на це потрібно підбирати антистатичні агенти які зберігатимуться на тканині протягом тривалого часу. Проведено ряд дослідів на визначення стійкості антистатика на поверхні волокна в процесі прання від тривалості дії миючого розчин. Результати дослідів наведені у таблицях 4–6.

Таблиця 4

Залежність питомого поверхневого опору текстильних матеріалів, поліефірної тканини (атласне переплетення), оброблених сумішами ПЕГ (C=14г/л) від тривалості дії миючого розчину

Вид антистатичного препарату	I прання		II прання		III прання		IV прання	
	R _s	ρ _s	R _s	ρ _s	R _s	ρ _s	R _s	ρ _s
Необроблений зразок	6·10 ⁹	5,6·10 ¹²	6·10 ⁹	5,6·10 ¹²	6·10 ⁹	5,6·10 ¹²	6·10 ⁹	5,6·10 ¹²
ПЕГ-400 і ПЕГ-600	5,2·10 ⁶	4,8·10 ⁷	5,5·10 ⁶	5,1·10 ⁷	5,6·10 ⁶	5,2·10 ⁷	5,7·10 ⁶	5,3·10 ⁷
ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000	5,4·10 ⁷	5·10 ⁹	5,6·10 ⁷	5,2·10 ⁹	5,8·10 ⁷	5,4·10 ⁹	5,95·10 ⁷	5,5·10 ⁹
ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	5,1·10 ⁸	4,7·10 ¹⁰	5,35·10 ⁸	5·10 ¹⁰	5,5·10 ⁸	5,1·10 ¹⁰	5,68·10 ⁸	5,3·10 ¹⁰

Таблиця 5

Залежність питомого поверхневого опору текстильних матеріалів, поліефірної тканини (полотняне переплетення) оброблених сумішами ПЕГ (C=14г/л) від тривалості дії миючого розчину

Вид антистатичного препарату	I прання		II прання		III прання		IV прання	
	R _s	ρ _s	R _s	ρ _s	R _s	ρ _s	R _s	ρ _s
Необроблений зразок	12·10 ¹¹	1,1·10 ¹⁴	12·10 ¹¹	1,1·10 ¹⁴	12·10 ¹¹	1,1·10 ¹⁴	12·10 ¹¹	1,1·10 ¹⁴
ПЕГ-400 і ПЕГ-600	4·10 ⁷	3,7·10 ⁹	4,2·10 ⁷	3,9·10 ⁹	4,5·10 ⁷	4,2·10 ⁹	4,68·10 ⁷	4,3·10 ⁹
ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000	5,1·10 ⁹	4,7·10 ¹¹	5,3·10 ⁹	4,9·10 ¹¹	5,56·10 ⁹	5,2·10 ¹¹	5,8·10 ⁹	5,4·10 ¹¹
ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	3,5·10 ¹⁰	3,2·10 ¹²	3,6·10 ¹⁰	3,3·10 ¹²	3,75·10 ¹⁰	3,8·10 ¹²	3,9·10 ¹⁰	3,6·10 ¹²

Таблиця 6

Залежність питомого поверхневого опору текстильних матеріалів, (бавовна 67% – поліефір 33% (саржа), оброблених сумішами ПЕГ (C=14г/л) від тривалості дії миючого розчину

Вид антистатичного препарату	I прання		II прання		III прання		IV прання	
	R _s	ρ _s	R _s	ρ _s	R _s	ρ _s	R _s	ρ _s
Необроблений зразок	9·10 ⁸	8,3·10 ¹⁰	9·10 ⁸	8,3·10 ¹⁰	9·10 ⁸	8,3·10 ¹⁰	9·10 ⁸	8,3·10 ¹⁰
ПЕГ-400 і ПЕГ-600	3,3·10 ⁷	3,1·10 ⁹	3,5·10 ⁷	3,3·10 ⁹	3,76·10 ⁷	3,5·10 ⁹	4·10 ⁷	3,7·10 ⁹
ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000	8,2·10 ⁸	7,6·10 ¹⁰	8,4·10 ⁸	7,8·10 ¹⁰	8,73·10 ⁸	8,1·10 ¹⁰	8,92·10 ⁸	8,3·10 ¹⁰
ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	2,3·10 ⁹	2,1·10 ¹¹	2,54·10 ⁹	2,4·10 ¹¹	2,7·10 ⁹	2,5·10 ¹¹	2,99·10 ⁹	2,8·10 ¹¹

Проаналізувавши отримані результати дослідів на визначення стійкості антистатика на поверхні волокна в процесі прання від тривалості дії миючого розчину, максимальний ефект антистатичної обробки

спостерігається до п'ятого циклу прання.

Оскільки на показники жорсткості текстильних матеріалів впливають такі фактори, як структура пряжі та ниток, вид переплетення, товщина та щільність тканини, вид оздоблення, то наступним завданням роботи було вивчення впливу антистатичної обробки на жорсткість текстильних матеріалів за відповідним стандартом [5]. Результати досліджень наведено у таблицях 7, 8.

Таблиця 7

Вплив антистатичних препаратів на показники жорсткості текстильних матеріалів волокнистого складу 100% поліефір (полотняне переплетення) до та після обробки сумішами ПЕГ різної молекулярної маси

Вид антистатика	Основа	Уток
ПЕГ-400 і ПЕГ-600	7,66	10,17
ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000	6,14	8,55
ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	8,83	12,45
необроблений зразок	7,79	10,10

Таблиця 8

Вплив антистатичних препаратів на показники жорсткості текстильних матеріалів волокнистого складу бавовна 67% - поліефір 33%(саржа) до та після обробки сумішами ПЕГ різної молекулярної маси

Вид антистатика	Основа	Уток
ПЕГ-400 і ПЕГ-600	21,82	16,79
ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000	23,53	26,05
ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	22,56	24,65
необроблений зразок	22,40	14,46

Таким чином, після обробки текстильних матеріалів сумішами ПЕГ різної молекулярної маси спостерігається незначне (до 2%) зростання жорсткості для всіх досліджуваних зразків.

Висновки

Отже, досліджено вплив антистатичної обробки на фізико-механічні властивості текстильних матеріалів. Показано, що дія антистатика не суттєво впливає на жорсткість волокна, а максимальний ефект і збереження антистатичного агента спостерігається до п'ятого циклу прання. Проведені дослідження, дозволяють рекомендувати використовувати і впроваджувати у виробництво ПЕГ вітчизняного виробництва та їх суміші у якості "антистатичних агентів" – хімічних речовин, які додаються у процесі виготовлення волокон та інших полімерних матеріалів для зниження електризації.

Література

1. Славінська А.Л. Побудова лекал деталей одягу різного асортименту : [навчальний посібник] / Славінська А.Л. – Хмельницький : ХНУ, 2011. – 115–117 с.
2. Хэтчер С. Защита от статического электричества. Чистые помещения и технологические среды / Хэтчер С. – 2004. – № 4. – 18–19 с.
3. Chubb J.N. "Tribocharging studies on inhabited cleanroom garments", *Electrostatics*, 2008. – № 66 – Р. 531–537.
4. Савчук Н.П. Электризуемость обувных материалов и обуви и разработка мер ее снижения : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. – Хмельницький : 1991. – 236 с.
5. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости. Основные положения : ГОСТ 8977-74 [Действителен от 1975–07–07]. – М. : Издательство стандартов, 1975. – 7с.

References

1. Slavinska A.L. Construction of pattern making of different parts of clothing assortment: tutorial - Khmelnytsky, Khmelnytsky National University, 2011. – 115-117 p
2. Hatcher S. ESD protection, Cleanrooms and technological environment, №4, 2004. – 18-19 p.
3. Chubb J. N. "Tribocharging studies on inhabited cleanroom garments", *Electrostatics* № 66, 2008. – 531-537 p.
4. Savchuk N.P. Electrified of shoes and shoemaking materials and development of measures to reduce it. Abstract of dissertation for obtaining the degree of Ph.D. Khmelnytsky: 1991. – 236 p.
5. Artificial leather and membrane materials. Methods for determination of flexibility, stiffness and elasticity. Key points: GOST 8977-74 - [Valid from 1975 - 07 - 07]. - Moscow: Publishing House of Standards, 1975. – 7 p.

Рецензія/Peer review : 18.3.2014 р.

Надрукована/Printed : 6.4.2014 р.
Рецензент: Параска Г.Б., д.т.н., проф.