

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Андрусяк Зоряна Володимирівна

УДК 614.842.86

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ І ЗАСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОХІМЗАХИСНОГО ОДЯГУ
РЯТУВАЛЬНИКІВ**

Спеціальність: 05.26.01 – охорона праці

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Красноармійськ – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри пожежної тактики та
аварійно-рятувальних робіт
Львівського державного університету
безпеки життєдіяльності

**БОЛІБРУХ
Борис
Васильович**

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри геодезії та
будівництва підземних споруд
Державного вищого навчального
закладу «Донецький національний
технічний університет» Міністерства
освіти і науки України
(м. Красноармійськ)

**ДОЛЖЕНКОВ
Анатолій
Пилипович**

доктор технічних наук, професор,
доцент кафедри теоретичних основ
електротехніки Національного
технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»,
Міністерства освіти і науки України

**ТРЕТЯКОВА
Лариса
Дмитрівна**

Захист відбудеться „25” березня 2016 р. о 12⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 11.052.05 із захисту дисертацій при Державному вищому навчальному закладі «Донецький національний технічний університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 85300, Донецька обл., м. Красноармійськ, пл. Шибанкова, 2 тел. (06239) 2-03-09.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» Міністерства освіти і науки України (85300, Донецька обл., м. Красноармійськ, пл. Шибанкова, 2).

Автореферат розісланий „24” лютого 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 11.052.05

кандидат технічних наук



І.Г. Сахно

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Надзвичайні ситуації з викидом (випливом) амоніаку, на сьогоднішній день є проблемою і для України. У вітчизняному промисловому комплексі функціонує 1004 об'єкти, у технологічному процесі яких використовується або зберігається більше 300 тис. тон небезпечних хімічних речовин. Майже 80% амоніачно-холодильних установок перебувають у незадовільному стані через відсутність в Україні виробництва комплектуючих, фізичне та моральне їх старіння.

Реальна небезпека підтверджується випадками надзвичайних ситуацій, які супроводжуються великою кількістю постраждалих на прикладі техногенної аварії, що сталася 6 серпня 2013 року на заводі ПАТ «Концерн Стирол», який розташовано в місті Горлівка Донецької області, внаслідок чого відбувся викид аміаку в повітря. У результаті аварії шість осіб загинуло та постраждало 26 осіб, які звернулись за медичною допомогою, 25 із них було госпіталізовано.

Окрім об'єктів зберігання та застосування амоніаку в Україні існує ще один потенційно небезпечний об'єкт – амоніакогін, який прокладений по південній території нашої держави. Магістральний амоніакогін «Тольяті-Одеса» введений в експлуатацію в листопаді 1976 року. Загальна протяжність амоніакогону 2417 км, в тому числі по території України – 1018 км.

При цьому в зонах можливого ураження проживає 20,6% населення країни. В той же час аналіз надзвичайних ситуацій з викидом небезпечних хімічних речовин надає змогу стверджувати, що активна участь в їх ліквідації рятувальників призводить до різкого зменшення можливих наслідків. Із огляду на це, дослідження ефективності та надійності спеціального захисного одягу в залежності від умов його використання, що безпосередньо впливатиме на якість та ефективність виконання завдань за призначенням щодо ліквідації надзвичайних ситуацій на об'єктах з наявністю амоніаку є актуальним науковим питанням, вирішення якого забезпечить зменшення виробничого травматизму серед рятувальників.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота проведена відповідно до Програми забезпечення пожежної безпеки на період до 2010 року, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 01.07.2002 р. №870, на підставі Плану науково-дослідних робіт Львівського державного університету безпеки життєдіяльності за період 2007-2009 рр. (м. Львів), тема: «Обґрунтування вибору оптимальних параметрів захисного одягу для пожежників-рятувальників (Газохімзахисний одяг)», від 24.01.08, тема перезатверджена від 18.02.2015 р. №5 «Удосконалення методу та засобів визначення ефективності газохімзахисного одягу рятувальників» номер державної реєстрації 0109U001864.

Ідея роботи полягає в удосконаленні методу та технічних засобів оцінювання морозотривкої ефективності пакета спеціальних матеріалів призначених до застосування в газохімзахисному одязі рятувальників, як

засобу їх індивідуального захисту, для визначення часу захисту.

Мета роботи – визначення впливу низьких температур (до -40°C) на час захисної дії газохімічного одягу рятувальників як підґрунтя удосконалення методу визначення ефективності пакету спеціальних матеріалів, придатного для його експлуатації.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити такі задачі:

- провести аналіз умов експлуатації газохімічного одягу рятувальників під час ліквідації надзвичайної ситуації з викидом (вилівом) амоніаку та існуючих методів і технічних засобів оцінювання захисних показників якості пакетів спеціальних матеріалів, вказати їх недоліки;
- провести теоретично-методичні дослідження низькотемпературних чинників, які виникають при аваріях з викидом (вилівом) амоніаку в обмеженому просторі, як основи для визначення захисних показників якості пакета спеціальних матеріалів газохімічного одягу рятувальників;
- розробити метод, технічне та програмне забезпечення для визначення морозотривкості пакета спеціальних матеріалів газохімічного одягу рятувальників;
- провести експериментальні дослідження з визначення залежності температурних режимів підкостюмного простору (18°C) газохімічного одягу до умов їх експлуатації при дії низьких температур (до -40°C) в обмеженому просторі для обґрунтування безпечного часу експлуатації газохімічного одягу рятувальника ізолювального типу.

Об'єкт дослідження – газохімічний одяг рятувальника як індивідуальний засіб захисту та методи і технічні засоби оцінювання його ефективності.

Предмет дослідження – вплив процесу тепло-масообміну на ефективність та час захисту рятувальника при експлуатації газохімічного одягу у умовах низьких температур (до -40°C), до моменту досягнення граничних температур комфорту (18°C) в підкостюмному просторі.

Методи досліджень. Методичною та теоретичною основою досліджень є положення класичної теплофізики, матеріалознавства, математичного моделювання та системного аналізу. Для визначення часу захисту рятувальника при експлуатації газохімічного одягу ізолювального типу розроблено новий метод визначення показників якості за допомогою приладу «ОКЗВ-КД2» та стандартизовані методи дослідження. Визначення часу захисту проведено за допомогою розробленого дисертантом приладу «ПВІ-111А». Опрацювання результатів експериментів здійснено на ПК із застосуванням методів математичної статистики та регресивного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів дисертаційної роботи полягає у розкритті особливостей часу захисту рятувальників при експлуатації газохімічного одягу ізолювального типу під час впливу низьких температур.

Наукові положення які виносяться на захист:

1. Удосконалено метод оцінювання морозотривкості пакету матеріалів захисного одягу рятувальників умовах дії низьких температур (до -40°C), принцип якого полягає у визначенні індексу морозотривкості ($I_{зах}^K$), що характеризується залежністю різниці температур між матеріалом верху та виворітною поверхнею до часу захисту засобів індивідуального захисту органів дихання і зору, який становить в межах $1,3 \leq I_{зах}^K \leq 2,9$.

2. Вперше обґрунтовано та експериментально визначено залежність часу захисту рятувальників при експлуатації газохімічного одягу ізолювального типу в умовах низьких температур (до -40°C) з урахування метаболічного тепла людини, що становить в межах 20-45 хв.

3. Вперше експериментально встановлено залежність показників якості пакету спеціального матеріалу газохімічного одягу рятувальників від дії низьких температур (до -40°C), яка полягає у визначенні індексу морозотривкості, що характеризується співвідношенням низької (блокованої) температури, до часу досягнення граничних показників комфорту мікроклімату підкостюмного простору (18°C) між захисним одягом та рятувальником на основі індексу кріозахисту $I_{зах}^K$.

Практичне значення результатів полягає в тому, що:

- удосконалено метод випробовування спеціального матеріалу (пакету) газохімічного одягу рятувальників, принцип якого полягає у безконтактному визначенні часу захисту рятувальника при дії низьких температур (до -40°C), реалізація методу здійснюється за допомогою розробленого приладу та програмного забезпечення;
- розроблено прилад оцінювання захисних властивостей (ОКЗВ-КД2) для визначення температурних режимів підкостюмного простору та часу досягнення граничного показника в підкостюмному просторі газохімічного одягу рятувальника ізолювального типу;
- розроблено «Рекомендації застосування газохімічного одягу рятувальника ізолювального типу при дії низьких температур в умовах ліквідації надзвичайних ситуацій з викидом (випливом) амоніаку в обмеженому просторі з урахуванням часу захисту рятувальників».

Промислову апробацію результатів дисертаційної роботи, а саме методологію оцінювання показників якості для формування пакета газохімічного одягу рятувальника, впроваджено у роботу підприємств «Термоприлад» (м. Львів) та «Пірена» (м. Вінниця). Прилад (ПВІ-111А) для визначення температурних режимів підкостюмного простору газохімічного одягу рятувальника впроваджено у акредитовану лабораторію дослідження захисного одягу Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

Особистий внесок здобувача полягає в самостійному обґрунтуванні методу оцінки показників якості газохімічного костюму [8], визначенні шляхів реалізації вибору засобів індивідуального захисту при гасінні

потенційно небезпечних об'єктів з наявністю амоніаку [5], формулюванні мети, завдань, а також основних напрямів дисертаційних досліджень.

У роботах, написаних у співавторстві: [1] – розглянуто вітчизняні та закордонні методи та технічні засоби оцінки показників якості спеціальних матеріалів захисного одягу рятувальника з визначенням їх невідповідностей; [4] – проведено порівняльний аналіз конструктивних, експлуатаційних особливостей та технічних характеристик ЗІЗ, ЗІЗОД згідно керівних документів, та умови проведення аварійно-рятувальних робіт під час ліквідації НС в викидом (виливом) амоніаку; [10] – на основі проведеного аналізу встановлено, що існує проблема пов'язана з надійним рівнем захисту особового складу спеціальним одягом, де здобувачем проведено математичне моделювання небезпечних температурних факторів надзвичайної ситуації з викидом амоніаку; [11] – систематизовано існуючі методи оцінки показників якості матеріалів для газохімзахисного одягу рятувальника до дії небезпечних температурних факторів та встановлено основні недоліки що потребують удосконалення.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати роботи викладено та обговорено на XX Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 70-річчю створення інституту ВНИИПО «Исторические и современные аспекты решения проблем горения, тушения и обеспечения безопасности людей при пожарах» (м. Москва, Росія, 2007); Міжнародній науково-практичній конференції «Пожежна безпека - 2011» (м. Харків, Україна, 2011); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення боєздатності оперативно-рятувальних підрозділів» (м. Харків, Україна, 2013); Науково-звітній конференції «Проблеми діяльності кримінальної міліції в умовах розбудови правової держави» (м. Львів, Україна, 2008).

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковані у 11 наукових працях, з них: 2 статті у виданнях іноземних держав, 3 статті у фахових виданнях з переліку МОН України, 4 публікацій у збірниках всеукраїнських та міжнародних конференцій та наукових семінарів, 1 патент України на корисну модель, 1 патент на винахід.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, 5 розділів, висновків, переліку використаних джерел і додатків та містить 148 сторінок основного тексту, 40 рисунків, 21 таблицю, 61 сторінку додатків. Загальний обсяг роботи 226 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність та наведено ідею дисертаційної роботи, мету, об'єкт, предмет та основні завдання досліджень, з'ясовано наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів. Наведено дані про впровадження та апробації.

У **першому розділі** проаналізовано особливості небезпечних та

шкідливих чинників при аваріях на небезпечних хімічних об'єктах (НХО) з наявністю амоніаку та обґрунтовано, що їх небезпека характеризується не лише наявністю небезпечних хімічних речовин, але й низькотемпературними показниками навколишнього середовища.

Незважаючи на наявну теоретичну базу і досягнуті практичні результати, питання об'єктивного оцінювання захисних показників якості спеціальних матеріалів газохімічного одягу рятувальників в умовах, які наближені до експлуатаційних, та розкриття особливостей визначення часу захисту костюма з урахуванням метаболічного тепла людини є актуальним.

Проведеним аналізом ризику виникнення аварій на аміачних холодильних установках (АХУ), на підставі системного підходу, з урахуванням трьох аспектів: аспект якості та надійності – qn , аспект інформаційної ємності – ic і аспект чинника ризику – ar , встановлено, що рівень безпеки хімічних виробництв відзначається як моральним старінням застосованих технологій, так і ресурсним зношенням та фізичним старінням основних фондів АХУ. Зниженню рівня безпеки рятувальників сприяє недосконалість нормативно-правової бази, яка не забезпечує в нових економічних умовах стабільного функціонування виробництв, стимулювання заходів щодо зменшення ризику виробничого травматизму під час трудової діяльності.

Проаналізовано низькотемпературні (до -40°C) чинники, які мінімізують термін перебування рятувальників, при проведенні аварійно-рятувальних робіт в умовах надзвичайної ситуації (НС) з викидом (вилівом) амоніаку в обмеженому просторі, що визначається часом захисної дії засобів індивідуального захисту органів дихання та зору і становить в межах 20-45 хв ($\tau_{зах}^{\max}$).

Проаналізовано особливості параметрів, які характеризують функціональність газохімічного одягу рятувальника (ГХЗР), а також параметри відповідного базового комплекту засобів індивідуального захисту, які відповідають умовам ефективного застосування при аваріях з викидом (вилівом) амоніаку при досягненні температури комфорту мікроклімату ($T_{ком} = 18^{\circ}\text{C}$) підкостюмного простору між рятувальником та засобами індивідуального захисту, і характеризується як індекс морозотривкості ($I_{зах}^K$).

На підставі аналізу вітчизняних та закордонних нормативних документів та літературних джерел встановлено недоліки сучасних методів та технічних засобів оцінювання показників тривкості до дії низьких температур спеціальних матеріалів ГХЗО ізоляційного типу, та виявлено, що на сьогоднішній день не існує нормативів які б визначали безпечний час перебування рятувальників в умовах дії низьких температур. Діючі методи випробувань не відповідають сучасним експлуатаційним умовам використання захисного одягу під час проведення аварійно-рятувальних робіт, та не надають інформацію щодо часу захисної дії рятувальників.

Проведені аналітичні дослідження дали змогу систематизувати діючі методи оцінювання показників якості матеріалів для ГХЗО ізолювального типу до дії низьких температур (до -40°C) та визначити їх недоліки, що потребують удосконалень.

На підставі аналізу встановлено, що під час проведення випробувань з оцінювання показників тривкості до дії низьких температур (до -40°C) спеціальних матеріалів ГХЗО використовується незначна кількість (4-9), або зовсім не використовуються контактні термоперетворювачі, які займають площу досліджуваного зразка до 20%, що не забезпечує достатньої об'єктивності отриманих результатів.

Вищевказані недоліки надали змогу сформулювати мету дисертаційної роботи і визначити задачі досліджень.

У другому розділі проведено теоретичні дослідження тепломасопереносу в окремих елементах пакета спеціального матеріалу газохімзахисного одягу рятувальників для оцінювання морозотривкості та рівня захисту при дії низьких температур (до -40°C) з урахуванням мікроклімату підкостюмного простору в середовищі «низька температура – захисний одяг – людина».

Принцип полягає у визначенні досягнення граничної температури (18°C) в підкостюмному просторі між агресивним середовищем та тілом людини з урахуванням тепла акумульованого тілом людини.

Було визначено, що в умовах надзвичайної ситуації на АХУ основне навантаження щодо захисту від агресивного середовища приймає газохімзахисний одяг рятувальника (1-й шар), пакет матеріалів захисного одягу рятувальника, який складається з 3-х шарів, що надає додатковий захист від низької температури. Газохімзахисний одяг практично забезпечує герметичне середовище між людиною та газоповітряним середовищем, а утримання температури в підкостюмному просторі забезпечує захисний одяг пожежника загального призначення (2-4-й шари), який в свою чергу забезпечує мінімізацію зниження температури тіла людини. Підкостюмний простір (5-й шар) між людиною та захисним одягом демпфує залишкове теплове навантаження, яке виділяється з людини, визначеної густини теплового потоку $q_p \approx 260 \text{ Вт/м}^2$.

Вважаємо, що вісь x перпендикулярна до поверхонь пакета і розглядаємо одновимірну задачу теплопровідності, яка характеризує проходження теплоти через 4 шари загальною товщиною δ . Особливістю задачі буде те, що зниження температури через пакет супроводжується герметичністю шару (1-й шар), що не допускає проходження речовини (маси частинок газу із зовнішнього середовища). Тому середовище повітря (проміжок) між пакетом і тілом людини виступає як пастка для пароповітряної суміші. Тепло, акумульоване тілом ($\Delta T = 34^{\circ}\text{C}$) та зовнішнім середовищем, накопичується у повітряному прошарку міжкостюмного простору. За умови дії від'ємних температур частинки демпфуючої пароповітряної суміші, в цей проміжок, із зовнішнього середовища через пакет намагаються вивільнитись, але не виходять з нього. Це призводить до зростання тиску в повітряному проміжку між тілом людини і

комбінезоном. Проходження молекул речовини (газу) через пакет описано як дифузійне співвідношення.

Дію низькотемпературного зовнішнього середовища на шари спецодягу (пакета) охарактеризують чотири фази:

- поглинання теплоти зовнішнім поверхневим чи міжфазовим шаром і наступна передача енергії всередину матеріалу кожного з чотирьох шарів;
- охолодження матеріалу кожного з чотирьох шарів без руйнування;
- режим стаціонарної теплопровідності або зміна агрегатного стану (випаровування, сублімація або термодеструкція і кожен з цих процесів може призводити до появи повного чи часткового руйнування шару);
- нагрівання (релаксація) матеріалу після зняття зовнішнього низькотемпературного навантаження.

В результаті теплових дій температурне поле пакета і середовища, між тілом людини і пакетом, може нелінійно змінюватись в часі. Моделювання процесів поширення теплоти та дифузійних частинок у системі „пакет одягу” – „прошарок між пакетом і тілом рятувальника” з урахуванням його теплоти проведено з використанням нелінійного балансового співвідношення термодифузії (підхід нерівноважної термодинаміки).

Математичну модель фізичних процесів подано у вигляді двох диференціальних одновимірних рівнянь теплопровідності і дифузії з початковими (при $\tau=0$, $x=x_1$, $x=x_2$, $x=x_3$, $x=x_4$, $x=x_5$) в декартовій системі координат де :

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right), \quad (1)$$

$$\frac{\partial m_c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial m_c}{\partial x} + D_T \frac{\partial T}{\partial x} \right), \quad (2)$$

де c – масова питома теплоємність матеріалу, Дж/(кг·К); t – час, с; ρ – об'ємна густина матеріалу, кг/м³; T – температура матеріалу, К; λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К); $a_T = \lambda/(c\rho)$ – коефіцієнт температуропровідності, м²/с; m_c – масова концентрація (маса компоненту в розрахунку на одиницю маси суміші, безрозмірна величина); D – коефіцієнт дифузії, м²/с; D_T – коефіцієнт дифузії, який характеризує зміну дифузійного потоку між дифузією та теплопровідністю.

Прийнятим розв'язком математичної моделі процесу тепло-масо переносу яка описана диференціальним рівнянням (2) є приєднання до його умов означеності.

Для рівняння теплопровідності на зовнішній стороні пакета використано граничну умову другого роду (при $x=0$, рис. 1).

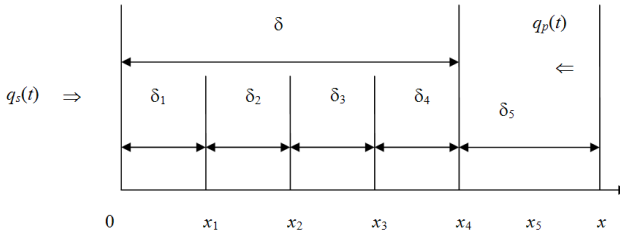


Рисунок 1 – Схема шарів компоновки засобів індивідуального захисту, товщиною δ (м), та дії температурних потоків навколишнього середовища $q_s(t)$, та тіла людини $q_p(t)$

Ця умова полягає в заданні густини теплового потоку для кожної точки зовнішньої поверхні тіла (пакета) як функції часу t , тобто:

$$q_s(t) = f(t), \quad (x=0). \quad (3)$$

Умова 2-го роду (3) означає, що криволінійній залежності температури може відповідати будь-яка ордината на зовнішній поверхні пакета (при $x=0$), але обов'язково заданий градієнт параметра T ($q_s(t) \sim gradT$). Простий (частковий) варіант граничної умови другого роду полягає в постійності (незалежності від часу) густини теплового потоку:

$$q_s(t) = q_{sc} = \text{const}. \quad (4)$$

Введемо позначення температур T_i та концентрацій дифундуючої речовини m_{ci} ($i=1,2,3,4,5$) в областях пакета ($0 \leq x \leq x_4$, $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4$) і поза ним:

$$\begin{aligned} \text{Область (1): } & 0 \leq x \leq x_1, \delta_1 = x_1 - 0, T_{10} \leq T_1 \leq T_{11}, T_{10} - \text{при } x = 0, T_{11} - \text{при } x = x_1; \\ \text{область (2): } & x_1 \leq x \leq x_2, \delta_2 = x_2 - x_1, T_{21} \leq T_2 \leq T_{22}, T_{21} = T_{11} - \text{при } x = x_1; \\ \text{область (3): } & x_2 \leq x \leq x_3, \delta_3 = x_3 - x_2, T_{32} \leq T_3 \leq T_{33}, T_{32} = T_{22} - \text{при } x = x_2; \\ \text{область (4): } & x_3 \leq x \leq x_4, \delta_4 = x_4 - x_3, T_{43} \leq T_4 \leq T_{44}, T_{43} = T_{33} - \text{при } x = x_3; \\ \text{область (5): } & x_4 \leq x \leq x_5, \delta_5 = x_5 - x_4, T_{45} = T_5 = T_5(t) - \text{при } x > x_4; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{область (1): } & 0 \leq x \leq x_1, m_{c10} \leq m_{c1} \leq m_{c11}; \\ \text{область (2): } & x_1 \leq x \leq x_2, m_{c21} \leq m_{c2} \leq m_{c22}, m_{c21} = m_{c11} \text{ при } x = x_1; \\ \text{область (3): } & x_2 \leq x \leq x_3, m_{c32} \leq m_{c3} \leq m_{c33}, m_{c32} = m_{c22} \text{ при } x = x_2; \\ \text{область (4): } & x_3 \leq x \leq x_4, m_{c43} \leq m_{c4} \leq m_{c44}, m_{c43} = m_{c33} - \text{при } x = x_3; \\ \text{область (5): } & x_4 \leq x \leq x_5, m_{c45} = m_{c5} = m_{c5}(t) - \text{при } x > x_4. \end{aligned} \quad (6)$$

У співвідношеннях (5), (6) $T_i(x,t)$, $m_{ci}(x,t)$ – температури та концентрації дифундуючих речовин (газів), які відповідають областям з індексами $i = 1, 2, \dots, 5$ відповідно, $T_{ij}(t)$, $m_{cij}(t)$ – граничні температури та концентрації газів, в яких

перший індекс відповідає номеру області, другий – індексу границі (x_i); віддалі $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ – в загальному випадку не рівні між собою ($\delta_1 \neq \delta_2 \neq \delta_3 \neq \delta_4$).

Область (5) ($x_4 \leq x \leq x_5$) чітко не визначена (δ_5 – змінна величина), оскільки це область (повітряний прошарок з білизною чи без неї) між тілом людини і захисним одягом (пакедом).

Отже, поняття характеристичної функції напіввідкритого інтервалу $[x_K, x_{K+1})$, де x – товщина вузла, м (рис. 2).

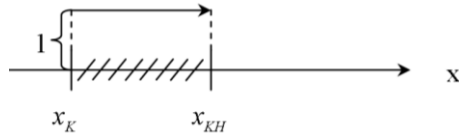


Рисунок 2 – Схема розподілу інтервалу у визначеному вузлі

Для граничного вузла 1 різницевої сітки рівняння має вигляд:

$$\lambda = \sum_{K=0}^{n-1} \lambda_K * \theta_K, \quad (7)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності у визначеному вузлі, Вт/м·К.

$$\theta_K = \begin{cases} 1, \text{ якщо } x \in [x_K, x_{Kh}) \\ 0, \text{ якщо } x \notin [x_K, x_{Kh}) \end{cases}$$

Виконавши апроксимацію (7) з інтегруванням матриці за методом Коші отримано рівняння розрахунку температури в заданій точці $T_K(x)$ на проміжку $[x_K, x_{K+1})$:

$$T_K(x) = T^0 - q \left[\frac{x - x_K}{\lambda_K} + \sum_{i=0}^{K-1} \frac{x_{i+1} - x_i}{\lambda_i} \right] \quad (8)$$

де $T_K(x)$ – температура у визначеній точці, К; T^0 – температура дії, К; q – густина теплового потоку, кВт/м²; λ_i – коефіцієнт теплопровідності у i -му вузлі, Вт/м·К.

Розрахунок температур необхідно здійснювати в кінцевому порядку. В підсумку розрахунків отримують числові дані, які характеризують зміну температури пакету захисного одягу в кожному матеріалі визначених вузлів.

Для аналізу процесу поширення теплоти в системі «спецодяг – рятувальник» використано граничну умову другого роду, яка полягає в заданні

густини теплового потоку для кожної точки зовнішньої поверхні тіла (пакета) як функції часу t .

Моделювання поширення теплоти в системі «низька температура – захисний одяг – людина» розділено на два етапи: на першому описано зниження теплоти в багатошаровому пакеті, на другому – поширення теплоти в композиційному середовищі між пакетом і тілом людини, яке розділено на дві області (область повітря, в якій зростає тиск продифундованого пароподібного середовища, і пористе середовище між тілом рятувальника та пакетом), що дає нам можливість більш детально, з урахуванням медико-біологічних аспектів людини, визначити час захисту рятувальників при експлуатації ГХЗО.

У третьому розділі на основі теоретичних досліджень запропоновано шляхи удосконалення методу оцінювання морозотривкості пакетів засобів індивідуального захисту рятувальників в умовах дії низьких температур (до -40°C) при аварії з викидом (вилівом) амоніаку.

Принцип визначення морозотривкості пакетів захисного одягу полягає у визначенні індексу морозотривкості ($I_{зах}^K$). З його допомогою можна провести оцінювання ефективності ГХЗО в умовах наближених до експлуатаційних при аваріях в замкнутому просторі АХУ.

На основі методу оцінки кріозахисних властивостей матеріалу (пакета) запропоновано використовувати ряд характеристик:

- зниження температури на виворітній поверхні випробувального зразка пакета матеріалів до значення 18°C (відповідає граничній температурі відносно комфортного відчуття людини $T_{гра}$);

- 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 практичну уяву про захисні властивості);

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

$$I_{зах}^K = \frac{\Delta(T^0 - T_{гра})}{\tau_{зах}^{\max}}, \quad (9)$$

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

При урахуванні різниці температур 58°C , індекс морозотривкості повинен становити в межах $1,3 \leq I_{зах}^K \leq 2,9$.

Для визначення температури на виворітній стороні досліджуваних матеріалів розроблено прилад «Оцінювання кріозахисних властивостей» (ОКЗВ-КД2). Прилад виконано у відповідності з рекомендаціями щодо

загальної схеми теплофізичних приладів.

Згідно з рекомендаціями, прилад містить криокамеру з холодоагентом, компресорну установку (I) та електровимірювальний (II) блок (рис. 3).

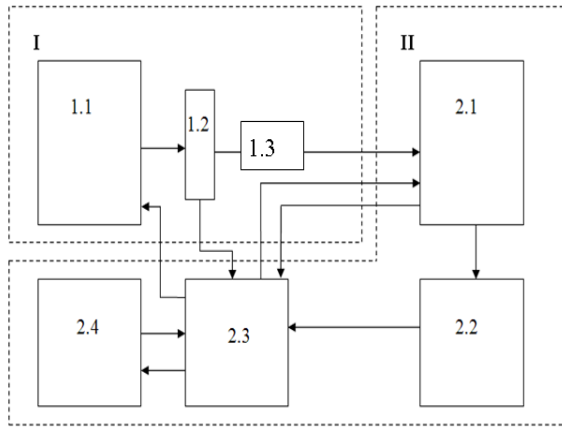


Рисунок 3 – Структурна блок-схема приладу ОКЗВ-КД2 для оцінки морозотривкості пакета захисного одягу

I герметична криокамера, яка містить: 1.1– радіатор; 1.2 – перетворювачі температури; 1.3 – випробувальний зразок пакету засобів індивідуального захисту;

II електровимірювальний блок складається з: 2.1 - системи зовнішнього сканування виворотній поверхні випробувального зразка; 2.2 - пристрою приймання та обробки результатів; 2.3 – пристрою синхронізації і запису інформації; 2.4 – ПК

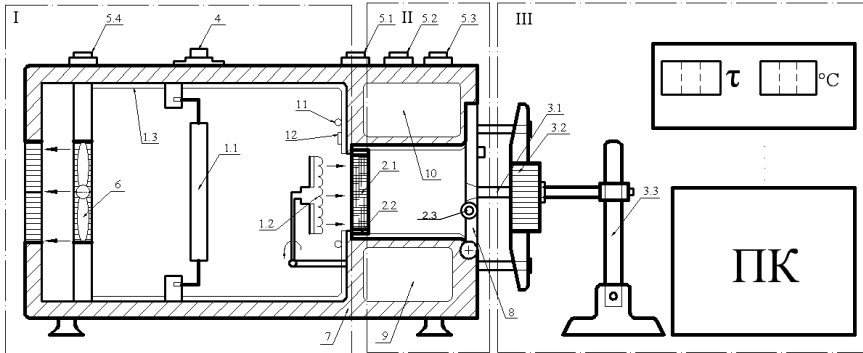
Принцип роботи приладу ОКЗВ-КД2 полягає у перетворенні світлової хвилі в електричну та визначення часу захисту рятувальника, при експлуатації засобів індивідуального захисту, та досягнення граничної (18°C) температури на виворотній поверхні випробувального зразка при дії низьких температур (до -40°C).

Особливу відмінністю сучасного технічного засобу є те, що в камері сканування імітуються умови підкостюмного простору з визначеною температурою поверхні шкіри людини ($\Delta T=34^{\circ}\text{C}$), яку акумулює тіло людини.

Схема розробленого пілотного взірця приладу для оцінки рівня експлуатаційних властивостей спеціальних матеріалів газохімічного одягу рятувальників зображена на рис. 4.

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

З метою автоматизації отриманих експериментальних результатів визначення температурних режимів, розроблено алгоритм та програму розрахунку індексу морозотривкості $I_{зах}^K$. Отримані дані реєструються на диску ПК. Після закінчення, результати експерименту відображаються у графічному інтерфейсі.



- 1.1 – радіатор; 1.2 – перетворювачі температури; 1.3 – камера охолодження;
 2.1 – випробувальний зразок; 2.2 – панель кріплення випробувального зразка;
 2.3 – керамічна пластина з обмоткою для нагрівання імітаційної камери під костюмного простору; 3.1 – дзеркальна система сканування; 3.2 – пристрій зовнішнього сканування;
 3.3 – штатив кріплення; 4 – регулятор температури; 5.1-5.4 – вмикачі режимів роботи;
 6 – витяжний вентилятор; 7 – корпус; 8 – дверцята; 9,10 – прилади контролю;
 11 – датчики контролю температури
- Рисунок 4 – Схема приладу ОКЗВ-КД2

Розроблений метод та прилад для оцінювання морозотривкості пакета газохімізаційного одягу рятувальника, поєднує в собі взаємозв'язок теоретичних та експериментальних досліджень з визначенням температурних режимів підкостюмного простору. Запропонована методологія є підґрунтям для визначення часу захисту рятувальника при експлуатації ГХЗО на ранніх стадіях його формування.

Розроблений прилад оцінювання захисних показників якості (ОКЗВ-КД2), дає можливість визначити досягнення граничної температури на усій площі виворотної поверхні випробувального зразка при безпосередній дії низької температури з урахуванням метаболічного тепла людини ($\Delta T=34^{\circ}\text{C}$) в реальному часі. Запропонований метод наближений до реальних експлуатаційних умов виконання рятувальниками завдань за призначенням.

У четвертому розділі наведені результати експериментальних досліджень з визначенням впливу процесів тепломасопереносу на пакет спеціальних матеріалів ГХЗО із комплектом захисного одягу загального призначення (ЗОРЗП) на час захисту рятувальника від дії низьких температур.

Для дослідження обрано сучасні матеріали, які компонують пакет ГХЗО та сертифіковані в Україні. Матеріали різні за своїм сировинним складом, товщиною, поверхневою густиною та іншими фізико-механічними

властивостями. Морозотривкі властивості досліджуваних матеріалів ГХЗО наведено в таблиці 1.

Проведеними дослідженнями встановлено, що пакет №2 більш спроможний захистити від дії низьких температур ніж пакет №1.

Дослідження показали, що при товщині утеплюючого прошарку $1,14 \cdot 10^2$ м (збільшили у два рази), густина теплового потоку становить $151,2 \text{ Вт/м}^2$, тобто зменшилась на $111,11 \text{ Вт/м}^2$. А температура підвищилась від $16,4^\circ\text{C}$ до 23°C на вивіртній поверхні матеріалу.

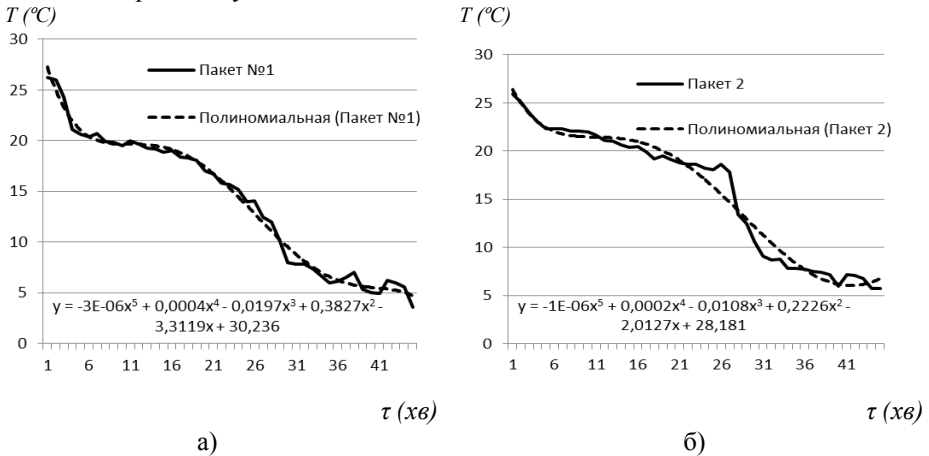
Таблиця 1 – Структура спеціальних матеріалів для пакетів, що досліджувалися

Перелік контролюючих показників текстильних матеріалів	Структура пакетів					
	Пакет 1			Пакет 2		
	верхній шар	утеплювач	підкладковий	верхній шар	утеплювач	підкладковий
Товщина матеріалів м:	<i>0,0015</i>	-	-	<i>0,0022</i>	-	-
x_1	-	<i>0,0057</i>	-	-	<i>0,0102</i>	-
x_2	-	-	<i>0,00035</i>	-	-	<i>0,0008</i>
x_3						
Коефіцієнт теплопровідності Вт/м·град:	<i>0,028</i>	-	-	<i>0,039</i>	-	-
λ_1	-	<i>0,034</i>	-	-	<i>0,042</i>	-
λ_2	-	-	<i>0,023</i>	-	-	<i>0,037</i>
λ_3						
Густина теплового потоку q_p , Вт/м ²	<i>262,3</i>			<i>192,3</i>		
Температура, °C:						
T_2	<i>+ 16,4</i>			<i>+ 22,0</i>		
T_3	<i>- 37,6</i>			<i>- 35,2</i>		
Тепловий опір, м ² ·град/Вт:						
R_1	<i>0,2364</i>			-		
R_1	-			<i>0,3209</i>		
Коефіцієнт теплопередачі, Вт/м ² ·град:						
K_1	<i>4,23</i>			-		
K_2	-			<i>3,12</i>		

Результати експериментальних досліджень дають підставу стверджувати, що залежність коефіцієнта теплопровідності спеціальних матеріалів ГХЗОР від

середньої температури випробувальних зразків становить 3,12 – 4,23 Вт/м·град. При порівнянні з розрахунковими результатами, відносна похибка становить $\pm 4\%$, що свідчить про об'єктивність визначення морозотривкості за допомогою удосконаленого методу та технічних засобів.

В результаті проведених досліджень оцінювання морозотривкості пакета матеріалів ГХЗОР отримано залежності зміни температур поверхні випробувального зразка та підкостюмного простору. Результати експерименту наведені на рис.5 та узагальнені в таблиці 2.



а – результати випробовування пакета №1; б – результати випробовування пакета №2
Рисунок 5 – Графік залежності температури вивіротної поверхні пакету ГХЗО від часу

Результати випробовувань проводились у кількості 5 випробувальних взірців та узагальнені за допомогою ПК.

Таблиця 2 – Критерії морозотривких характеристик пакетів матеріалів ГХЗО

Часові показники якості	Кодове позначення ЗІЗ			
	Пакет №1	Пакет №2	Пакет №1, + ЗОПЗП	Пакет №2, + ЗОПЗП
Час досягнення граничної температури 18°C в підкостюмному просторі при дії температури -40°C, с	468	504	1182	1608
Індекс морозотривкості $I_{зах}^K$	5,13	6,9	2,94	2,16

В результаті оцінювання морозотривкості пакета матеріалів ГХЗО із ЗОРЗП визначено, що ефективним захистом при дії низьких температур є пакет №2, та час захисту рятувальника становить 26,8 хв.

У п'ятому розділі наведено отримані результати полігонних досліджень комплекту захисного одягу, для наукового обґрунтування ефективності застосування та часу захисту рятувальників, при експлуатації ГХЗО в умовах дії низьких температур за допомогою розробленого приладу ПВІ-111А (рис. 6).

Полігонні випробовування проводились в приміщеннях промислових холодильних установок ТОВ «Лімо» м. Львів.

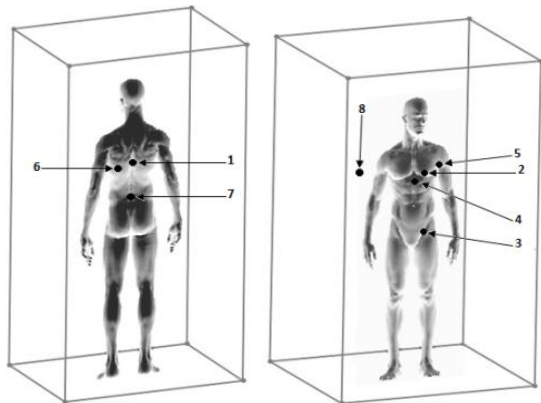
Термоелементи малої інерційності розміщені у під костюмному просторі між людиною та захисним одягом за схемою як зображено на рис 7.

Випробовування проводились за участю чотирьох волонтерів кожен з яких виконував комплекс вправ, які характерні при виконанні аварійно-рятувальних робіт в обмеженому просторі АХУ.

Для проведення досліджень обрано сертифікований в Україні ГХЗО: Ізолювальний захисний костюм №1, Ізолювальний захисний костюм №2 – Україна; Vautex SL-S фірми MSA AUER – Німеччина; Trelchem SUPER– Швеція. Температура у камері випробовування промислового холодильника становила від $-36,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-41,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 6 – Прилад ПВІ-111А



1,7 – спина; 2,4 – груди; 3 – пах; 5 – між пахом;
6 – ліва частина спини (ділянка серця);
8 – зовнішня температура

Рисунок 7 – Схема розміщення термоелементів

Узагальнені результати експерименту показали, що найшвидше досягнення граничної температури в підкостюмному просторі відбувається на ділянках паху та грудей (3,4 термоелемент) в діапазоні 17,3-37,8 хв, з використанням відповідних костюмів. За принципом запропонованої

методології визначення часу захисту рятувальника розраховано індекс морозотривкості $I_{зах}^K$ для кожного з костюмів. Результати розрахунків наведено на рис. 8, результати досліджень наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Експлуатаційна ефективність застосування ГХЗО в умовах низьких температур

№ з/п	Назва ГХЗО	Показник	
		час захисту рятувальника, хв	$I_{зах}^K$, $1,3 \leq I_{зах}^K \leq 2,9$
1.	ІЗК №1	17,3	3,35
2.	ІЗК №2	28,7	2,02
3.	Vautex SL-S	37,8	1,5
4.	Trellchem SUPER	31,5	1,84

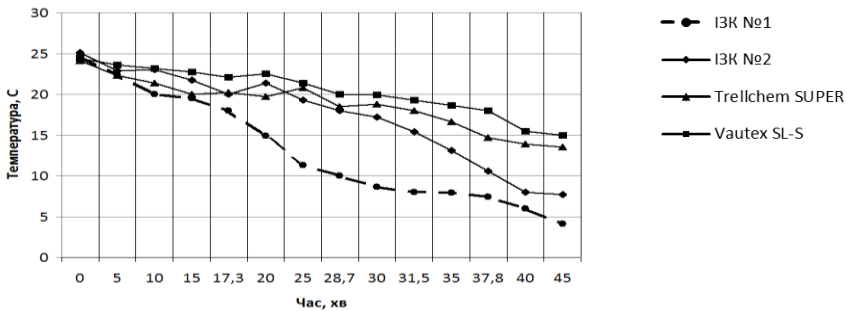


Рисунок 8 – Графік залежності температури підкостюмного простору від часу перебування рятувальника в умовах дії низької температури до -40°C

Таким чином із графіка залежності температури підкостюмного простору (рис. 8) та у відповідності розрахунків індексу морозотривкості встановлено, що костюм вітчизняного виробництва ІЗК №1 не забезпечує надійного захисту рятувальника в умовах дії низьких температур і становить 17,3 хв. Натомість ефективним ГХЗО визначено Vautex SL-S Німеччина, де час захисту рятувальника становить 37,8 хв, ІЗК №2 – 28,7 хв, Trelchem SUPER – 31,5 відповідно.

Проведено розрахунок соціально-економічних втрат з урахуванням проведених аналітичних досліджень (за останні десять років) травматизму та нещасних випадків рятувальників під час виконання завдань за призначенням на ХНО з наявністю амоніаку. Враховуючи розроблену, та запропоновану концепцію визначення безпечного часу експлуатації ГХЗО, що надає можливість мінімізувати кількість травмованих, та загиблих (на перспективу

наступних десяти років), сума соціально-економічного ефекту становить $E = 441400$ грн.

ВИСНОВКИ

У дисертації сформульовано такі науково-практичні результати досліджень та висновки:

1. На підставі проведеного аналізу існуючих методів та технічних засобів, за допомогою яких визначають показники якості (морозотривкість) пакету спеціальних матеріалів газохімічного одягу, який експлуатується при проведенні аварійно-рятувальних робіт з викидом (вилівом) амоніаку, встановлено, що вони не визначають час захисту рятувальника;

2. За допомогою запропонованої математичної моделі розкрито механізм впливу процесів тепломасопереносу та дифузії на пакет матеріалів газохімічного одягу рятувальника. Теоретично обґрунтовано залежність часу захисту рятувальника при експлуатації костюму в умовах низьких температур з урахуванням метаболічного тепла людини ($q_p \approx 260$ Вт/м², $\Delta T = 34^\circ\text{C}$), та граничної температури комфорту мікроклімату підкостюмного простору (18°C);

3. Розроблено метод для оцінювання морозотривкості пакету спеціальних матеріалів газохімічного одягу для визначення температурних режимів підкостюмного простору при дії низьких температур (до -40°C). Для реалізації запропонованого методу розроблено прилад оцінювання захисних властивостей комплексної дії (ОКЗВ-КД2) та відповідне програмне забезпечення, для визначення температурних режимів підкостюмного простору під час якого моделюються умови, наближені до експлуатаційних. Прилад декларується патентом України на корисну модель;

4. Експериментально встановлено, що при дії низької температури -40°C на матеріал верху пакету газохімічного одягу, час захисної дії повинен знаходитись в межах 20-45 хв, що відповідає індексу морозотривкості $1,3 \leq I_{зах}^K \leq 2,9$ відповідно;

5. Експериментально визначено час захисту рятувальника в ГХЗО в залежності від дії низької температури від $-36,1^\circ\text{C}$ до $-41,6^\circ\text{C}$. Встановлено, що за умов виконання аварійно-рятувальних робіт середнього навантаження, час перебування рятувальника до моменту його заміни на позиції в обмеженому просторі АХУ залежить від типу захисного одягу так: в ІЗК №2 вітчизняного виробництва час захисту рятувальника становить 28,7 хв; Vautex SL-S Німеччина – 37,8 хв; Trellechm SUPER – 31,5 відповідно. Теоретичні та експериментальні результати дослідження оформлені у вигляді «Рекомендацій застосування газохімічного одягу рятувальника ізолювального типу при дії низьких температур в умовах ліквідації надзвичайних ситуацій з викидом (вилівом) амоніаку в обмеженому просторі»;

6. Запропонований принцип визначення часу захисту рятувальника в ГХЗО надає можливість мінімізувати аспект ризику за рахунок збільшення якості та надійності – qn ; збільшити аспект інформаційної ємності – ic , що підвищить рівень безпеки та зменшення виробничий травматизм при виконанні рятувальниками завдань за призначенням. Соціально-економічний ефект становитиме $E = 441400$ грн.

Основні положення і результати дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Узагальнений аналіз приладів з визначення термофізичних показників та дослідження довговічності спеціальних матеріалів для виготовлення захисного одягу пожежників / [А.А. Мичко, Б.В. Болібрux, Б.В. Штайн та ін.]. // Збірник наукових праць «Пожежна безпека», ЛДУ БЖД, УкрНДІПБ МНС України. – 2006. – №9. – С. 92–97.

2. Шляхи забезпечення захисту особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час ліквідації надзвичайної ситуації з наявністю амоніаку / З.В. Андрусак, Б.В. Штайн, В.В. Кошеленко, В.В. Болібрux. // Збірник наукових праць «Пожежна безпека», ЛДУ БЖД, УкрНДІПБ МНС України. – 2010. – №16. – С. 92–98.

3. Штайн Б.В. Проблеми захисту особового складу спецслужб при ліквідації надзвичайних ситуаціях викидом (виливом) амоніаку / Б.В. Штайн, З.В. Андрусак, Б.В. Болібрux // Матеріали науково-звітної конференції «Проблеми діяльності кримінальної міліції в умовах розбудови правової держави» – Львів. ЛДУ ВС. – 2008. – С. 348–351.

4. Болібрux Б.В. Проблеми применения средств индивидуальной защиты пожарных при тушении пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций / Б.В. Болібрux, Б.В. Штайн, З.В. Андрусак. // Исторические и современные аспекты решения проблем горения, тушения и обеспечения безопасности людей при пожарах: Материалы XX Междунар. науч. - практ. конф., посвященной 70-летию создания института. – М.: ВНИИПО. – 2007. – С. 204–207.

5. Андрусак З.В. Основні вимоги щодо вибору засобів індивідуального захисту для виконання аварійно-рятувальних робіт в умовах підвищених температур / З.В. Андрусак // Вісник ЛДУ БЖД. – 2007. – №1. – С. 80–85.

6. Пат. 32071 України. МПК(2006) А41D 31/00. Полігон для вогневих випробувань захисного одягу пожежника / Козяр М.М., Болібрux Б.В., Лин А.С., Ковалишин В.В., Фірман В.М., Штайн Б.В., Андрусак З.В., Клим'юк М.М. заявник та патентовласник Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. – № u 2007 02747; заявл. 15.03.07; опубл. 12.05.2008, Бюл. №

7. Пат. 84744 України. МПК(2006) А41D 31/00. Спосіб дослідження проникності матеріалів для засобів індивідуального захисту від агресивних речовин/ Мичко А.А., Клим'юк М.М., Болібрux Б.В., Ковалишин В.В.,

Андрусяк З.В. заявник та патентовласник Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. – № а200610898; заявл. 16.10.06; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.

8. Андрусяк З.В. Обґрунтування методу оцінки показників якості газохімічного костюму / З. В. Андрусяк. // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2013. – №2. – С. 232–238.

9. Болібрux Б.В. Дослідження надійності ЗІЗ пожежників при дії небезпечних факторів надзвичайної ситуації / Болібрux Б.В., Андрусяк З.В., Штайн Б.В. // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Об'єднання теорії та практики –запорука підвищення боєздатності оперативно-рятувальних підрозділів» - Харків. – 2013. – С. 275–276

10. Андрусяк З.В. Исследование теплового излучения при взрывах на опасных производственных объектах / З.В. Андрусяк, Б.В. Штайн // Инженерно-физический журнал НАН Беларуси Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова. – 2015. – Том 88 №2. – С. 455–463.

11. З.В. Андрусяк. Проблемы создания эффективной индивидуальной защиты спасателей при авариях на опасных химических объектах / З.В. Андрусяк, Б.В. Болибрux, В.Б. Лоик, І.М. Красутская // Zeszytach Naukowych SGSP. – 2015. – №55(4). – С. 111–134.

АНОТАЦІЯ

Андрусяк З.В. Удосконалення методу і засобів визначення ефективності газохімічного одягу рятувальників. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці. Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», Красноармійськ, 2016.

У дисертації подано теоретичне узагальнення і рішення актуальної науково-технічної проблеми, яке полягає у розкритті особливостей та умов визначення температурних режимів підкостюмного простору, як підґрунтя для створення методу та технічних засобів оцінювання показників якості пакета газохімічного одягу.

На основі проведеного дослідження існуючих методів та способів визначення показників якості спеціальних матеріалів встановлено, що вони не наближені до умов експлуатації захисного одягу. Обґрунтовано граничні критерії для оцінювання кріозахисних показників якості газохімічного одягу рятувальника.

Запропоновано принцип визначення часу захисту рятувальника в ГХЗО що надає можливість мінімізувати аспект ризику за рахунок збільшення якості та надійності – qn ; збільшити аспект інформаційної ємності – ic , що підвищить рівень безпеки та зменшить виробничий травматизм при виконанні рятувальниками завдань за призначенням. Соціально-економічний ефект

становить Е =441400 грн.

Ключові слова: *газохімзахисний одяг, час захисту рятувальника, метод випробування, рятувальник, амоніак, низькі температури.*

АННОТАЦІЯ

Андрусак З. В. Усовершенствование метода и средств определения эффективности газохимзащитной одежды спасателей. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 - охрана труда. Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет», Красноармейск, 2016.

В диссертации дано теоретическое обобщение и решение актуальной научно-технической проблемы, которое заключается в раскрытии особенностей и условий определения температурных режимов подкостюмного пространства.

Диссертация посвящена решению актуальной научно-технической задачи раскрытия особенностей определения температурных режимов в подкостюмном пространстве. Создан метод и технические средства оценки показателей качества пакета специальных материалов газохимзащитной одежды спасателей, которые максимально соответствуют условиям эксплуатации.

Представлен метод оценки эффективности пакета специальных материалов газохимзащитной одежды спасателя, который сочетает в себе взаимосвязь теоретических и экспериментальных исследований по определению температурных режимов подкостюмного пространства.

Разработан прибор ОКЗВ-КД2 в соответствии с рекомендациями по обобщенной структуре теплофизических приборов с применением современных инновационных технологий, который содержит тепловой, электроизмерительный блок и блок внешнего сканирования. Принцип работы прибора ОКЗВ-КД2 заключается в преобразовании световой волны в электрическую и определение времени достижения предельной температуры 18°C на изнаночной поверхности испытательного образца при действии тепловой нагрузки (температуры до -40°C).

Также разработана и обоснована методика оценки криозащитных показателей качества с помощью прибора ОКЗВ-КД2, что позволяет получить результаты достижения предельной температуры на всей площади изнаночной поверхности испытательного образца и определить температурные режимы подкостюмного пространства при непосредственном воздействии температуры в реальном времени

Экспериментально определено время защиты спасателя в ГХЗО в зависимости от действия низкой температуры от -36,1 °C до -41,6°C. Установлено, что при выполнении аварийно-спасательных работ

средней нагрузки, время пребывания спасателя до момента его замены на позиции в ограниченном пространстве АХУ зависит от типа защитной одежды так: в ЕЗК №2 отечественного производства время защиты спасательная составляет 28,7 мин; Vautex SL-S Германия – 37,8 мин; Trelchem SUPER Швейцария – 31,5 мин соответственно.

Предложен принцип определения времени защиты спасателя в ГХЗО который позволяет минимизировать аспект риска за счет увеличения качества и надежности - qn ; увеличить аспект информационной емкости - ic , что повысит уровень безопасности и уменьшит производственный травматизм при выполнении спасателями задач по назначению.

Социально-экономический эффект составляет $E=441400$ грн .

Ключевые слова: *газохимзащитная одежда, время защиты спасателя, метод испытания , спасатель , аммиак , низкие температуры.*

SUMMARY

Z. Andrusyak. Improving methods and means of determining the effectiveness of gas chemical protective clothing for rescuer – **manuscript**
Thesis for the degree of Candidate on Technical Sciences specialty 05.26.01 - labour protection State Higher Educational Institution «Donetsk national technical University», Krasnoarmiisk, 2016.

In the dissertation theoretical generalization and the actual scientific solving of technical problem which consists in revealing the characteristics and conditions determining temperature conditions under the suit space as basis for creating a method and means of evaluation of quality indicators package of gas chemical protective clothing for rescuer.

Based on existing research methods and techniques to determine the quality of special materials to determine if they are nearby protective clothing conditions. Grounded threshold criteria for evaluating quality parameters gaschemicalprotective cryoprotecteur rescuer clothing.

The principle for determining the time lifeguard protection in GCPC which allows Aspect to minimize risk by increasing the quality and reliability - qn ; increase the information capacity aspect - ic , which will improve safety and reduce occupational injuries while performing rescue tasks. Socio- economic impact is $E = 441,400$ USD.

Keywords: gas chemical protective clothing, the defense lifeguard, test method, rescue, ammonia, low temperature.

Підписано до друку 05.02.2016 р.

Друк різнограф.

Наклад 100 прим.

Формат 60x90/16

Ум. друк. арк. 1,0

Зам. № 013/2016
