

# ТЕКСТИЛЬНІ ТА ШКІРЯНІ МАТЕРІАЛИ З ЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО СПОРЯДЖЕННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

**Київський національний університет технологій та дизайну**  
*Кафедра прикладної екології, технології полімерів і хімічних волокон,*

В.П. Плаван, О.О. Гараніна, Я.В. Редько

*Кафедра техногенної безпеки та тепломасообмінних процесів,*

І.В. Панасюк

*Кафедра матеріалознавства, товарознавства та експертизи текстильних  
матеріалів, Н.П. Супрун*

**Вступ.** У сучасному світовому виробництві спостерігається стійка тенденція зростання обсягів виготовлення натуральних і синтетичних тканин, нетканих і шкіряних матеріалів та виробів з них спеціального призначення.

Актуальність роботи пов'язана з необхідністю підвищення ступеня індивідуального захисту військовослужбовців від електромагнітного і мікрохвильового випромінювання, надання вогнетривких і антимікробних властивостей текстильним і шкіряним матеріалам для одягу і взуття для експлуатації у надзвичайних ситуаціях.

Масове використання полімерних матеріалів в повсякденному житті є результатом чудової комбінації їх властивостей, мала маса та легкість обробки. Хоча, полімерні матеріали також відомі своєю відносно високою горючістю, що супроводжується утворенням токсичних газів і диму при горінні. Горючість полімерних матеріалів до сих пір є найбільшим обмеженням для їх використання у електрично-електронному секторі, на транспорті, у будівництві, при виготовленні захисного спорядження. Застосування полімерних матеріалів у деяких з цих сфер чітко регламентується Правилами пожежної безпеки (наприклад, Директива ЄС 89/391/СЄЕ щодо забезпечення безпеки і здоров'я працівників на робочому місці). Отже, поліпшення вогнетривких властивостей полімерних матеріалів, натуральних та синтетичних волокон представляє собою серйозну проблему для розширення їх використання у більшості сфер.

У численних областях застосування цей пожежонебезпечний фактор має бути зменшений шляхом використання антипіренів. Однак, деякі антипірени, зокрема бромовані системи, створюють проблеми для навколишнього середовища і здоров'я людей. Це призвело до поступового обмеження їх використання з 2000 року та створення нових Європейських норм. Крім того, використання бромованих антипіренів не схвалюється Директивою 2002/96/ЄС Європейського Парламенту.

Відомо, що мікрохвильове (надвисокочастотне) випромінювання (область радіочастот від 300 МГц до 300 ГГц, довжина хвиль від 1 м до 1 мм) шкідливо впливає на біологічні об'єкти, в тому числі на людину, а також на роботу багатьох технічних пристроїв зв'язку та комунікацій. Також мікрохвильовий діапазон частот широко використовується в радіолокації і засобах зв'язку. При

проведенні військових операцій можливий вплив мікрохвиль на людину і технічні пристрої. Тому вирішення завдань, пов'язаних з захистом від негативного впливу мікрохвиль є надзвичайно актуальним.

Захисні властивості магнітних тканин засновані на інтенсивному поглинанні мікрохвиль наночастинками магнетиту, локалізованими в нанопори фібрилярних волокон. Поглинання енергії мікрохвиль здійснюється за рахунок перекидання електронів між іонами  $Fe^{2+}$  і іонами  $Fe^{3+}$ , які займають різні структурні позиції в кристалічній решітці магнетиту. З магнітних текстильних тканин, що містять наномагнетит, можна виготовляти захисний одяг різного типу, покриття для бронежилетів, а також чохла та покривала як для постійного, так і для швидкого (екстреного) тимчасового екранізування технічних пристроїв або персоналу від мікрохвильового випромінювання.

В несприятливих умовах нормальна аутомікрофлора, що мешкає на поверхні шкіри людей, може викликати розвиток гнійної інфекції, крім того, ослаблення антимікробної резистентності сприятиме розвитку захворювань мікробної і грибової етіології, піодермітів і мікозів, тому виникає необхідність розроблення профілактичних заходів, направлених на зниження ризиків виникнення інфекційних захворювань шкіри військовослужбовців.

Покращення вогнетривких властивостей шкір досягається заміною звичайних антипіренів на більш стійкі та екологічно орієнтовані безгалогенові антипірени. На теперішній час, багато різних видів наноматеріалів були досліджені в якості антипіренів, що розрізняються як за хімічним складом так і за морфологією. Наприклад, такі матеріали як глини чи вуглецеві нанотрубки поліпшують вогнестійкість полімерних матеріалів [1-3], але одним із основних недоліків цих добавок є високий вміст в полімері, щоб досягти такого рівня поведінки полум'я під час горіння, як у випадку застосування звичайного галоген-місткого антипірену.

**Постановка завдання.** Мета роботи – отримання текстильних і шкіряних матеріалів з електропровідними, магнітними, вогнетривкими і антимікробними властивостями для індивідуального захисту військовослужбовців, на основі сучасних, науково-обґрунтованих екологічно орієнтованих технологій.

**Об'єкт дослідження.** Технології створення та властивості текстильних і шкіряних матеріалів зі спеціальними властивостями для індивідуального захисту військовослужбовців.

**Результати та їх обговорення.** Виходячи з нових принципів, наукових основ нанотехнологій створення недорогих і простих але ефективних і зручних при використанні матеріалів, що захищають особовий склад військових підрозділів та армійські засоби зв'язку і комунікацій від мікрохвильового випромінювання, розроблені магнітні текстильні матеріали, намагніченість насичення яких складає  $2 \div 10 \text{ A}\cdot\text{m}^2/\text{кг}$  [4]. Подібні текстильні матеріали можуть бути вироблені з використанням існуючих в Україні сировини, класичних технологій та обладнання опоряджувального виробництва, будуть мати широке застосування завдяки отриманню стійких до різного роду впливів забарвлень.

Розроблено спосіб отримання електропровідних текстильних матеріалів, який передбачає осадження наночастинок поліаніліну на поверхні волокна шляхом гетерокоагуляції з утворенням шару, стійкого до зовнішніх впливів. Перевагами розробленої нанотехнології створення електропровідного волокнистого матеріалу є технологічна простота його отримання, зниження витрат реагентів при виробництві. Запропонований електропровідний волокнистий матеріал може бути різного сировинного складу, який відповідає вимогам, наведеним в табл. 1.

Таблиця 1.

Властивості електропровідного текстильного матеріалу

№ п/п	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Показники	Засоби вимірювання
1.	Питома електропровідність	См/м	$1 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^3$	ГОСТ 19806–74
2.	Стійкість забарвлення до прання (прання № 1), не менше	бали	5/5/5	ГОСТ 9733.4–83 Шкала сірих еталонів
3.	Стійкість забарвлення до тертя: - сухого, не менше - мокрого, не менше	бали бали	4 2–3	ГОСТ 9733.27–83 Шкала сірих еталонів

Також даний спосіб отримання електропровідного волокнистого матеріалу дозволяє зберігати достатню стійкість до мокрого та сухого тертя забарвлених волокнистих матеріалів, забезпечити питому електропровідність волокнистому матеріалу, яка дорівнює  $1 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^3$  См/м [5], і відмовитись від використання вуглецевих та металізованих волокон, у виробництві яких використовуються складні технологічні процеси, пов'язані з використанням спеціального обладнання.

Таким чином, розроблені електропровідні текстильні матеріали можуть застосовуватися для виготовлення спеціального одягу для захисту військовослужбовців від потужних електромагнітних полів або електростатичної напруги; одягу, що має антистатичні властивості; обігрівачого одягу; антистатичного та армуючого додавання до тканин і полімерів, як текстильний нейтралізатор зарядів статичної електрики.

Необхідність використання виробів з бактерицидними і фунгіцидними властивостями в надзвичайних ситуаціях пов'язана з тим, що при їх використанні досягається захист людини від зовнішньої інфекції, знижується ризик виникнення інфекційного процесу на шкірі за рахунок аутогенного інфікування і уривається передача грибової і гнійничкової інфекції в зовнішнє середовище. Характеристика зразків, отриманих за розробленою технологією надання антибактеріальних і фунгіцидних властивостей, наведена в табл. 2.

Таким чином, зразки, оздоблені композиціями, що проявляють антибактеріальну та фунгіцидну дію, мають досить високі показники стійкості

забарвлення до прання і сухого та мокрого тертя, що розширює область застосування запропонованих композицій [6].

Таблиця 2

Характеристика зразків з антибактеріальними та фунгіцидними властивостями

Оздоблювальні композиції з антибактеріальною та фунгіцидною дією	E.coli, КУО/мл	S.aureus, КУО/мл	C.albicans, КУО/мл	Стійкість до тертя, бали ДСТ 9733.27-83 (сухе/мокре)	Стійкість до прання, бали ДСТ 9733.4-83
1	5	362	18	5/4	5/5
2	3,3	48,33	$4,3 \cdot 10^3$	4/3	5/5
3	$1,19 \cdot 10^4$	16,7	$1,22 \cdot 10^4$	4/4	3/5
4	$6,53 \cdot 10^2$	0	$10,9 \cdot 10^3$	5/4	4/5

Розроблена технологія одержання термостійких шкіряних матеріалів з високими показниками пружно-пластичних і гігієнічних властивостей. Запропонована технологія передбачає використання 2% *тетракіс(гідроксиметил)фосфонію сульфату* для підготовки голини до дублення замість сполук хрому і основне дублення танідами мімози з витратою 5% від маси голини з додатковою обробкою алюмокалієвими галунами у кількості 1% (в перерахунку на  $Al_2O_3$ ) від маси напівфабрикату [7], що забезпечує отримання шкір з температурою зварювання 115 °С і задовільними пружно-пластичними властивостями, які не суперечать вимогам нормативно-технічної документації (табл. 3). Виявлено, що *тетракіс(гідроксиметил)фосфонію сульфат* здатний надавати полімерним матеріалам, зокрема шкірі, в тому числі і вогнетривких властивостей.

Таблиця 3

Властивості шкіри безхромового дублення підвищеної термостійкості

Дубильні матеріали			$t_{st}$ шкіри, °С	Межа міцності при розтягуванні, МПа	Відносне видовження при розриванні, %	Вміст речовин, які екстрагуються органічними розчинниками	рН хлоркалієвої витяжки
Рослинний дубитель (% танідів)	$Al_2O_3$ , %	$Cr_2O_3$ , %					
Мімоза 5%	1	-	115	12,4	86	7,9	6,3
Тара 5%	2	-	100	12,7	86	5,4	5,8
Контр. (Мімоза 10 %)	-	0,5	94	12,8	65	7,7	3,2
ГОСТ 1904–81 Шкіри юхтові			-	$\geq 12$	15-30	9–15	4,0–5,5

Перспективними вуглецевими матеріалами та композитами для поліпшення вогнезахисних властивостей полімерних матеріалів є графіт та його похідні.

В Україні є найбільше в Європі родовище природного лускатого графіту (селище Завалля Кіровоградської області), запаси якого оцінюються в 5 млн. т. Це створює прекрасну сировинну базу для розробки різних композитних матеріалів на основі графітів та подальшого впровадження таких матеріалів у промислове виробництво. У КНУТД розроблені методи хімічного очищення графіту до високої чистоти 99,95 % С і є успішний досвід застосування таких чистих графітів для електродів літій-іонних акумуляторів. Активно вивчаються властивості такого матеріалу як «інтеркальований» графіт, який знаходить практичне застосування при гасінні пожеж.

Інтеркальований сірчаною кислотою графіт при різкому підвищенні температури спучується з утворенням терморозширеного графіту, щільність якого на порядок нижче ніж звичайного графіту. Гасіння полум'я в разі раптового займання засноване на різкому (більш ніж у 10 разів) збільшенні обсягу такого вуглецевого матеріалу і його підвищеної термостійкості. Крім того, КНУТД має досвід створення і дослідження композитів графіту з наночастинками кремнію, олова, аморфного вуглецю. КНУТД також активно досліджує такий новий наноструктурований матеріал як графітований чорний карбон (GCB).

**Висновки.** Таким чином, розроблено технології отримання текстильних і шкіряних матеріалів із спеціальними властивостями, які можуть застосовуватися для індивідуального захисту військовослужбовців.

#### **Література:**

1. Kashiwagi T, Du F, et al. "Flammability properties of polymer nanocomposites with single-walled carbon nanotubes: effects of nanotube dispersion and concentration" *Polymer* – 2005. – № 46(2). – P. 471–81.
2. Bourbigot S, Duquesne S, Jama C. "Polymer nanocomposites: how to reach low flammability?" *Macromolecular Symposium* – 2006. – №233(1). – P. 180–90.
3. G. Beyer, *Polym. Adv. Technol.*, 2006, 17(4), 'Flame retardancy of nanocomposites based on organoclays and carbon nanotubes with aluminium trihydrate" *Polym Adv Technol* –2006. – № 17. – P. 218–25.
4. Редько Я.В. Дослідження магнітних властивостей волокнистих матеріалів, що містять наночастинки магнетиту / Я.В. Редько, О.В. Романкевич, О.Б. Брик // *Вісник КНУТД* – 2013. – № 1 (69). – С. 111-117.
5. Пат. 102413 (UA), МПК D06M 15/00. Спосіб отримання електропровідного волокнистого матеріалу / Редько Я.В., Романкевич О.В. – № а201106310; Заявл. 19.05.2011; Опубл. 10.07.2013, Бюл. № 13.
6. 2011 Пат. 57136 (UA) МПК D06P 1/02 Спосіб обробки волокнистих матеріалів. / Гараніна О.О., Кирьяков О.М., Романкевич О.В. – No. U201009443; Заявл. 28.07.2010; Опубл. 10.02.2011; Бюл. № 3.
7. THPS Pretreatment before tanning (Chrome or Non-Chrome) / V. Plavan, V. Valeika, O. Kovtunenکو, J. Shirvaityte // *J. of the Soc. of Leather Techn. and Chem.*– 2009. – Vol. 93(5). – P. 186–192.