

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВЗУТТЯ ТА ОДЯГУ

У статті розглянуто результати досліджень питомого електричного опору широкого асортименту матеріалів для взуття та одягу.

This article describes the results of studies of the specific electrical resistance of a wide range of materials for shoes and clothes.

Ключові слова: статична електрика, електропровідність, питомий електричний опір, матеріали для взуття і одягу.

Постановка проблеми

Одним із основних напрямків збільшення обсягу виробництва товарів народного споживання та розширення його асортименту є хімізація, яка передбачає широке застосування синтетичних матеріалів. Відомо, що в наш час більше 50 % взуття та одягу виготовляється із полімерних матеріалів. Незважаючи на суттєві і добре відомі економічні, технологічні та експлуатаційні переваги, такі матеріали не завжди відповідають гігієнічним вимогам. Так, більшість сучасних полімерних матеріалів для взуття та одягу характеризуються низькою гігроскопічністю, паро- і повітропроникністю, мають високі діелектричні властивості. Експлуатації виробів із таких матеріалів не тільки не забезпечує комфортних умов для життєдіяльності людини, а може бути причиною негативних дій як на здоров'я людини, так і самого виробництва.

Відомо [1], що високий електричний опір сучасних полімерних матеріалів є однією із основних причин інтенсивної електризації і тривалого зберігання на їх поверхні та тілі людини електростатичних зарядів. В умовах виробництва та експлуатації одягу та взуття із високо діелектричних матеріалів заряди статичної електрики можуть порушувати технологічні процеси, ускладнювати обслуговування обладнання, призводити до зниження продуктивності праці та якості продукції, негативно впливати на організм людини, а, при певних умовах, спричиняти вибухи та пожежі та інші небезпечні прояви [1, 2].

У зв'язку з неухильним ростом використання нових полімерних матеріалів для виготовлення взуття та одягу актуальною задачею є об'єктивна оцінка їх електрофізичних властивостей, тобто здатності до накопичення та розсіювання електростатичних зарядів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Існує думка [1, 3], що основним і найбільш надійним показником оцінки електрофізичних властивостей діелектриків є їхній електричний опір. Вона заснована на тому, що, як правило, чим вище електричний опір, тим більше імовірність електризації матеріалів при терті і тим більша тривалість збереження зарядів статичної електрики.

За останні роки в Росії виконувалися роботи по вивченню електрофізичних властивостей досить обмеженого асортименту взуттєвих текстильних матеріалів. Для цього використовували контактний нестандартний метод оцінки, сутність якого полягає у визначенні напруженості електростатичного поля на поверхні матеріалів при їх терті [4].

Як показали дослідження, даний метод вимагає підготовки спеціальних контртіл і створення відповідних пристроїв, які повинні забезпечувати: сталі швидкості розділу тіл тертя, тиску і площі контакту, фізико-механічні і хімічні властивості контактуючих поверхонь. Відсутність стандартного методу оцінки трибоелектризації матеріалів для взуття та одягу ускладнює прогнозування їх електростатичної поведінки за тих чи інших умов виробництва і експлуатації, а також затрудняє розробку і встановлення ефективних способів зниження їх статичної електризації.

Формулювання цілі статті

На основі стандартного методу випробувань дати кількісну порівняльну оцінку електропровідності широкого асортименту матеріалів для взуття та одягу, розробити рекомендації щодо їх використання з урахуванням їх питомого електричного опору та умов виробництва.

Виклад основного матеріалу

Відомо, що при електризації матеріалів має місце процес генерації (виникнення) зарядів статичної електрики певної полярності. Процес генерації завжди протікає паралельно з іншим процесом – розсіюванням (стіканням) зарядів). Електризація виявляється, коли порушується баланс між генерацією і розсіюванням зарядів. Вона виявляється при контакті тіл, із яких хоча би одно являється діелектриком. Разом з тим, практика показує, що полімери навіть з високим питомим опором можуть мати необхідні антистатичні властивості. Прийнято вважати [1], що при температурі 20° С і відносній вологості повітря 65 % допустимою величиною питомого електричного опору для більшості полімерних матеріалів, яка не викликає інтенсивної їх електризації, є 10¹¹ Ом·см або 10¹¹ Ом.

Враховуючи вище зазначене, основним показником для оцінки електропровідності матеріалів для взуття та одягу взято питомий електричний опір. Оскільки розсіювання зарядів діелектрика може протікати

як через об'єм матеріалу, так і по його поверхні, то розрізняють питомий об'ємний ρ_v (Ом·см) і питомий поверхневий ρ_s (Ом) опори.

Предметом даного дослідження обрано широкий асортимент матеріалів для взуття та одягу. Це натуральні шкіри, штучні та синтетичні м'які шкіри, синтетичні матеріали для низу взуття, а також текстильні матеріали різного призначення. Вони відрізняються між собою за структурою, хімічною природою, технологією виготовлення, призначенням тощо.

Із літературних джерел відомо [1], що на величину електричного опору матеріалів суттєво впливає не тільки їх будова, сировинний та хімічний склад, а також умови навколишнього середовища (вологість і температура повітря). Тому перед лабораторними випробуваннями для отримання порівняльної оцінки електропровідності зразки матеріалів згідно з ГОСТ 16185 – 70 “Методы электрических испытаний. Условия окружающей среды при нормализации, кондиционировании и испытании” спочатку висушували, а потім витримували в стандартних кліматичних умовах ($\varphi=65\pm 2\%$, $t=20\pm 2^\circ\text{C}$) до досягнення постійної маси.

Визначення величини електричного опору запропонованих матеріалів для взуття та одягу здійснювалось відповідно ГОСТ 25937 - 83 [5] і ГОСТ 19616 – 74 [6]. Згідно з стандартом для текстильних матеріалів визначають тільки поверхневий опір. В якості вимірювального приладу використовували тераомметр Е6 – 13А. Дослідження проведено в стандартних кліматичних умовах ($\varphi=65\pm 2\%$, $t=20\pm 2^\circ\text{C}$). Значення питомих електричних опорів досліджених матеріалів наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Питомий електричний опір матеріалів для взуття та одягу

№ п/п	Назва матеріалу	Питомий електричний опір		
		Об'ємний ρ_v , Ом·см	Поверхневий ρ_s , Ом	
			з ліцевої сторони	з неліцевої сторони
1	Півшкуроч хромового дублення	$8,95 \cdot 10^9$	$4,1 \cdot 10^{10}$	$7,0 \cdot 10^{10}$
2	Спилок	$7,54 \cdot 10^9$	$6,3 \cdot 10^{10}$	$8,2 \cdot 10^{10}$
3	Юхта взуттєва	$3,42 \cdot 10^9$	$6,34 \cdot 10^{10}$	$9,3 \cdot 10^{10}$
4	Еластостгучшкіра – Т	$8,1 \cdot 10^{13}$	$5,7 \cdot 10^{14}$	$6,3 \cdot 10^{13}$
5	Вінілштгучшкіра – Т лакова	$7,3 \cdot 10^{13}$	$1,6 \cdot 10^{14}$	$5,1 \cdot 10^{13}$
6	Вінілштгучшкіра - ТР	$5,5 \cdot 10^{13}$	$3,5 \cdot 10^{13}$	$8,4 \cdot 10^{12}$
7	Вінілштгучшкіра - НТ	$8,6 \cdot 10^{13}$	$7,9 \cdot 10^{12}$	$5,9 \cdot 10^{13}$
8	Шкіра синтетична СК-8	$2,8 \cdot 10^{12}$	$8,3 \cdot 10^{12}$	$2,4 \cdot 10^{13}$
9	Шкіра синтетична трьохшарова	$4,4 \cdot 10^{12}$	$5,1 \cdot 10^{12}$	$7,3 \cdot 10^{13}$
10	Шкіра синтетична для верху безпідкладкового взуття	$5,8 \cdot 10^{12}$	$3,5 \cdot 10^{12}$	$9,2 \cdot 10^{12}$
11	Шкіра синтетична - велюр	$8,7 \cdot 10^{12}$	$6,2 \cdot 10^{12}$	$3,7 \cdot 10^{12}$
12	Аміделастостгучшкіра – НТ підкладкова	$6,4 \cdot 10^{12}$	$8,3 \cdot 10^{12}$	$2,5 \cdot 10^{12}$
13	Двошарова кирза	-	$1,1 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^{10}$
14	Драп дубльований	-	$5,5 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{10}$
15	Діагональ	-	$8,4 \cdot 10^{10}$	$8,1 \cdot 10^{10}$
16	Штучне хутро	-	$3,2 \cdot 10^{12}$	$8,5 \cdot 10^{10}$
17	Термопластичний матеріал для міжпідкладки	$7,3 \cdot 10^{11}$	$5,36 \cdot 10^{11}$	$2,3 \cdot 10^{12}$
18	Пола хромтанідного методу дублення	$7,95 \cdot 10^9$	$6,48 \cdot 10^{10}$	$1,85 \cdot 10^{10}$
19	Шкірволон	$3,36 \cdot 10^{15}$	$6,02 \cdot 10^{14}$	$4,82 \cdot 10^{14}$
20	Гума пориста підошовна	$5,3 \cdot 10^{15}$	$1,7 \cdot 10^{15}$	$3,76 \cdot 10^{15}$
21	Картон устілковий “Bontex”	$8,83 \cdot 10^9$	$6,7 \cdot 10^{10}$	$5,56 \cdot 10^{10}$
22	Матеріал для курток	-	$1,52 \cdot 10^{14}$	$2,56 \cdot 10^{14}$
23	Матеріал підкладковий	-	$1,3 \cdot 10^{12}$	$1,4 \cdot 10^{12}$
24	Матеріал для спецодягу	-	$6,48 \cdot 10^{13}$	$6,3 \cdot 10^{13}$
25	Матеріал для сукні	-	$1,85 \cdot 10^{10}$	$2,3 \cdot 10^{10}$
26	Матеріал для костюмів	-	$2,22 \cdot 10^{14}$	$2,4 \cdot 10^{14}$
27	Матеріал для виробничих халатів	-	$5,9 \cdot 10^{14}$	$5,9 \cdot 10^{14}$

Результати випробувань свідчать, що досліджені матеріали характеризуються широким діапазоном питомих електричних опорів (від 10^9 до 10^{15} Ом; Ом·см). При цьому, всі випробувані матеріали за величиною електричного опору слід віднести до класу діелектриків і, отже, навіть за стандартних кліматичних умов здатні генерувати і певний час зберігати електростатичні заряди на своїй поверхні.

Із наведених даних в таблиці 1 видно, що найвищу електропровідність мають натуральні шкіри, картон устілковий і текстильні матеріали, виготовлені на основі натуральних волокон. При цьому, питомий електричний опір штучного хутра з лицевої сторони на два порядки вище ніж з неліцевої сторони. Це, очевидно, обумовлено сировинним складом. Відомо, що для підвищення зносостійкості ворсу в його склад вводять значну частину синтетичних волокон, які, очевидно, сприяють підвищенню електризації і зниженню електропровідності штучного хутра.

Переважає більшість досліджених штучних і синтетичних м'яких шкір для деталей верху взуття та текстильний матеріал для спецодягу за електропровідністю займають проміжне місце; їх величина знаходиться в межах 10^{12} - 10^{13} Ом. Відомо, що матеріали з таким електричним опором характеризуються середньою електризованістю. Виключення тільки складають штучні шкіри з каучуковим і полівінілхлоридним лаковим покриттям, поверхневий опір яких з лицевої сторони складає близько 10^{14} Ом.

Найнижчою електропровідністю характеризуються гуми підошовні та текстильні матеріали, які застосовуються для виготовлення курток, костюмів і виробничих халатів; величина їх питомого поверхневого опору знаходиться в межах 10^{14} - 10^{15} Ом. Експлуатація виробів із таких матеріалів буде створювати умови для інтенсивного накопичення та тривалого зберігання електростатичних зарядів на своїй поверхні та тілі людини. Особливо небезпечно використовувати останню групу матеріалів для виготовлення виробів спеціального призначення, які застосовується для виробництва, пов'язаних з переробкою і використанням легко займистих речовин та матеріалів.

Висновки

Таким чином, виконана порівняльна оцінка електропровідності матеріалів для взуття та одягу свідчить, що випробувані матеріали навіть при стандартних кліматичних умовах мають питомий електричний опір вище граничного значення, при якому можливий прояв електростатичних зарядів. Встановлено, що найбільш небезпечними матеріалами з точки зору їх електропровідності, є використання гум для підошов і текстильних матеріалів на основі синтетичних волокон для костюмів та халатів в умовах вибухо-і пожежонебезпечного виробництва. У випадку використання високо діелектричних матеріалів необхідно своєчасно приймати заходи зі зниження їх електричного опору до допустимої межі з метою попередження шкідливих та небезпечних проявів зарядів статичної електрики.

Отримані результати роботи дають можливість науково обґрунтовано підходити до вибору матеріалів як для побутового так і спеціального взуття та одягу з урахуванням їх електропровідності, а також прогнозувати електростатичну поведінку в умовах їх експлуатації.

Література

1. Шевердяев О.Н. Антистатические полимерные материалы. – М.: Химия, 1983. – 176 с.
2. Максимов Б.Н., Обух А.А. Статическое электричество в промышленности и защита от него. – М.: Энергия, 1978. – 80 с.
3. Василенок Ю.И. Защита полимеров от статического электричества. - Л.: Химия, 1975 – 198 с.
4. Бирюкова М.Ф., Леденева И.Н., Костригина Ю.А. Оценка электростатических свойств обувных материалов динамическим методом измерения // Кожев.-обув. пром-сть. – 2004. № 2. – С. 46-47.
5. ГОСТ 25937–83. Материалы обувные. Метод определения удельных объемного и поверхностного электрического сопротивления. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 6 с.
6. ГОСТ 19616–74. Ткани и трикотажные полотна. Метод определения удельного поверхностного электрического сопротивления. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 43 с.

Надійшла 24.11.2009 р.