

Л. Д. Третьякова, д-р техн. наук (НТУУ «КПІ»),  
Н. П. Супрун, д-р техн. наук, В. М. Василенко, аспірант (КНУТД)

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*У статті наведено результати розробки структури і технології виготовлення багатошарових композиційних текстильних матеріалів для створення фільтрувальних засобів індивідуального захисту. Визначено сферу застосування розроблених матеріалів: двошарові матеріали використано для виготовлення фільтрувального захисного одягу; тришарові – для рукавиць і внутрішніх підмасок у протигазах.*

**Ключові слова:** композиційні текстильні матеріали, фільтрувальні засоби індивідуального захисту.

*В статье приведены результаты работ по разработке структуры и выбору технологии изготовления многослойных композиционных текстильных материалов, предназначенных для изготовления фильтрующих средств индивидуальной защиты. Для пяти видов новых материалов проведены лабораторные измерения основных физико-механических характеристик и уровней их воздухопроницаемости. Определены сферы применения разработанных материалов.*

**Ключевые слова:** композиционные текстильные материалы, фильтрующие средства индивидуальной защиты

*The article presents the technology for the manufacture of multilayer composite textile materials and the results of the materials' structure development. Those materials are used for the manufacture of the personal filter protective equipment. For five types of new materials the laboratory measurements of basic physical and mechanical characteristics and their levels of breathability were made. As well as the scope of the materials was defined.*

**Keywords:** composition textile materials, filtering personal protective equipment.

*Вступ.* Текстильні композиційні матеріалами (далі – ТКМ) визначають як матеріали, які отримано з двох і більше шарів різнорідних матеріалів за певною схемою розташування, з чіткою межею між окремими складовими. Властивості ТКМ залежать від виду та способу скріплення текстильних полотен у багатошарову структуру (ткацтвом,

в'язанням, термозварюванням тощо). У результаті ТКМ мають додаткові нові властивості, які не притаманні жодній із використаних складових. Виробництво таких матеріалів нині динамічно розвивається у світі [1].

*Актуальність теми.* Текстильні матеріали нового покоління є більш адаптованими до людини та довкілля, багатофункціональними та вирізняються певними захисними властивостями, що дає змогу їх широкого впровадження при виготовленні засобів індивідуального захисту (далі – ЗІЗ). Нові види таких матеріалів забезпечують зменшення маси виробів, покращують їх гігієнічні властивості, підвищують рівень захисту від негативного впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників, забезпечують екологічну утилізацію. Відомо [2], що одним із ефективних методів отримання ТКМ, який дає можливість у широких межах регулювати структуру та властивості матеріалів, є нашарування та термоклейове скріплення окремих текстильних полотен у багатошарову структуру.

*Мета статті* – дослідити фізико-механічні та гігієнічні характеристики нових композиційних текстильних матеріалів та обґрунтувати доцільність їх застосування у фільтрувальних засобах індивідуального захисту.

*Методи досліджень.* За основу досліджень взято експериментальні методи та натурні випробування. Показники фізико-механічних характеристик матеріалів отримано за методиками, наведеними у відповідних державних стандартах.

*Результати досліджень.* Авторами статті розроблено структуру багатошарових термоклейових ТКМ [3]. У двошарових ТКМ як поверхневий шар використано поліефірний двошаровий трикотаж [4], а як нижній – в'язане трикотажне полотно [5], до структури якого введено клейову низькоплавку поліетиленову нитку, що виходить на поверхню полотна.

Для надання ТКМ бактерицидних властивостей його нижній шар оброблено витяжкою з настою звіробоя, що запобігає розвитку стафілококових і грибкових захворювань під час контакту зі шкірою людини [6].

У тришарові матеріали додатково додано середній шар із нетканих голкопробивних поліефірних полотен із вмістом 20...30 % легкоплавкого бікомпонентного волокна типу «ядро – оболонка». Середній шар використано як фільтр від твердих часточок промислового пилу (табл. 1).

Матеріали виготовлено на пресі марки «ERVO EB-R2», без зволоження, за температури  $t = 200$  °С і тиску  $P = 0,055$  МПа. Тривалість технологічного процесу становить до 60 хвилин.

Методом термосклеювання одержано чотири види двошарових і тришарових ТКМ (табл. 2).

Таблиця 1

**Структура і характеристики вихідних матеріалів ТКМ**

Вид матеріалу	Умовне позначення	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Лінійна густина нитки, текс	Товщина, мм	Кількість петельних рядків і стовпчиків на 100 мм
<b>Матеріали поверхневого шару</b>					
Двошарове трикотажне поліефірне полотно	ТР1	338	11,0	2,4	105/258
Двошарове трикотажне поліефірне полотно	ТР2	286	11,0	2,3	105/248
<b>Матеріали нижнього шару</b>					
Клейове трикотажне поліамідне полотно	КТМ	144	13,3	0,7	90/140
<b>Матеріали середнього шару</b>					
Неткане полотно	НМБ1	122	-	1,2	-
Неткане полотно	НМБ2	128	-	1,4	-

Таблиця 2

**Структура і характеристики ТКМ**

Марка матеріалу	Умовне позначення складу матеріалу	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Товщина, мм	Повітропроникність за тиску 50 Па, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·с)
ТКМД1	ТР1+КТМ	410	2,4	305,5
ТКМД2	ТР2+КТМ	410	2,4	223,6
ТКМТ1	ТР1+НМБ1+КТМ	455	2,5	199,5
ТКМТ2	ТР2+НМБ2+КТМ	455	2,5	206,9

Розроблені ТКМ, враховуючи їх фільтрувальні властивості, призначені для виготовлення захисного фільтрувального одягу, ЗІЗ рук та окремих фільтрувальних елементів ЗІЗ органів дихання. Відомо, що такі вироби під час експлуатації можуть піддаватися суттєвому впливу фізико-механічних чинників – багаторазовим розтягненням, згинанням, стисканням, можливості розривання, роздирання або проколювання. Забезпечення потрібного рівня показників якості та надійності ЗІЗ можливо за певних

фізико-механічних характеристик матеріалів [7]. На попередніх випробуваннях у лабораторних умовах визначено такі фізико-механічні характеристики нових матеріалів як стійкість до багаторазового стирання, формостійкість, жорсткість, повітропроникність.

*Експериментальна частина.* Найважливішим показником матеріалів, призначених для виготовлення захисного одягу та ЗІЗ рук, є стійкість до стирання у разі багаторазових згинань. Експериментальні дослідження механічної міцності ТКМ здійснено з використанням приладу ТІ-1М за стандартизованою методикою. За результатами випробувань визначено, що ознаки руйнування матеріалів зареєстровано за більш як 1 200 циклів стирання.

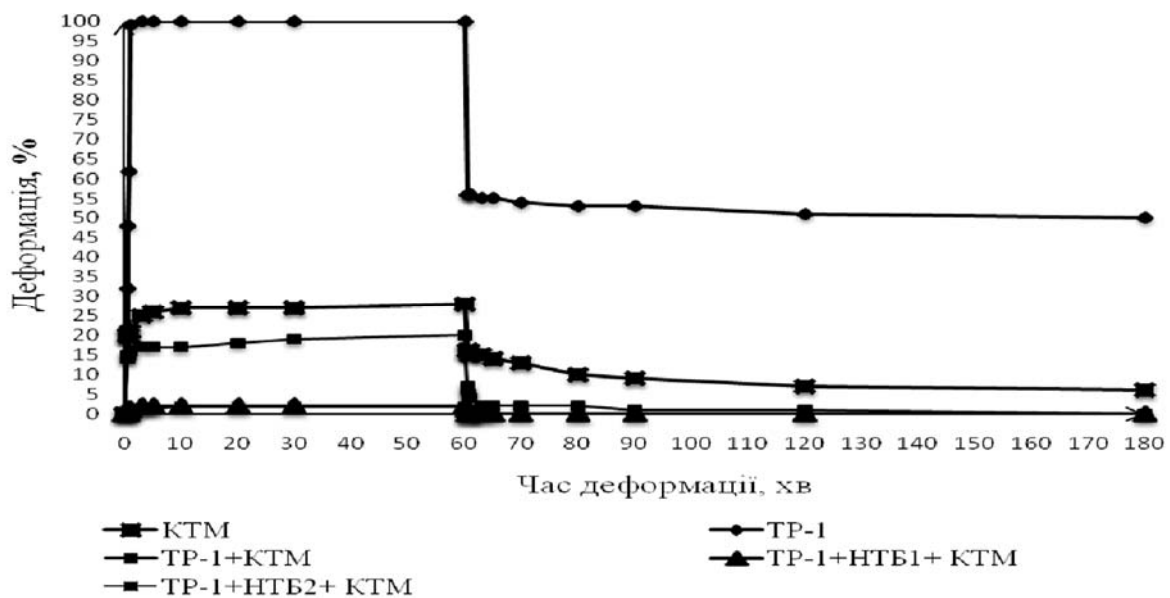
Здатність до формоутворення та формозбереження, яка є одним із найважливіших показників якості матеріалів для захисних виробів, визначено через показники деформації та жорсткості, з урахуванням певних співвідношень між складниками таких деформацій. Під час лабораторних випробувань здійснено порівняльний аналіз таких характеристик, отриманих з використанням релаксometру «Стійка», і для вихідних структурних матеріалів, і для нових пакетів матеріалів (рис. 1).

Із результатів випробувань випливає, що технологія термоз'єднання призводить до суттєвих змін у показниках розтяжності. Повна деформація розтягування у повздовжньому напрямку для двошарових матеріалів марки ТКМД1 зменшується в п'ять разів. Використання середнього шару веде до суттєвого зменшення деформації розтягування в повздовжньому напрямку під час механічних навантажень, значення яких менші за розривальні – тришарове полотно практично не деформується за вибраного значення навантаження 10 МПа (рис. 1, а). У поперечному напрямку здатність до деформації залишається й більша її частка припадає на внутрішній бік матеріалу. Поперечна деформація практично не змінюється для двошарових матеріалів і зменшується у три рази порівняно з деформацією поверхневого матеріалу (рис. 1, б).

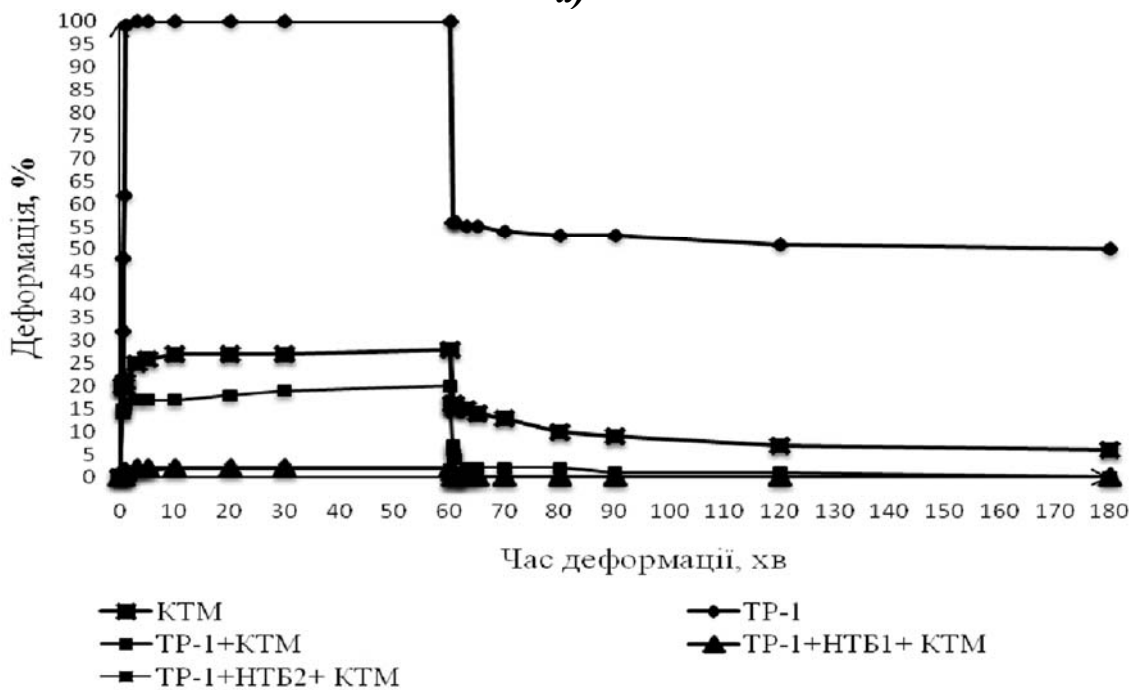
За результатами випробувань отримано, що значення швидко- та повільнозворотної деформації становить 13 % і 6 % відповідно. Такий характер деформації дозволяє використовувати розроблені матеріали для виготовлення внутрішніх підмасок проти газів або фільтрувальних каптурів через можливість добре сформувати виріб за контурами обличчя.

Показник жорсткості під час згинання матеріалів визначено методом кільця на приладі ПЖУ-12М. Результати лабораторних випробувань свідчать, що дублювання трикотажних матеріалів термоклейовим полотном збільшує жорсткість на 30 % , а додатковий середній шар із нетканих полотен збільшує її у 2,5...3 рази (табл. 3).

Експериментальні дослідження фізико-механічних характеристик нових ТКМ дали змогу визначити сфери їх застосування. Матеріали з поліефірними волокнами за теплопровідністю та зминанням подібні до вовни, але втричі перевищують її за міцністю, яку не втрачають навіть у мокрому стані.



а)



б)

Рис. 1. Криві деформації структурних матеріалів та ТКМ на їх основі:  
а) у повздовжньому напрямку; б) у поперечному напрямку

Таблиця 3

*Показник жорсткості текстильних композиційних матеріалів*

Марка матеріалу	Жорсткість, сН	
	Повздовжній напрямок	Поперечний напрямок
ТКМД1	11,1	13,4
ТКМД2	10,6	15,5
ТКМТ1	21,4	24,2
ТКМТ2	18,1	20,4

Двошаровий матеріал марки ТКМД2 використано для створення експериментальних зразків фільтрувального одягу, призначеного для довготривалих робіт в умовах промислових забруднень. Із тришарового матеріалу марки ТКМТ2 розроблено рукавиці, призначені для використання при низьких температурах. Показники жорсткості ТКМ зумовлюють високий рівень формостійкості виробів, тому матеріал марки ТКМТ1 використано для розробки внутрішніх підмасок, призначених для зменшення об'ємної частки двоокису вуглецю в повітрі, що видихається, у протигазах.

### *Висновки*

1. Розроблено структуру та технологію виготовлення нових композиційних текстильних матеріалів для створення ЗІЗ із прогнозованими властивостями.

2. Відповідно до наявних стандартизованих методик визначено показники фізико-механічних і гігієнічних характеристик багатошарових композиційних матеріалів.

3. Розроблено рекомендації щодо використання розроблених композиційних текстильних матеріалів з урахуванням їх показників повітропроникності, деформації, жорсткості та стійкості до стирання у разі багаторазових згинань.

### Список літератури

1. Miravete A. Three-D textile reinforcements in composite materials / Antonio Maravete. – Univesiti of Zaragona, Spain, 1999. – 308 p.

2. Власенко В. И. Возможности использования многослойных многофункциональных текстильных композитов / В. И. Власенко, С. И. Ковтун, Н. П. Березненко // Технический текстиль. – 2005. – № 12. – С. 23–25.

3. Патент на корисну модель 88979 Україна, МПК А 43 В 23/00. Багатошаровий матеріал для верху взуття / Супрун Н. П., Василенко В. М., Омельченко В. Д. – Опубл. 10.04.2014. Бюл. № 7 – 4 с.

4. Патент на корисну модель № 62400 Україна, МПК D 04В 21/00. Основов'язаний двошаровий трикотаж / Омельченко В. Д., Прокопова Є. А., Локтіонова О. М., Розсоха Т. І. – Опубл. 25.08.2011. Бюл. № 16. – 4 с.

5. Патент на корисну модель № 3785 Україна, МПК 5D 04В 1/14. Одинарний основов'язаний прокладний матеріал / Котова Г. М., Романкевич О. В., Зубович К. А., Березненко М. П. – Опубл. 27.12.1994. Бюл. № 6–1. – 4 с.

6. Супрун Н. П. Сучасні проблеми виробництва безпечного у споживанні та екологічно чистого текстилю / Н. П. Супрун, Г. В. Щуцька. – К. : КНУТД, 2013. – 112 с.

7. Литвиненко Г. Є. Заходи підвищення надійності засобів індивідуального захисту / Г. Є. Литвиненко, Л. Д. Третякова // Вісник Київського національного університету технології та дизайну. – 2010. – № 4 (54). – С. 141–148.

*Дата подання статті до збірника – 09.09.2014*