

УДК 612.591+628.586

DOI: 10.30838/P.SMM.2415.250918.290.168

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ПОЖЕЖНИКА В УМОВАХ ВПЛИВУ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

БОЛІБРУХ Б.В.<sup>1</sup>, д.т.н., доц.,АНДРУСЯК З.В.<sup>2</sup>, к.т.н.,ЛЕШЕК Ф. КОРЖЕНЬОВСКИ<sup>3</sup>, д.т.н., професор.

<sup>1</sup>Кафедра цивільної безпеки, Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, вул. С.Бандери, 12.тел. +380676727801, e-mail [bolibrykh@ukr.net](mailto:bolibrykh@ukr.net)

<sup>2</sup>Кременчуцький авіаційний коледж Національного авіаційного університету, 39600, Полтавська обл., Кременчук, вул. Перемоги, 17/6, тел.+380674564278, e-mail [zorianka.an@gmail.com](mailto:zorianka.an@gmail.com)

<sup>3</sup> Європейська Асоціація безпеки (Президент), 31-57 Краків, (Польща), алея Яна Павла II, 78, тел.+48501752491, e-mail: [lfk@eas.info.pl](mailto:lfk@eas.info.pl)

**Мета.** Розробка методики та технічного забезпечення дослідження рівня захисних властивостей засобів індивідуального захисту(ЗІЗ) пожежників за умов впливу низьких температур. **Методика.** Методика дослідження захисних властивостей захисного одягу пожежників в умовах впливу низьких температур. **Результати.** Встановлено недосконалість нормативно-технічного забезпечення та відсутність методик визначення захисних властивостей ЗІЗ пожежників в умовах впливу низьких температур. Розроблено алгоритм дослідження захисних властивостей спецматеріалів ЗІЗ та прилад. **Наукова новизна.** Розроблений прилад та методика для визначення захисних властивостей ЗІЗ пожежника під час впливу низьких температур дозволили визначати і прогнозувати час роботи пожежника в умовах впливу низьких температур, за умов ймовірних температурних режимів під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з викидом (вилівом) амоніаку, комплект його захисного одягу повинен відповідати сумарному тепловому опору з показником від  $1,5 \div 2,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , що забезпечить досягнення температури комфорту до переохолодження поверхні шкіри людини та до ймовірного ергономічного перенавантаження. **Практична значимість.** Запропоноване приладове забезпечення, дозволяє проводити виміри низьких температур з величиною впливу від  $-35^\circ\text{C}$ .

**Ключові слова:** засоби індивідуального захисту; низькі температури; методика; захисні властивості.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ПОЖАРНОГО В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

БОЛІБРУХ Б.В.<sup>1</sup>, д.т.н., доц.АНДУСЯК З.В.<sup>2</sup>, к.т.н.ЛЕШЕК Ф. КОРЖЕНЕВСКИ<sup>3</sup>, д.т.н., професор.

<sup>1</sup> Кафедра гражданской безопасности, Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, ул. С. Бандеры, 12.тел. +380676727801, e-mail [bolibrykh@ukr.net](mailto:bolibrykh@ukr.net)

<sup>2</sup>Кременчуцкий авиационный колледж Национального авиационного университета, 39600, Полтавская обл., Кременчук, ул.Победы, 17/6, тел. +380674564278, e-mail [zorianka.an@gmail.com](mailto:zorianka.an@gmail.com)

<sup>3</sup> Европейская Ассоциация безопасности (Президент), 31-57 Краків, (Польша), аллея Иоанна Павла II, 78, тел. 48501752491, e-mail: [lfk@eas.info.pl](mailto:lfk@eas.info.pl)

**Цель.** Разработка методики и технического обеспечения исследования уровня защитных свойств средств индивидуальной защиты (СИЗ) пожарных в условиях воздействия низких температур. **Методика.** Методика исследования защитных свойств защитной одежды пожарных в условиях воздействия низких температур. **Результаты.** Установлено несовершенство нормативно-технического обеспечения и отсутствие методик определения защитных свойств СИЗ пожарных в условиях воздействия низких температур. Разработан алгоритм исследования защитных свойств спецматериалов СИЗ и прибор. **Научная новизна.** Разработанный прибор и методика для определения защитных свойств СИЗ пожарного при воздействии низких температур позволили определять и прогнозировать время работы пожарного в условиях воздействия низких температур, в условиях вероятных температурных режимов при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций с выбросом (утечкой) аммиака, комплект его защитной одежды должен соответствовать суммарному тепловому сопротивлению с показателем от  $1,5 \div 2,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ , что обеспечит достижение температуры комфорта до момента переохлаждения поверхности кожи человека и к возможному его эргономической перегрузки. **Практическая значимость.** Предложенное приборное обеспечение, позволяет проводить измерения низких температур с величиной воздействия от  $-35^\circ\text{C}$ .

**Ключевые слова:** средства индивидуальной защиты; низкие температуры; методика; защитные свойства.

## INVESTIGATION EFFICIENCY OF PROTECTION FIREMENS IN CONDITIONS OF INFLUENCE OF LOW TEMPERATURES

BOLIBRUKH B.V.<sup>1</sup>, D.Sc., Assoc.Prof.

ANDRUSYAK Z.V.<sup>2</sup>, Ph.D. (Tech.)

LESZEK F. KORZENIOWSKI<sup>3</sup>, D.Sc., Prof.

<sup>1</sup>Civil Security Department, Lviv Polytechnic National University, Lviv, vul. S. Bandery, 12.tel. +380676727801, e-mail bolibrykh@ukr.net

<sup>2</sup> Kremenchuk Aviation College, National Aviation University, 39600, Poltava region, Kremenchuk, 17/6, Pereomogy, tel. + 380674564278, e-mail: zorianka.an@gmail.com

<sup>3</sup> European Association of Security (President), 31-57 Krakow (Poland), al. Jana Pawla II, 78, mobil. + 48501752491, e-mail: lfk@eas.info.pl

**Goal.** Development of methodology and technical support for investigating the level of protective properties of personal protective equipment (PPE) of firefighters under the influence of low temperatures. **Method.** Method of studying the protective properties of firefighters' protective clothing in conditions of low temperatures. **Results.** The imperfection of normative-technical support and the lack of methods for defining the protective properties of firefighters' PPE in conditions of low temperatures influence are established. An algorithm for the study of protective properties of special PPE materials and instrument was developed. **Scientific novelty.** The developed device and method for determining the protective properties of a firefighter's PPE during the influence of low temperatures allowed to determine and predict the fire time of a fireman under conditions of influence of low temperatures, under conditions of probable temperature regimes during the elimination of the consequences of emergencies with the release (outflow) of ammonia, a set of his protective clothing should correspond to the total thermal resistance with an index of  $1,5 \div 2,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ , which will ensure that the comfort temperature reaches the level of supercoiling of the human skin surface and to the probable This ergonomic overload. **Practical significance.** The proposed equipment provides low temperature measurements with a magnitude of exposure up to  $-35^\circ \text{C}$ .

**Key words:** means of individual protection, low temperatures, methodology, protective properties

### Постановка проблеми

Під час ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) в осінньо-зимовий період року та за умов наявності амоніаку пожежники, працівники аварійно-рятувальних служб виконують роботи в умовах впливу низьких температур. Термін перебування в середовищі від'ємних температур передбачає застосування відповідного захисту засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) та визначення граничного часу виконання робіт.

### Аналіз існуючих досліджень і публікацій

Системний аналіз існуючих досліджень та публікацій [1-6] визначив низку недосконалих характеристик приладів та методів, що безпосередньо впливають на достовірність результатів досліджень ефективності захисних властивостей ЗІЗ в умовах впливу низьких температур.

### Визначення невирішених проблем

Залишається невирішеним спосіб визначення граничного часу перебування пожежника-рятувальника в умовах впливу низьких температур. До теперішнього часу не розроблено методу прогнозування часу виконання робіт в умовах низьких температур та за різних фізичних навантажень.

### Формулювання мети статті

Удосконалення методики дослідження захисних властивостей ЗІЗ в умовах впливу низьких темпе-

ратур та розробка технічного забезпечення (приладу).

### Виклад основного матеріалу

Удосконалення методу визначення тривкості до дії низьких температур матеріалів ЗІЗ пожежника-рятувальника передбачає вирішення ряду питань. Ці питання розділено на декілька етапів. Для достовірності теоретичних результатів процес визначення часу захисту розділено на такі етапи:

I етап – дослідження температурних показників навколишнього середовища за умов ліквідації НС з виливом (викидом) амоніаку в аміачно-холодильній установці [7];

II етап – дослідження процесу теплопередачі через пакет захисного одягу з урахуванням медико-біологічних особливостей організму людини та динамічних навантажень;

III етап – дослідження часу захисту пожежника в комплекті захисного одягу пожежника за умов впливу низьких температур з урахуванням медико-біологічних особливостей організму людини та динаміки навантажень.

Перший етап поєднує вирішення теоретичних питань, пов'язаних з визначенням фізичної сутності процесів тепломасопереносу за різних навантажень, що передбачає їх оцінювання за допомогою формулювання робочої гіпотези та створення теорії оцінки показників якості пакету спеціальних матеріалів.

Другий етап вирішення питань безпосередньо пов'язані із створенням технічних засобів, для реалізації запропонованого методу [8].

Уточнення результатів розрахунку безпечного часу експлуатації ГХЗО пожежника-рятувальника в умовах дії НТФ ( $t_{opt}$ ) проводилось на основі моделювання двох основних інформаційних потоків, відповідно до двох груп математичних співвідношень: інформація щодо поширення теплоти в пакеті (багатошаровому твердому тілі), яке описується нелінійними взаємозв'язаними рівняннями термодифузії та інформація щодо поширення теплоти в повітряному прошарку між пакетом і тілом людини, яке описується лінійними взаємозв'язаними рівняннями термодифузії. Ключовим моментом роботи є використання функціонально орієнтованої оптимізаційної моделі [8].

Провівши аналіз технічних характеристик матеріалів спеціального газохімічного одягу пожежників-рятувальників які найчастіше використовуються в Україні встановлено, що їх основними показниками є час захисної дії спецматеріалу з якого він виготовлений, а їх порівняльні характеристики базуються на визначенні [9,10]:

1. Температурного інтервалу експлуатації;
2. Стійкості до згинання;
3. Тривалості роботи при зміні температури навколишнього середовища;
4. Тривалості контакту з агресивним середовищем;
5. Стійкості до низьких температур.

В наведеному випадку, основним показником захисних характеристик є часовий фактор. З врахуванням європейського наукового і практичного досвіду, для визначення граничних показників, нами було розроблено прилад, який відповідає сучасним інноваційним технологіям і аналога якому немає [11].

Структура приладу (ОКЗВ-КД2) для дослідження теплофізичних показників якості пакета ГХЗО виконана відповідно до рекомендацій щодо загальної схеми теплофізичних приладів [12]. Згідно з цими рекомендаціями, прилад має містити тепловий та електровимірвальний блок (рис. 1).

На рис. 2 зображено основні вузли з яких складатиметься прилад ОКЗВ-КД2 для визначення теплозахисних параметрів газохімічного одягу рятувальника: блок моделювання низьких температур I та електровимірвальний II блоки.

Запропонований метод оцінювання захисних показників якості пакета спеціальних матеріалів ЗО пожежника-рятувальника призначений для оцінювання теплофізичних показників якості матеріалів які компонує пакет. Всі методи побудовані на принципі вирішення різних задач теплопровідності. Для реалізації методу розроблено технічні засоби до складу яких входить блок моделювання низької температури, який створює граничні умови випробування до  $-40^{\circ}\text{C}$ .



Рис. 1 – Загальна структурна схема приладу ОКЗВ-КД1./ General structure diagram of the device OKZV-KD1

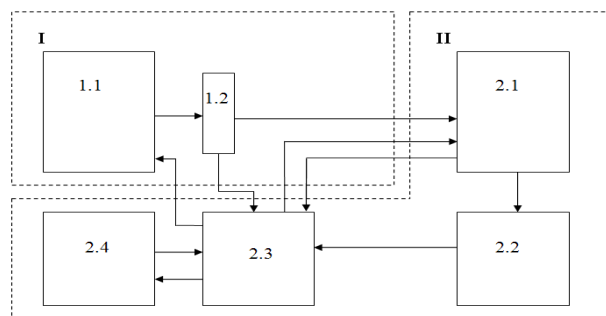


Рисунок 2 – Блок-схема приладу ОКЗВ-КД2 для оцінки теплозахисних властивостей спеціальних матеріалів ГХЗО. До функцій та складу теплового блока входить: визначення граничних умов – 1.1, кріплення перетворювачів температури та блока для моделювання теплової радіації (ІЧ-випромінювання, конвекційного та контактного тепла) – 1.2, кріплення випробувального зразка – 1.3. Електровимірвальний блок складається з пристрою зовнішнього сканування – 2.1, пристрою приймання та обробки даних – 2.2, пристрою синхронізації і запису інформації – 2.3, а також ПК – 2.4./ Block diagram of the OKZV-KD2 device for the assessment of the thermal properties of special materials of the GHZO. The functions and composition of the thermal unit include: the definition of the boundary conditions - 1.1, the mounting of temperature converters and the unit for the simulation of thermal radiation (IR radiation, convection and contact heat) - 1.2, fastening the test sample - 1.3. Electrical measuring unit consists of an external scanning device - 2.1, a data receiving and processing device - 2.2, a device for synchronization and recording of information - 2.3, as well as a PC - 2.4.

В структурі приладу ОКЗВ-КД2 запропоновано використати, для створення та передачі низької температури, компресорну аміачно-охолоджувальну систему. Кількість тепла, що пог-

линається при проходженні через спіраль радіатора, розраховується відповідно закону Джоуля-Ленца.

При розміщенні охолоджувального джерела поблизу випробувального зразка відбувається радіаційно-конвекційний теплообмін. Залежно від досягнення стабільних показників дії температури ця відстань коливається в діапазоні 0,1...0,02 м. Це дає змогу змінювати показники температурної дії для моделювання різних умов, які наближені до експлуатаційних. На основі методу для оцінки криозахисних властивостей матеріалу (пакета) запропоновано використовувати ряд характеристик:

- зниження температури на виворітній поверхні випробувального зразка пакета матеріалів до значення  $18^{\circ}\text{C}$  (відповідає граничній температурі комфортного відчуття людини  $T_{пра}$ );

- підвищення температури на виворітній поверхні зразка пакета матеріалів спецодягу за наперед визначений термін дії – 60 с (ця характеристика (крива Stoll) може бути віднесена до додаткових, але вона дає практичне уявлення про захисні властивості).

З урахуванням європейського наукового і практичного досвіду запропоновано завершальну оцінку криозахисних властивостей матеріалів виконувати за допомогою ряду характеристик. Вони надають можливість зробити висновок про здатність матеріалу або пакета забезпечувати достатній рівень захисту від дії певного низькотемпературного фактора [13].

Якщо провести вимірювання температур на лицевій і виворітній поверхнях матеріалу (пакета) можна отримати графіки залежності температур від часу теплової дії (рис. 3).

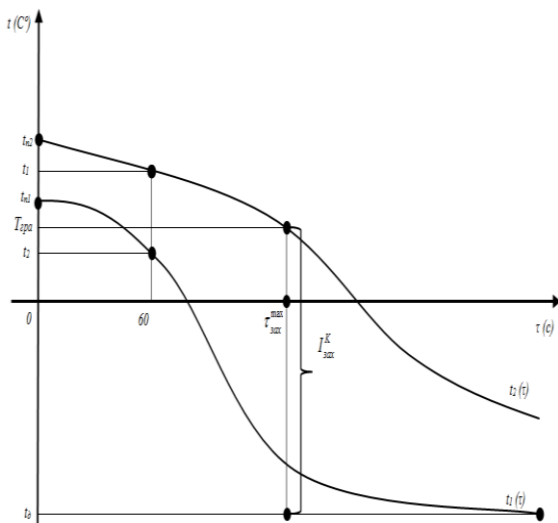


Рис. 3 – Схема визначення критеріїв оцінювання криозахисних показників якості матеріалів (пакетів) / Scheme of determination of criteria for evaluation of cryoprotective quality indices (packages)

На основі аналізу представлених графіків для

оцінювання криозахисних властивостей матеріалу (пакета) запропоновано використовувати ряд характеристик. Далі будемо називати їх критеріями оцінки криозахисних властивостей матеріалів. Назва “критерії” дає можливість відрізнити їх від класичних теплофізичних характеристик. Пояснимо їх сутність, обґрунтування та вибір.

Що стосується матеріалів і швейних виробів, з яких виготовляють захисний одяг для рятувальників (пожежників), то [14] дає визначення характеристики “температура руйнування”. Цією характеристикою стандарт описує температуру, за якої настають необоротні зміни властивостей матеріалу або виробу. В науковій літературі цей термін щодо волокон, носить назву “морозотривкість”. Для полімерів ця характеристика, як правило, є однією з основних, оскільки визначає температурні межі та область їх використання. Тому в довідниковій літературі наведена температура руйнування волокон різного виду. Однак, незважаючи на наявність і важливість такої стандартної характеристики, відомості про температури руйнування таких матеріалів в літературі практично відсутні. Це не надає можливості правильно визначити область застосування нових матеріалів та температурно-часові межі їх експлуатації.

Для розробки рекомендацій щодо термінів і граничних температур, при яких можлива робота матеріалів без руйнування, рекомендовано визначати терміни початку і кінця експлуатаційних умов зразків і відповідні температури, при яких відбувається цей процес [15,16]. Якщо встановити термін «індекс морозотривкості» випробувального зразка ( $I_{зак}^K$ ), то можна з'ясувати температуру для матеріалу верху  $t_1(t)$ , при якій відбулась його початкова стадія руйнування. На основі запропонованого методу для оцінки морозотривкості матеріалу (пакета) запропоновано використовувати ряд таких характеристик:

- зниження температури на виворітній поверхні випробувального зразка пакета матеріалів до значення  $18^{\circ}\text{C}$  (відповідає граничній температурі відносно комфортного відчуття людини  $T_{пра}$ ), що введено вперше;

- підвищення температури на поверхні випробувального зразка пакета матеріалів спецодягу за наперед визначений термін дії – 60 с (ця характеристика (крива Stoll) віднесена до додаткових, але вона дає практичне уявлення про захисні властивості);

- захисний індекс морозотривкості відношення кількості тепла, що блокуване матеріалом (пакетом), до кількості тепла, що діє, за наперед визначений час, який обчислюють за формулою:

$$I_{зах}^K = \frac{\Delta(T^0 - T_{гра})}{\tau_{зах}^{max}}$$

де  $I_{зах}^K$  – індекс морозотривкості;  $T^0$  – температура дії, °C;  $T_{гра}$  – гранична температура комфортного відчуття людини, °C;  $\tau_{зах}^{max}$  – максимальний час перебування пожежника-рятувальника в умовах дії низьких температур, хв.

Розробка ПЗ здійснювалась з урахуванням оптимальних режимів проведення експерименту. До його складу входять: програма сканування, допоміжні, тестові та обробні підпрограми (рис. 4).

Структура ПЗ дає можливість змінювати або доповняти окремі складові, зберігаючи інші незмінними [17,18]. Всі програми приладу ОКЗВ-КД2, які входять до його складу, розроблені так, що можуть виконуватися незалежно одна від іншої.

Отже, для оцінювання температурних режимів підкостюмного простору визначались показники якості за відповідними критеріями. Алгоритм визначення теплозахисних показників якості пакета ГХЗО зображений на рисунку 4.

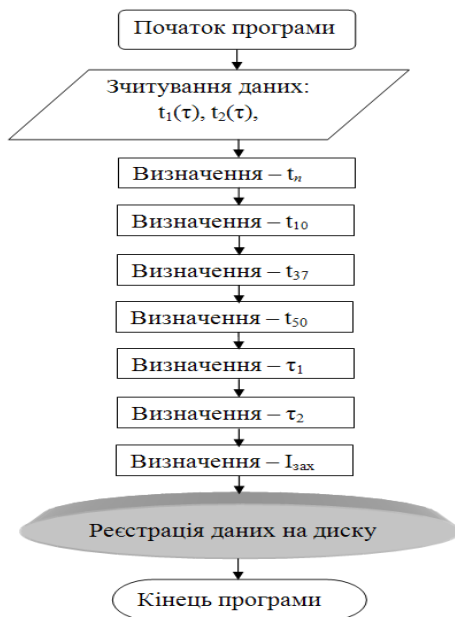


Рисунок 4 – Алгоритм визначення теплозахисних характеристик матеріалів (пакета) / Algorithm for determining the thermal protection characteristics of materials (package)

Прилад складається з трьох частин: камери випробовування (I), камери сканування або імітації підкостюмного простору (II), системи прийому обробки та збереження результатів.

Програма визначення критеріїв оцінки теплозахисних властивостей матеріалів (пакетів) ГХЗО вміщує дві піктограми, які призначені для опрацювання чисельних результатів в регулярній або стаціонарній стадії експерименту.

Регулярна стадія експерименту визначає показники:

а) мінімальна кількість вузлів ( $m$ ), що розраховується за формулою:

$$m = \frac{\sum_{z=1}^f \delta_z}{M_k}$$

де:  $f$  – кількість шарів матеріалу (пакета);  $\delta_z$  – товщина  $z$ -го шару (пакета), м;  $M_k$  – найбільше спільне кратне товщині шарів матеріалу (пакета).

б) коефіцієнт теплопровідності зразка матеріалу  $\lambda$ , Вт/(м·К);

в) тепловий опір зразка  $R$ , К/(Вт/м<sup>2</sup>);

г) питома теплоємність зразка  $c$ , (Дж/кг·К)

Відповідно визначаються межі стаціонарної стадії, які вміщують такі дані:

а) константа  $C$  яка визначається при стаціонарній стадії експерименту і відповідає густині теплового потоку, що проходить крізь пробу в підкостюмний простір і яка описується такою системою:

$$q_{np} = q_1 = q_n = C,$$

б) коефіцієнт теплопровідності зразка матеріалу  $\lambda$ , Вт/(м·К);

в) тепловий опір зразка  $R$ , К/(Вт/м<sup>2</sup>);

г) температура дії на пробу, К.

За програмою розрахунку теплофізичних показників якості, ПК виконує аналіз матриці даних, знаходить початок і кінець стадії експерименту виконуючи їх опрацювання. ПК послідовно розраховує усі показники матеріалу.

Відповідно алгоритму, керування програмою є не складне, але водночас ефективне.

### Висновки

Впреше, на підставі оцінок під час визначення захисних властивостей запропоновано методу прилад та критерії: тепловий опір пакета; індекс морозотривкості; гранична температура відносно комфортного відчуття людини. Зазначене дало змогу комплексно оцінювати ЗІЗ та граничний час перебування пожежника за низьких температур.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Бахвалов О. А. Основные причины аварий при эксплуатации аммиачных холодильных систем / О. А. Бахвалов // Холодильная техника. – 2001. – № 7. – С. 11 – 12.
- 2.Пат. № у 2015 01516. Спосіб визначення тривкості до дії понижених температур газохімічного одягу рятувальників / З.В. Андрусак, Б.В. Штайн, Б.В. Болібрех. – заяв. 23.09.15 ; опубл. 11.10.15, Бюл. № 26. (135)

3.Тарадуда Д. В. Формування алгоритму оцінки ризику виникнення аварій на потенційно небезпечних об'єктах, до складу яких входять аміачні холодильні установки / Д. В. Тарадуда, Р. І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х: УЦЗУ, 2009. – Вип 10. – С. 161 – 170.

4.Одяг спеціальний захисний. Загальні вимоги : ДСТУ EN 340:2001 (EN 340:1993, IDT). – [Чинний від 01.07.2003]. – К. : Державний комітет України з питань техн. регулювання та споживчої політики, 2003. – 8 с.

5.Одяг спеціальний для захисту від негоди : ДСТУ ENV 343-2001 (ENV 343:1998, IDT). – [Чинний від 01.07.2003]. – К. : Держ. Комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2003. – 16 с.

6.Одяг захисний. Одяг спеціальний для захисту від знижених температур (EN 14058:2004, IDT) ДСТУ EN 14058:2008.

7. Болібрux Б.В. Шляхи забезпечення захисту особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час ліквідації надзвичайної ситуації з наявністю амоніаку / Б.В. Болібрux, З.В. Андрусяк, Б.В. Штайн, В.В. Кошеленко // Пожежна безпека : збірник наук. праць. – ЛДУ БЖД, 2009. – № 15. – С. 36.

8. Болібрux Б.В. Неруйнівний контроль трубопроводів з аміаком / Б.В. Болібрux, П.М. Сопронюк, В.М. Юзевич // Фізичні методи та засоби контролю середовища матеріалів та виробів : збірник наукових праць. – Львів : Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2009. – Вип. 14. – С. 158–162.

9. Хохлов Н.В. Управление риском / Н.В. Хохлов. – М. : ЮНИТИ, 2001. – 239 с.

10. Болібрux Б.В. Сучасні відомості про кислотозахисні властивості матеріалів / Б.В. Болібрux, А.А. Мичко, М.М. Клим'юк // Пожежна безпека : збірник наукових праць. – Львів : ЛПБ, УкрНДІПБ МНС України, 2005. – № 6. – С. 196–199.

11. Болібрux Б.В. Аналіз послідовності розробки і випробування захисних костюмів для рятувальників / Б.В. Болібрux, А.С. Лин, А.А. Мичко, В.В. Ковалишин, М.М. Клим'юк // Пожежна безпека : збірник наукових праць. – Львів : ЛПБ, 2005. – № 7. – С. 15–21.

12. Штайн Б.В. Програмне забезпечення нового методу дослідження теплозахисних властивостей захисного одягу пожежника / Б.В. Штайн, Б.В. Болібрux // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – 2009. – № 3. – С. 76–83.

13. Stoll A.M., Chianta M.A. (1969). Method and Rating System for Evaluation of Thermal Protection. Aerospace Medicine, vol. 40, pp. 1232–1238.

14. Болібрux Б.В. Спосіб визначення термозахисних властивостей анізотропних матеріалів / Б.В. Болібрux, М.М. Клим'юк, Р.І. Ковтун // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ : Східноукраїнського НУ імені Володимира Даля, 2006. – № 10 (104). – С. 271–277.

15. Матеріали та вироби текстильні, трикотажні, швейні та шкіряні. Терміни та визначення : ДСТУ 3998-2000. – [Чинний від 01.07.2001]. – К. : Держспоживстандарт, 2000. – 94 с.

16. Кожа искусственная и синтетическая и пленочные материалы. Метод определения морозостойкости в статических условиях : ГОСТ 15162-82. – [Введ. 01.07.1983]. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.

17. Кожа искусственная. Метод определения морозостойкости в динамических условиях : ГОСТ 20876-75. – [Введ. 01.01.77]. – М. : Изд-во стандартов, 1975. – 5 с.

18. Болібрux Б.В. Прилад для визначення термостійких параметрів спецматеріалу теплозахисного одягу пожежника / Б.В. Болібрux, Б.В. Штайн // Пожежна безпека : збірник наукових праць. – Львів : ЛДУБЖД, 2007. – № 11. – С. 121–125.

19. Пат. № u 2015 01516. Спосіб визначення тривкості до дії понижених температур газохімічного одягу рятувальників / З.В. Андрусяк, Б.В. Штайн, Б.В. Болібрux. – заяв. 23.09.15 ; опубл. 11.10.15, Бюл. № 26.

## REFERENCES

1. Bakhvalov O. A. The main causes of accidents in the operation of ammonia refrigeration systems / O. A. Bakhvalov // Refrigerating technology. - 2001. - No. 7. - P. 11 - 12.

2.Pat. № u 2015 01516. A method for determining the durability of reduced temperatures for gas-chemical protective clothing for rescuers / Z.V. Andrusyak, B.V. Stein, B.V. Bolibroukh - statements. 23.09.15; has published 11.10.15, Bull. No. 26. (135)

3.Taraduda D.V. Formation of an algorithm for risk assessment of accidents at potentially hazardous objects, which include ammonia refrigeration units / D.V. Taraduda, P.I. Shevchenko // Problems of emergency situations. - X: UGZU, 2009. - Bun 10. - P. 161 - 170.

4.Special protective clothing. General requirements: DSTU EN 340: 2001 (EN 340: 1993, IDT). - [Effective as of 01.07.2003]. - K. : State Committee of Ukraine on Technical Issues. Regulation and Consumer Policy, 2003. - 8 p.

5.Clothes special for protection against weathering: DSTU ENV 343-2001 (ENV 343: 1998, IDT). - [Effective as of 01.07.2003]. - K.: State. Committee of Ukraine on technical decision-making and consumer policy, 2003. - 16 p.

6.Clothes protective. Special clothing for protection against lower temperatures (EN 14058: 2004, IDT) DSTU EN 14058: 2008.

7. Bolibrukh B.V. Ways to ensure the protection of personnel of fire and rescue units during the elimination of an emergency situation with the presence of ammonia / B.V. Bolibrukh, Z.V. Andrusyak, B.V. Shtain, V.V. Koshelenko // Fire safety: a collection of sciences. works. - LDPE BZHD, 2009. - No. 15. - P. 36.

8. Bolibrukh B.V. Non-destructive control of ammonia / B.V. Bolibrukh, P.M. Soproniuk, V.M. Yusevich // Physical methods and means of control of the environment of materials and products: a collection of scientific works. - Lviv: Physics and Mechanics Institute named after. GV Karpenko of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2009. - Vip. 14. - P. 158-162.

9. Khokhlov N.V. Risk Management / N.V. Khokhlov - M.: UNITI, 2001. - 239 pp.

10. Bolibrukh B.V. Modern information on acid-proof properties of materials / B.V. Bolibrukh, AA Mychko, MM Klimjuk // Fire safety: a collection of scientific works. - Lviv: LIPB, UkrNIPB Ministry of Emergencies of Ukraine, 2005. - No. 6. - P. 196-199.

11. Bolibrukh B.V. Analysis of the sequence of development and testing of protective costumes for rescuers / B.V. Bolibrukh, AS Lin, AA Mychko, VV Kovalishin, MM Klimjuk // Fire safety: a collection of scientific works. - Lviv: LIPB, 2005. - No. 7. - P. 15-21.

12. Shtain B.V. Software of a new method for researching the heat-protective properties of a firefighter's protective clothing / BV Stein, B.V. Bolibruch // Fire safety: Sb. sciences works. - 2009. - No. 3. - P. 76-83.
13. Stoll A.M., Chianta M.A. (1969). Method and Rating System for Evaluation of Thermal Protection. Aerospace Medicine, vol. 40 pp. 1232-1238.
14. Bolibruch B.V. Method of determination of thermal protection properties of anisotropic materials / B.V. Bolibruch, MM Klymuk, RI Kovtun // Bulletin of East-Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl. - Lugansk: East-Ukrainian Nauka Volodymyr Dahl, 2006. - No. 10 (104). - S. 271-277.
15. Materials and products of textile, knitwear, sewing and leather. Terms and definitions: DSTU 3998-2000. - [Effective as of 01.07.2001]. - K.: Derzhspozhyvstandart, 2000. - 94 p.
16. Leather artificial and synthetic and film materials. Method of determination of frost resistance in static conditions: GOST 15162-82. - [Introduction. Jul 01, 1983]. - M.: Publishing of Standards, 1982. - 9 p.
17. Leather artificial. Method of determination of cold weather in dynamic conditions: GOST 20876-75. - [Introduction. 01.01.77]. - M.: Publishing of standards, 1975. - 5 p.
18. Bolibruch B.V. Device for determination of heat-resistant parameters of special material of firefighter's heat-protective clothing / B.V. Bolibruch, B.V. Stein // Fire safety: a collection of scientific works. - Lviv: LDBZHD, 2007. - No. 11. - P. 121-125.
19. Pat. № u 2015 01516. A method for determining the durability of reduced temperatures for gas-chemical protective clothing for rescuers / Z.V. Andrusyak, B.V. Stein, B.V. Bolibruch - statements. 23.09.15; has published 11.10.15, Bull. No. 26

Надійшла до редколегії 10.10.2018 р.