

*А.Д. Кузык, к.ф.-м.н., доц., О.М. Трусевич, к.ф.-м.н., доц., О.О. Карабын, к.ф.-м.н., доц.*

## АНАЛИЗ ЗОН ПОКРЫТИЯ ГИДРАНТАМИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ НОВОЯВОРИВСКА)

Рассматривается разбиение территории города на зоны и их покрытие гидрантами путем построения диаграмм Вороного на основании триангуляции Делоне.

Ключевые слова: диаграмма Вороного, триангуляция Делоне, граф Делоне.

*A.D. Kuzyk, Candidate of Science (Phys.-Math.), Docent, O.M. Trusevych, Candidate of Science (Phys.-Math.), Docent, O.O. Karabyn, Candidate of Science (Phys.-Math.), Docent*

## THE ANALYSIS OF COVERING BY HYDRANTS OF A TERRITORY NOVOYAVORIVSK CITY

The article deals with the dividing of the city territory into zones and their covering by hydrants using the Voronoy's diagrams' construction on the basis of Delone's triangulation.

Key words: Voronoy's diagram, Delone's triangulation, Delone's graph.

УДК 614.897

*А.А. Мичко, д.т.н., проф., М.М. Клим'юк, к.т.н., (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

## ТЕРМОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СПЕЦІАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ВЕРХУ ВЗУТТЯ ПОЖЕЖНИКІВ-РЯТУВАЛЬНИКІВ ТА СПОСОБИ ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведено аналіз методичного забезпечення оцінки теплофізичних властивостей спеціальних матеріалів різного призначення. Розроблено функціонально-логічну схему оцінки захисних властивостей матеріалів для верху взуття пожежників-рятувальників з конкретними термофізичними характеристиками, що мають відповідні критерії оцінок. Запропоновані методи, прилади і устаткування дадуть змогу дослідити властивості матеріалів, отримати коректні результати експериментів і науково-обґрунтувати вибір матеріалів для верху взуття пожежника-рятувальника

*Ключові слова:* термодеструкція, захисні властивості, повітропроникність, залишкове тління, залишкове горіння, морозостійкість, полімерне покриття

**Вступ.** Оцінка матеріалів для виготовлення засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) будь-якого функціонального призначення є складним і відповідальним завданням, оскільки пов'язана із здоров'ям людини і залежить, в першу чергу, від захисних властивостей матеріалів. Їх сукупність зумовлює придатність до застосування згідно з призначенням, особливо коли процес створення ЗІЗ починається з розробки нового спеціального матеріалу, а його відповідність призначенню визначається дослідженням термофізичних характеристик матеріалів. До них відносяться такі, як стійкість матеріалу до дії відкритого полум'я, ІЧ-випромінювання, конвективного тепла та низьких температур.

**Постановка проблеми.** Аналіз методів дослідження термофізичних властивостей матеріалів, що мають різне призначення, в тому числі і для виготовлення ЗІЗ (взуття, одяг), визначаються, а в деяких випадках і постійно контролюються, за допомогою стандартних або розроблених приладів, технічних устаткувань, стендів тощо. Але незалежно від обладнання,

яке використовується, і критеріїв оцінок, їх об'єднує така методологічна основа, як задане високотемпературне джерело енергії (полум'я бутану, водню, розплавлений чавун, олово, свинець, розжарений стержень та інше), про що зазначено в роботах [1, 2].

Якщо провести аналіз діючого на сьогодні апаратурного забезпечення для оцінки теплофізичних властивостей спеціальних матеріалів, то стає очевидним їх необґрунтовано різноманітна кількість, що призводить до неможливості порівняння отриманих результатів, а відтак і їх об'єктивності. Окрім цього, використання діючих методів, стендів, устаткування і приладів для вивчення однакових показників, призводить до суттєвих непорозумінь у процесі розробки технічних вимог до необхідних спеціальних матеріалів, оскільки отримані характеристики можуть відрізнятися як за фізичною суттю, так і за критеріями їх оцінок.

Найбільш поширеною характеристикою спеціальних матеріалів вважається їх стійкість до впливу відкритого полум'я. Для вивчення цього показника, відповідно до раніше розроблених методик, використовуються газові та спиртові пальники і паяльні лампи різних конструкцій. Якщо проаналізувати умови випробування, то переважна їх кількість ґрунтується на вертикальному розміщенні проби матеріалу, що досліджується відносно джерела температури. Глибина занурення нижньої частини проби коливається від 5 мм (для спиртового пальника) і до 20 мм (для газового), а висота полум'я при цьому повинна дорівнювати 20 мм в першому випадку і 40 мм в другому. В європейських стандартах як джерело високотемпературної енергії для вказаної мети, також використовують спиртові та газові пальники, але в цьому випадку висота полум'я може бути від 1 мм до 40 мм, тобто різна. Необхідно зазначити, що, крім вертикального розташування проб, є певна кількість методів, які рекомендують вивчення стійкості до відкритого полум'я від горизонтального їх положення до нахилу під конкретним (або заданим) кутом, а час дії в різних методах знаходиться в межах 2,0...30,0 с.

Загальним показником, який деякою мірою здатний об'єднати вказані методики, міг би стати критерій оцінки їх вогнестійкості. Але проведений аналіз показує, що кожна окремо взята методика має свою специфічну основу. Так, згідно з умовами, проба матеріалу вважається вогнестійкою, якщо після 13-ти секундного контакту з полум'ям підтверджується (візуально), що вона не продовжує горіти (тліти) або контролюють час її залишкового горіння (тління) після 10-ти секундної його дії. Окрім розглянутих, на практиці використовують такі показники, як величину площі проби, зруйнованої вогнем, швидкість поширення полум'я, стійкість матеріалу до наскрізного прогорання, розміри пропалених отворів, висоту обвуглення, власне руйнування тощо.

Окрім розглянутих, є методики, які передбачають визначення загорання проб матеріалів, що розміщені горизонтально між двома стальними пластинами з отворами, які підігрівають водневим полум'ям. Критерієм оцінки при цьому є час повного згорання проби, температура її самозагорання, а також кількість тепла, що виділяється при цьому. Вплив нагрітих до певної температури поверхонь можна вивчати також за допомогою ніхромового дроту, розігрітого до 600°C, жовтого фосфору, термітних сумішей тощо. Оцінка проведених досліджень при цьому може бути різною, але при загальній характеристиці в меншою або більшою мірі все-таки пов'язана з властивостями матеріалу, що досліджується. Так, наприклад, вплив ніхромового дроту оцінюється часом, який необхідний для повного пропалювання проби матеріалу. Якщо провести аналіз аналогічної методики, яка відрізняється від попередньої тільки температурою (дріт нагрівають до 800°C), то критерієм термостійкості є залишкове значення розривального навантаження (в тому випадку, коли проба матеріалу протягом більш, як 120 с не руйнується) та час, що призводить до повного руйнування проби (120 с контакту з джерелом енергії).

В експериментальній практиці відомі методи та устаткування, які дозволяють оцінити термічну стійкість проби до впливу жару, тобто жаростійкість. Вказана характеристика, в основному, визначається зміною маси та довжини зразка після 180 с контакту з розжареним

до 950°C селітовим стержнем. Вказана методика дає можливість (правда, з наближеними результатами) дослідити вплив нагрітих до високих температур поверхонь на величину термостійкості зразка, але в даному випадку його оцінка є непрямю. До такого ж (тобто непрямого) способу оцінки термічних властивостей проб матеріалів можна віднести і методику вивчення впливу частинок розплавленого металу при моделюванні електрозварювального процесу, де ступінь їх руйнування контролюється повітропроникністю до і після контакту з джерелом енергії. Відомі також пристрої, які використовуються для оцінки матеріалів різного асортименту до впливу частинок, маси або об'єму розплавленого заліза, алюмінію, чавуну, цинку тощо. Критерієм оцінки при цьому авторами методики рекомендується час наскрізного руйнування проби, а оскільки фіксація моменту її прогорання має певні технічні труднощі, то для вирішення проблеми використовується індикаторна прокладка - поліхлорвінілова плівка. Аналогічну за сутністю методику використовують і у випадку вивчення стійкості матеріалів до впливу частинок розплавленого металу, які утворюються в процесі електродугового зварювання. Сутність даної методики полягає в тому, що проба матеріалу разом з плівковою мембраною є складовою частиною камери, яка знаходиться під тиском. У випадку термічного руйнування зразка одночасно руйнується і плівка, що призводить до миттєвого зменшення тиску в камері і зупинки лічильника часу, який вмикається на початку проведення експерименту. Аналіз методик ЄС засвідчує, що матеріал можна вважати термостійким, якщо його проби протягом 300 с витримують дію температур, що знаходяться в межах 185°C-300°C, а вплив відкритого полум'я може дорівнювати 10,0 с або 15,0 с. Критерієм оцінки при цьому є час залишкового горіння (або тління) проби, який може дорівнювати 2,0; 3,0 і 5,0 с.

Проведений аналіз показує, що кожний окремо взятий спосіб, методика, устаткування, прилади і стенди, які використовуються для вивчення термофізичних властивостей матеріалів, можна віднести до специфічних, як за природою небезпечних факторів, (розплавлені метали, хімічні горючі речовини, розігріті до певної температури, дроти та стержні, водневі, пропанові, бутанові пальники тощо), нанесенням їх на пробу, формою зразків (прямокутні, круглі, конусоподібні) і їх розташуванням в контактних камерах (горизонтально, вертикально, під кутом), за контролем (візуальне, автоматичне, оптичне, з допомогою індикаторів, комбіноване) і критерієм оцінки їх руйнування (час, залишкове розривальне навантаження, повітропроникність, дифузія через товщину зразка тощо), так і за технічним забезпеченням та загальним його рівнем.

**Виклад основного матеріалу.** На основі проведеного аналізу, попередніх досліджень та відповідно до вимог ДСТУ 4446:2005. "Взуття пожежника захисне. Загальні технічні вимоги та методи випробувань", розроблено функціонально-логічну схему оцінки захисних властивостей матеріалів для верху взуття пожежників-рятувальників.

<b>Перелік термічних факторів, що впливають на матеріал верху взуття пожежників-рятувальників</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Відкрите полум'я</li> <li>2. ІЧ-випромінювання</li> <li>3. Конвективне тепло</li> <li>4. Низька температура</li> </ol>
<b>Термофізичні характеристики</b>	<b>Критерії оцінок</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стійкість до відкритого полум'я; час дії – 4 с.</li> <li>2. Стійкість до ІЧ-випромінювання (густина теплового потоку – 7 кВт/м<sup>2</sup>); час дії – 180 с.</li> <li>3. Стійкість до конвективного тепла; t=200°C; час дії – 180 с.</li> <li>4. Морозостійкість в динаміці; t= -25°C</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тривалість залишкового горіння, залишкового тління – не більше 4с.</li> <li>2. Зміна зовнішнього вигляду проби (ДСТУ 4446:2005).</li> <li>3. Зміна коефіцієнта повітропроникності, дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с</li> <li>4. Цикли</li> </ol>

*Функціонально-логічна схема оцінки захисних властивостей матеріалів для верху взуття пожежників-рятувальників*

Основою схеми слід вважати перелік критеріїв оцінок, за допомогою яких проводиться кінцевий та обґрунтований вибір матеріалу верху взуття пожежників-рятувальників. Для цього, крім схеми, долучаються і вимоги, що зафіксовані в стандарті [3]. Відповідно до вимог стандарту та розробленої «функціонально-логічної схеми...», вплив високотемпературного джерела на пробу матеріалу характеризується його стійкістю до відкритого полум'я протягом 4 с, ІЧ-випромінювання при густині теплового потоку  $7 \text{ кВт/м}^2$  і до температури  $200^\circ\text{C}$  (теплостійкість) – протягом 180 с.

Відповідно до умов [3], вказані характеристики вивчають на готовому виробі. Контроль за взуттям – візуальний. Таке дослідження готових виробів у статичних умовах впливу температурних факторів теж необхідне, але в тому випадку, коли є гарантія термостійкості матеріалів та деталей, що використовуються при їх виготовленні. Інакше такий метод може бути неефективний і затратний у випадку отримання небажаних результатів. Тому на основі функціонально-логічної схеми, дослідження термофізичних характеристик матеріалів слід проводити за допомогою способів та методів, які з найбільшою ймовірністю відображають умови експлуатації готових виробів.

Умови випробування спеціальних матеріалів на стійкість до дії відкритого полум'я максимально наближені до тих, що описані в ДСТУ 4446. Суть методу полягає у визначенні тривалості залишкового горіння та залишкового тління після дії на матеріал взуття відкритого полум'я, яке створюється за допомогою газового пальника, конструкція якого відповідає вимогам ДСТУ EN 532, та газу пропану, бутану або їх суміші, згідно з ДСТУ 4047, із ступенем очищення не меншим ніж 95%. Так, стійкість проб матеріалів до дії відкритого полум'я вивчається за допомогою теплового блока, до якого входить утримувач проби матеріалу і газовий пальник приєднаний до балона. Для проведення експерименту пробу матеріалу, розміром  $170 \times 60$  мм, закріплюють в утримувачі за допомогою шпильок у поздовжньому напрямку вертикально або під заданим кутом. Після запалювання і розігрівання уніфікованого пальника полум'я із заданими параметрами розташовують в нижній частині проби з одночасним включенням таймера. Критерієм оцінки, як уже було зазначено [3], у всіх випадках є час (в секундах), який для залишкового горіння і тління дорівнює 4 с незалежно від природи верху матеріалу. Що ж стосується впливу відкритого полум'я, то його дія протягом 10 і 15с відноситься до готових виробів, виготовлених з гуми або натуральної шкіри відповідно, тобто не на верх матеріалу, а на пакет, який відноситься до деталей конструкції взуття і може бути багатошаровим. Відповідно, вплив відкритого полум'я на проби матеріалів для верху спеціального взуття, виготовленого із синтетичних шкір, дорівнює 4 с.

Важливою характеристикою слід вважати стійкість матеріалу до дії ІЧ-випромінювання, термодеструктивний вплив якого залежить від часу дії, відстані та природи об'єкта. Сутність випробування стійкості взірців матеріалів до впливу ІЧ-випромінювання полягає в тому, що після впливу вказаного фактора протягом певного часу візуально констатують зміни зовнішнього формування, обуглення, знебарвлення, наявність підпалин, загорання і розплавлення проб матеріалів, що досліджуються. Густина теплового потоку дорівнює  $7 \text{ кВт/м}^2$  і діє на пробу із синтетичної шкіри протягом 180 с. Експерименти проводяться з допомогою приладу, який складається з термокамери, проби матеріалу, барабана для закріплення проби матеріалу, галоїдних ламп типу КИ-220-1000, терморари і блока управління. Пробу матеріалу розміром  $250 \times 500$  мм закріплюють по периметру барабану, який примусово обертається. Лицева сторона матеріалу направлена до джерела випромінювання, а обертання барабана відбувається зі швидкістю  $0,42 \text{ об./с}$ , протягом 180 с - це забезпечує постійний вплив теплового випромінювання на кожний його погонний сантиметр. Після включення ламп і досягнення температури в термокамері  $+69^\circ\text{C}$ , що відповідає тепловому потоку ІЧ-випромінювання  $7 \text{ кВт/м}^2$ , барабан з пробою матеріалу закріплюється на валу, який обертається протягом 180 с. Коли процес обробки взірця за

часом закінчується, блок управління видає команду на зупинку приладу і відключення джерела нагрівання. Після охолодження проводять візуальну оцінку проби. Матеріал вважається придатним, якщо відсутні такі зміни зовнішнього вигляду як деформування, обвуглення, розплавлення, знебарвлення та формування підпалин.

Не менш важливою характеристикою проб матеріалів для верху взуття пожежників-рятувальників слід вважати їх стійкість до дії високої температури (теплостійкість). Значення температури при цьому повинно дорівнювати 200°C, а час впливу для шкіряного взуття 300 с і 180 с – для гумового. Сутність запропонованого методу полягає в тому, що після перебування трьох напівпар у камері тепла при заданій температурі і часі проводиться (візуально) їх огляд на наявність деформацій, спалахування, руйнування зовнішньої поверхні та зміни лінійних розмірів, а саме висоти, що контролюється з допомогою лінійки [3].

Указані випробування, як і інші, запропоновані в стандарті [3], необхідно проводити на готових виробах, без попередньої оцінки термозахисних властивостей спеціальних матеріалів, пакетів, фурнітури, ниток, клею тощо, що на нашу думку, недоцільно і може призвести до значних витрат. Теплостійкість спеціальних матеріалів для верху взуття до впливу 200°C протягом 180 с доцільно вивчати згідно з методикою і устаткуванням, які використовуються при дослідженні матеріалів захисного одягу вказаних професій. Різниця полягає в тому, що величина температури в нашому випадку збільшена від 185°C до 200°C, як уже зазначалось, а за критерій оцінки, на відміну від вимірювання лінійних розмірів, тобто зсідання, було рекомендовано використати зміну коефіцієнта повітропроникності. Це обґрунтовано, в першу чергу, тим, що матеріали, які були розроблені, є системою, до складу якої входить текстильна основа у вигляді власне тканини і нетканих полотен, виготовлених різними способами (голкопршивні, голкопробивні). На лицеву поверхню матеріалів були нанесені полімерні покриття, які відрізняються природою, композицією і способами технологічних процесів. Але незалежно від цього, на лицеву і зворотну сторони усіх без винятків взірців протягом 180 с впливала температура +200°C. Це конвективне тепло може призвести до різних наслідків, які відбуваються у високомолекулярних сполуках, а саме до фізичних явищ першого роду, які є зворотними після релаксації проби і відслідковуються візуально. В інших випадках процес може бути незворотним, відноситись до фізичних явищ другого роду, а відтак контролювати його за допомогою допоміжних показників, а саме приладів і устаткувань більш коректно. Тому, для оцінки впливу вказаного високотемпературного фактора на проби, нами, на основі результатів проведених установчих експериментів, був рекомендований коефіцієнт повітропроникності, що контролюється на вихідних і оброблених матеріалах високочутливим вакуумметричним способом, розробленим в Хмельницькому національному університеті [4].

Згідно із запропонованим методом, експерименти необхідно проводити в два етапи. На першому етапі три проби спеціальних матеріалів розміром 180x180 мм розміщують в робочій камері, не торкаючись стінок і одна одної. Зрозуміло, що перед тим, як проводити обробку взірців високотемпературним полем, термошафа, підготовлюється до роботи регулятором температури, нагрівачем та термометром. Сутність другого етапу експериментів полягає в тому, що проби спеціального матеріалу після охолодження в повітряно-сухих умовах лабораторії оцінюють за допомогою коефіцієнта повітропроникності, значення якого обчислюється за формулою:

$$B = \frac{V}{S \cdot t} \text{ [дм}^3\text{/м}^2\cdot\text{с]}$$

де  $V$  – об'єм повітря, що пройшов через товщу проби, дм<sup>3</sup>;  $S$  – площа проби, м<sup>2</sup>;  
 $t$  – час проведення експерименту, с.

Зразок матеріалу для верху взуття вважають стійким до впливу 200°C протягом 180 с, якщо значення коефіцієнта повітропроникності змінилося, але в межах  $\pm 5\%$  від вихідного. Розроблена методика вивчення теплостійкості проб матеріалів для верху взуття пожежників-рятувальників реалізується з використанням пристрою МПЗ. Сутність роботи вказаного пристрою полягає в тому, що за допомогою вакуум-насоса, із ресивера відкачують повітря до позначки на вакуумметрі, наприклад мінус 0,9 атм., і закривають вентиль. Пробу матеріалу герметично закріплюють у дослідній камері лицевою поверхнею вгору, включають блок управління, електролічильник і комп'ютер. Відкривши дросель, одночасно включають таймер. Якщо взірець здатний пропускати повітря, то воно через його дефекти (пори, тріщини тощо) буде надходити в ресивер, а об'єм фіксуватись електролічильником. Після досягнення стрілкою вакуумметра певної позначки, наприклад мінус 5,5 атм., прилад зупиняється, а з екранів електролічильника, таймера і монітора можна взяти дані (об'єм повітря, час проведення експерименту, графічну залежність) для визначення значення коефіцієнта повітропроникності за формулою і аналізу його зміни в порівнянні з вихідною величиною.

До термофізичних характеристик, окрім високотемпературних факторів, належить такий фактор, як низька температура, про що сказано також в стандарті [3]. Методи вивчення морозостійкості штучних, синтетичних шкір, плівкових матеріалів, а також тканини з гумовим і пластмасовим покриттям в статичних умовах представлені в стандартах [5,6]. Але, в зв'язку з тим, що характер роботи пожежника-рятувальника, умови його праці, а головне, спосіб експлуатації ЗІЗ, зокрема взуття, потребують надійного захисту, то вивчення морозостійкості матеріалів для виготовлення верхньої частини виробів необхідно проводити в динамічних умовах.

Відповідно до умов [3], стійкість до дії низької температури (-25°C) вивчають на готовому виробі. Після того, як пара взуття протягом 1800 с перебувала в холодильній камері, її оглядають і на 4 години віддають в експлуатацію випробувачу. Контроль за взуттям – візуальний. На нашу думку, таке дослідження готових виробів у статичних умовах впливу низької температури теж необхідне, але в тому випадку, коли є гарантія морозостійкості матеріалів та деталей, що використовуються при їх виготовленні. Окрім цього, очевидно, що в камері холоду взуття перебуває в статиці і виявити візуально вплив низької температури на зміну захисних властивостей взуття, особливо тоді, коли вони відбуваються на мікрорівнях, практично неможливо.

Тому, дослідження морозостійкості матеріалів для виготовлення верхньої частини виробів необхідно проводити в динамічних умовах [7, 8, 9]. Експерименти для вивчення впливу низьких (заданих) температур у динамічних умовах проводять за методом «ромба», тобто при складній деформації проби, яка нагадує його форму [10]. Для проведення досліджень шість проб матеріалу розміром 60x90 мм складають повздовж по меншій стороні і закріплюють у верхніх (нерухомих) і нижніх (рухомих) затискачах. Після досягнення необхідної температури (-25°C), яка контролюється за допомогою термопар, проби витримують протягом 1200 с для повного їх охолодження по об'єму і прилад МІРМ включають у роботу. За допомогою кривошипно-шатунного механізму проби матеріалу постійно знаходяться під впливом деформації, режим якої можна описати як «згинання-виправлення». Критерієм морозостійкості зразків при заданій температурі є кількість циклів до їх руйнування, які можна контролювати візуально після, наприклад, кожних 1000 циклів, сумарна величина яких фіксується лічильником.

### **Висновки.**

1. Аналіз діючого апаратурного забезпечення для оцінки теплофізичних властивостей спеціальних матеріалів різного призначення, які використовуються при виготовленні ЗІЗ, засвідчує необґрунтовано різноманітну їх кількість, що призводить до неможливості порівняння отриманих результатів, а відтак і їх об'єктивності, оскільки отримані характеристики можуть відрізнятися як за фізичною суттю, так і за критеріями їх оцінок.

2. Розроблено функціонально-логічну схему оцінки захисних властивостей матеріалів для верху взуття пожежників-рятувальників з конкретними термофізичними характеристиками, що мають відповідні критерії оцінок.

3. Запропоновані методи, прилади і устаткування, а також наведений перелік термофізичних характеристик, час їх впливу і критерії оцінок, дадуть змогу кваліфіковано дослідити властивості різних за природою спеціальних матеріалів, особливо їх зміну в процесі контакту з термічними небезпечними факторами. Це сприятиме отриманню коректних результатів експериментів і науково-обґрунтованому вибору матеріалів для верху взуття пожежника-рятувальника.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мичко А.А. Узагальнений аналіз методичних основ вивчення термофізичних показників текстильних матеріалів / А.А. Мичко, Б.В. Болібрux // Вісник Технологічного університету Поділля. – Хмельницький, 2002. – № 4. – Ч. 1. – С. 176-179.
2. Болібрux Б.В. Розробка та вдосконалення методів оцінки спеціальних матеріалів для захисного одягу пожежників: Дис. ... канд. техн. наук: 21.06.02. – К., 2004. – 186 с.
3. Взуття пожежника захисне. Загальні технічні вимоги та методи випробувань: ДСТУ 4446: 2005. – [Чинний від 2005-09-07]. – К.: Держспоживстандарт, 2004. – 37 с.
4. Бузов Б.А. Материаловедение швейного производства / Б.А. Бузов, Т.А. Модестова, Н.Д. Альменкова // 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 424 с.
5. Кожа искусственная и синтетическая и пленочные материалы. Методы определения морозостойкости в статических условиях: ГОСТ 15162-82. – Введ. 04.03.82. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.
6. Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Испытание на изгиб при низкой температуре: ГОСТ 28789-90 (ИСО 4675-79). – Введ. 17.12.90. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 6 с.
7. Болібрux Б.В. Науково-методичні основи вивчення і оцінювання захисних властивостей матеріалів спеціального захисного одягу і взуття пожежників щодо термічної дії та впливу агресивних середовищ / Б. В. Болібрux, М. М. Клим'юк // Тези доповідей науково-практичної конференції УкрНДПБ. – Київ. – С. 69-70.
8. Болібрux Б.В. Проблеми гармонізації елементів захисного спорядження пожежника (одяг, взуття) залежно від захисних властивостей та нормативних показників спеціальних матеріалів / Б.В. Болібрux, М.М. Клим'юк // Пожежна безпека. – 2004. – № 5. – С. 133-116.
9. Обґрунтування необхідності розробки термо- і агресивно захисного взуття для працівників підрозділів МНС України / Клим'юк М.М., Болібрux Б.В., Козяр М.М., Мичко А.А. // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів, 2005. – № 7. – С. 107-112.
10. Кожа искусственная. Метод определения морозостойкости в динамических условиях: ГОСТ 20876-75. – Введ. 01.01.75. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 5 с.

*А.А. Мичко, д.т.н., М.М. Клим'юк, к.т.н.*

#### ТЕРМОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВЕРХА ОБУВИ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ И СПОСОБЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Произведен анализ методического обеспечения оценки термофизических свойств специальных материалов разного назначения. Разработана функционально-логическая схема оценки защитных свойств материалов верха обуви пожарных-спасателей с определенными термофизическими характеристиками и соответствующими критериями оценок. Предложенные методы, приборы и оборудование позволят исследовать свойства материалов, получить корректные результаты экспериментов и научно обосновать выбор материалов верха обуви пожарных-спасателей.

**Ключевые слова:** термодеструкция, защитные свойства, воздухопроницаемость, остаточное тление, остаточное горение, морозостойкость, полимерное покрытие.