

УДК 677.044.132

## НАДАННЯ ТЕКСТИЛЬНИМ МАТЕРІАЛАМ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОГО АНТИСТАТИЧНОГО ЕФЕКТУ



Христина Ганзюк,  
ganzjuk69@mail.ru

Ганзюк Х.А., Калібабчук В.О., Костирко О.О., Тимощук О.Б., Краєвська Я.А.  
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

**Резюме.** 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.

**Вступ.** Медичний одяг є важливою складовою виробів спеціального призначення, основним асортиментом якого є халати та костюми жіночі і чоловічі, костюми хірургічні та для санітарних працівників, фартухи, головні убори – шапочки, пілочки та смужки. Модель, фасон і конструкція медичного одягу регламентуються відповідними ТУ на модель [1]. Підібрати медичний халат або костюм можна з урахуванням індивідуальних особливостей, різноманітного фасону, кольору і обробки. Крім того, створені виробничі лінії, де випускається дизайнерський медичний одяг. Усі моделі розроблені з урахуванням специфіки роботи працівників, комплекцій і віку. Асортимент медичного одягу дуже різноманітний та відрізняється за кольором, фасоном і розміром, за довжиною виробів. Основні функції, що притаманні медичному одягу, – це міцність, простота очищення, низька проникність забруднення (зокрема крові), гігієнічність, антистатичність та зручність.

Переважаючий медичний одяг створюється з бавовни та інших тканин, оскільки це гарантує гігієнічність і комфорт в експлуатації [2]. Використання сумішевих тканин, наприклад, бавовни-полієфіру, надає медичному одягу таких властивостей, як повітропроникність, незминальність, міцність, пружність, м'якість. Додавання полієфіру перешкоджає розмноженню мікробів, бактерій, вірусів. На відміну від халатів з чистої бавовни, які експлуатуються протягом одного року, халати з сумішевих тканин мають

більший термін використання (до п'яти років) [3]. Тому, дослідження експлуатаційних властивостей текстильних матеріалів, що використовуються для пошиття медичного одягу, та відповідність їх до вимог державних стандартів є вельми актуальним.

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 [4-7]. Основні фактори, що впливають на статичну електризацію полімерів: природа контактуючих матеріалів; електрофізичні властивості контактуючих матеріалів; фізико-механічні умови контакту (тертя); стан навколишнього середовища.

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 викорис-

танні. 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 (С=5;8;11;14 г/л) для текстильних матеріалів різного волокнистого складу та ткацького переплетення наведено на рисунку 1.

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

Для того, щоб підтримувати нормальний внутрішньо-текстильний мікроклімат, матеріали повинні добре поглинати вологу при контакті з поверхнею шкіри людини, тобто володіти конкретним вологовмістом, гігроскопічністю та поступово переводити вологу в наступні шари тканини. Для того, щоб визначити зміну властивостей досліджуваних зразків текстильних матеріалів медичного призначення після обробки антистатичними препаратами, були проведені випробування по визначенню залежності їх вологовмісту від відносної вологості повітря –

20%, 35%, 50%, 62% 80,6% і температурі 20°C. Результати вимірювань наведено на рисунку 2.

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 за умов вказаних 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.

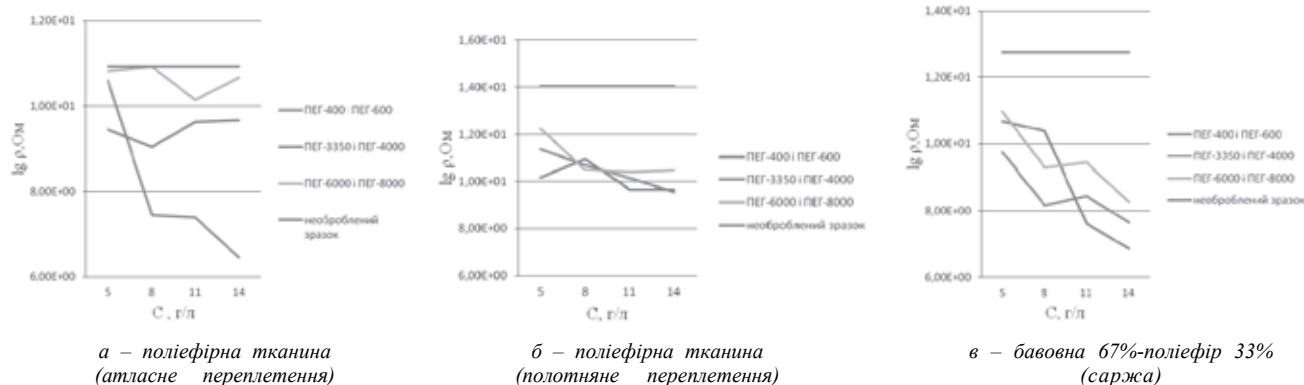


Рис. 1. Залежність логарифма питомого опору від концентрації ПЕГ різної молекулярної маси (С = 5;8;11;14 г/л) для текстильних матеріалів різного волокнистого складу та ткацького переплетення

Таблиця 1.

Показники питомого поверхневого опору необроблених та оброблених текстильних матеріалів сумішшю ПЕГ-400 і ПЕГ-600 (С = 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	
	$R_s$	$\rho_s$	$R_s$	$\rho_s$
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.

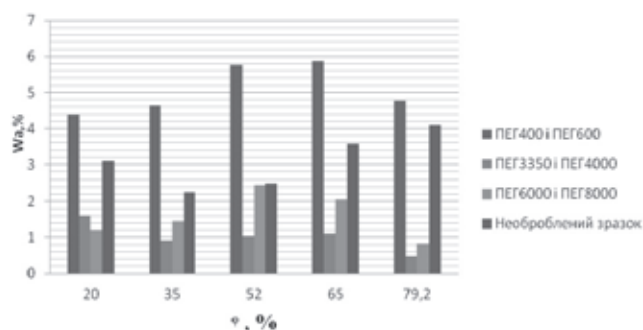
Показники питомого поверхнього опору необроблених та оброблених текстильних матеріалів сумішшю ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000 (C = 14 г/л)

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

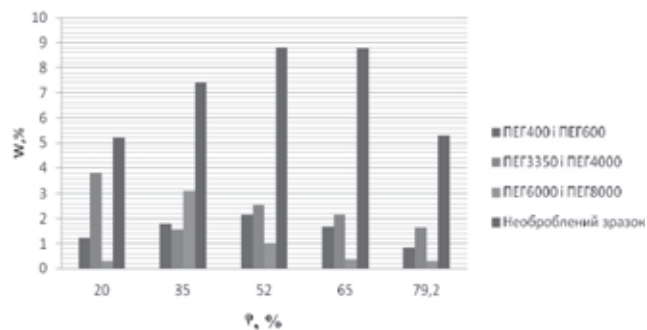
Таблиця 3.

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

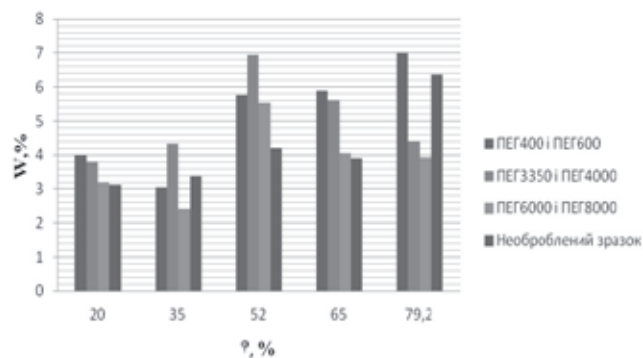
Волокнистий склад текстильних матеріалів та вид ткацького переплетення	Питомий поверхневий опір, Ом			
	Необроблений зразок		Зразок, оброблений сумішшю ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	
	$R_s$	$\rho_s$	$R_s$	$\rho_s$
100% поліефір, атласне переплетення	$6 \cdot 10^9$	$5,6 \cdot 10^{12}$	$5 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot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



а) поліефірна тканина (полотняне переплетення)



в) поліефірна тканина (атласне переплетення)



б) бавовна 67% – поліефір 33%(саржа)

Рис. 2. Залежність вологовмісту ( $W_d$ ) 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 ( $\phi$ , %)

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 <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>
Необроблений зразок	6·10 <sup>9</sup>	5,6·10 <sup>12</sup>	6·10 <sup>9</sup>	5,6·10 <sup>12</sup>	6·10 <sup>9</sup>	5,6·10 <sup>12</sup>	6·10 <sup>9</sup>	5,6·10 <sup>12</sup>
ПЕГ-400 і ПЕГ-600	5,2·10 <sup>6</sup>	4,8·10 <sup>7</sup>	5,5·10 <sup>6</sup>	5,1·10 <sup>7</sup>	5,6·10 <sup>6</sup>	5,2·10 <sup>7</sup>	5,7·10 <sup>6</sup>	5,3·10 <sup>7</sup>
ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000	5,4·10 <sup>7</sup>	5·10 <sup>9</sup>	5,6·10 <sup>7</sup>	5,2·10 <sup>9</sup>	5,8·10 <sup>7</sup>	5,4·10 <sup>9</sup>	5,95·10 <sup>7</sup>	5,5·10 <sup>9</sup>
ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	5,1·10 <sup>8</sup>	4,7·10 <sup>10</sup>	5,35·10 <sup>8</sup>	5·10 <sup>10</sup>	5,5·10 <sup>8</sup>	5,1·10 <sup>10</sup>	5,68·10 <sup>8</sup>	5,3·10 <sup>10</sup>

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 <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>
Необроблений зразок	12·10 <sup>11</sup>	1,1·10 <sup>14</sup>	12·10 <sup>11</sup>	1,1·10 <sup>14</sup>	12·10 <sup>11</sup>	1,1·10 <sup>14</sup>	12·10 <sup>11</sup>	1,1·10 <sup>14</sup>
ПЕГ-400 і ПЕГ-600	4·10 <sup>7</sup>	3,7·10 <sup>9</sup>	4,2·10 <sup>7</sup>	3,9·10 <sup>9</sup>	4,5·10 <sup>7</sup>	4,2·10 <sup>9</sup>	4,68·10 <sup>7</sup>	4,3·10 <sup>9</sup>
ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000	5,1·10 <sup>9</sup>	4,7·10 <sup>11</sup>	5,3·10 <sup>9</sup>	4,9·10 <sup>11</sup>	5,56·10 <sup>9</sup>	5,2·10 <sup>11</sup>	5,8·10 <sup>9</sup>	5,4·10 <sup>11</sup>
ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	3,5·10 <sup>10</sup>	3,2·10 <sup>12</sup>	3,6·10 <sup>10</sup>	3,3·10 <sup>12</sup>	3,75·10 <sup>10</sup>	3,8·10 <sup>12</sup>	3,9·10 <sup>10</sup>	3,6·10 <sup>12</sup>

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 <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>	R <sub>s</sub>	ρ <sub>s</sub>
Необроблений зразок	9·10 <sup>8</sup>	8,3·10 <sup>10</sup>	9·10 <sup>8</sup>	8,3·10 <sup>10</sup>	9·10 <sup>8</sup>	8,3·10 <sup>10</sup>	9·10 <sup>8</sup>	8,3·10 <sup>10</sup>
ПЕГ-400 і ПЕГ-600	3,3·10 <sup>7</sup>	3,1·10 <sup>9</sup>	3,5·10 <sup>7</sup>	3,3·10 <sup>9</sup>	3,76·10 <sup>7</sup>	3,5·10 <sup>9</sup>	4·10 <sup>7</sup>	3,7·10 <sup>9</sup>
ПЕГ-3350 і ПЕГ-4000	8,2·10 <sup>8</sup>	7,6·10 <sup>10</sup>	8,4·10 <sup>8</sup>	7,8·10 <sup>10</sup>	8,73·10 <sup>8</sup>	8,1·10 <sup>10</sup>	8,92·10 <sup>8</sup>	8,3·10 <sup>10</sup>
ПЕГ-6000 і ПЕГ-8000	2,3·10 <sup>9</sup>	2,1·10 <sup>11</sup>	2,54·10 <sup>9</sup>	2,4·10 <sup>11</sup>	2,7·10 <sup>9</sup>	2,5·10 <sup>11</sup>	2,99·10 <sup>9</sup>	2,8·10 <sup>11</sup>

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 медичного призначення 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

При наданні текстильним матеріалам медичного призначення стійкого антистатичного ефекту важливо не вплинути на їх основні фізико-механічні показники, а саме – жорсткість та 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 розчину. Результати досліджень наведено у таблицях 4-6.

Проаналізувавши отримані результати досліджень на визначення стійкості антистатика на поверхні волокна в процесі прання від тривалості дії миючого розчину, зроблено висновок, що 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.

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

#### Висновки

Досліджено вплив антистатичної обробки на фізико-механічні властивості текстильних матеріалів медичного призначення. 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, що додаються у процесі виготовлення волокон та інших полімерних матеріалів для зниження електризації.

Рецензент: член-кор. НАПН України,  
д.мед.н., професор Чалий О.В.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Стандарти виробництва медичного одягу [Електронний ресурс]: стаття. – режим доступу до статті: <http://ukrarticles.pp.ua/prom/5713-standarty-proizvodstva-medicinskoj-odezhdy.html> (дата звернення 10.02.14 р.).
2. Медичний одяг – найбільш відомий спецодяг [Електронний ресурс]: стаття. – режим доступу до статті: <http://ukrarticles.pp.ua/medicina-i-zdorove/4948-medodezhda-naibolee-izvestnaya-specodezhda.html> (дата звернення 18.02.14 р.).
3. Тканини майбутнього [Електронний ресурс]: стаття. – режим доступу до статті: <http://reaction.org.ua/mustknow/vcheni-i-dizajneri-pochali-pracuyuvati/> (дата звернення 20.02.14 р.).
4. Хэтчер С. Защита от статического электричества, Чистые помещения и технологические среды. №4, 2004. – 18-19 с.
5. Chubb J. N. "Tribocharging studies on inhabited cleanroom garments", *Electrostatics* № 66, 2008. – 531-537 p.
6. 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.
7. 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. – 7 с.

### PROVIDING OF TEXTILE MATERIALS WITH MEDICAL FUNCTION BY RESISTANT ANTISTATIC EFFECT

K. Ganzjuk, V. Kalibabchuk, O. Kostyrko,  
O. Tymoshchuk, I. Kraievska

Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

**Summary.** 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.

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

### ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО АНТИСТАТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Ганзюк К.А., Калибачук В.А., Костырко Е.О.,  
Тимошук О.Б., Краевская Я.А.

Национальный медицинский университет  
имени А.А. Богомольца, г. Киев, Украина

**Резюме.** Исследована целесообразность использования смеси полиэтиленгликолей различной молекулярной массы в качестве антистатических препаратов, показано, что их действие не существенно влияет на физико-механические показатели текстильных материалов различного волокнистого состава и ткацкого переплетения, а максимальный эффект и сохранение антистатического агента не наблюдается уже после пятого цикла стирки.

**Ключевые слова:** текстильный материал, антистатика, ткацкое переплетение, поверхностно-активные вещества, электрическое сопротивление, электропроводность, напряженность электрического поля.