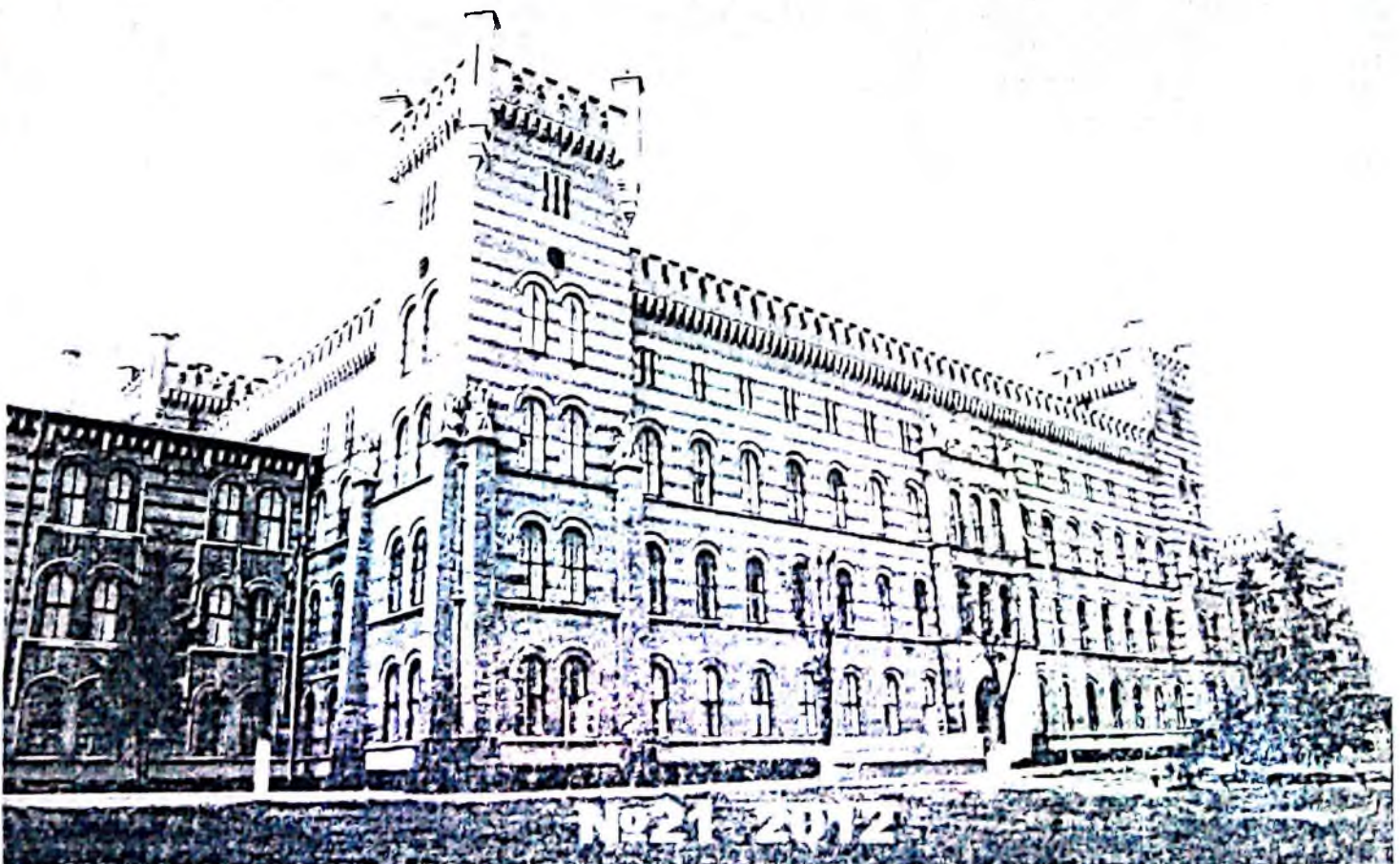


**Міністерство надзвичайних ситуацій України**

**Львівський державний університет  
безпеки життєдіяльності**

# **ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА**

*збірник  
наукових праць*





МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ УКРАЇНСЬКОЮ,  
РОСІЙСЬКОЮ, ПОЛЬСЬКОЮ, НІМЕЦЬКОЮ  
ТА АНГЛІЙСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

## ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

ЛДУ БЖД

№ 21, 2012

заснований у 2002 році

### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

канд. техн. наук	Рак Т.Є. – головний редактор
канд. техн. наук	Антонов А.В. – заступник головного редактора
д-р техн. наук	Семерак М.М. – науковий редактор
канд. фіз.-мат. наук	Кузик А.Д. – заступник наукового редактора
д-р техн. наук	Єжи Волянїн (Республіка Польща)
д-р техн. наук	Гащук П.М.
д-р техн. наук	Грицюк Ю.І.
д-р техн. наук	Гудим В.І.
д-р техн. наук	Гуліда Е.М.
д-р техн. наук	Гивлюд М.М.
д-р техн. наук	Жартовський В.М.
д-р пед. наук	Козяр М.М.
д-р хім. наук	Михалічко Б.М.
д-р техн. наук	Мичко А.А.
д-р техн. наук	Пашковський П.С.
д-р техн. наук	Рак Ю.П.
д-р техн. наук	Сидорчук О.В.
д-р хім. наук	Сушко В.О.
д-р фіз.-мат. наук	Тацій Р.М.
д-р фіз.-мат. наук	Юзевич В.М.
канд. техн. наук	Балашок В.М.
канд. техн. наук	Болібрух Б.В.
канд. техн. наук	Бабаджанова О.Ф.
канд. техн. наук	Гуцуляк Ю.В.
канд. техн. наук	Клімкін В.І. (Російська Федерація)
канд. техн. наук	Ковалишин В.В.
канд. пед. наук	Коваль М.С.
канд. техн. наук	Откідач М.Я.

*М.М. Семерак, А.В. Субота, В.М. Новак,  
В.М. Байтала*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
ВОГНЕСТІЙКОСТІ НЕСУЧИХ МЕТАЛЕВИХ  
КОНСТРУКЦІЙ МАШИННИХ ЗАЛІВ  
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

*О.І. Балицький, М.М. Семерак, В.О. Балицька,  
А.В. Субота, Я. Елшаш, О.Б. Вус*  
АНАЛІЗ ПОЖЕЖНО-ВОДНЕВОЇ БЕЗПЕКИ  
ТУРБОГЕНЕРАТОРНИХ ЗАЛІВ НА  
ЕНЕРГОБЛОКАХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

*В.М. Баланюк, Б. М. Михалічко, Ю.О. Моргул*  
ГАСІННЯ АЕРОЗОЛЕМ ПОЖЕЖ ГОРЮЧИХ  
РІДИН В РЕЗЕРВУВАРАХ ПІДШАРОВИМ  
МЕТОДОМ

*В.М. Баланюк, Ю.О. Копистинський,  
О.І. Лавренюк*  
ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСІННЯ  
ВОГНЕГАСНОЮ АЕРОЗОЛЬНОЮ  
РЕЧОВИНОЮ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ  
ГАЗОВИХ УДАРНИХ ХВИЛЬ

*О.І. Башинський, М.З. Пелешко,  
Т.Г. Бережанський*  
ВІБРОАКТИВОВАНІ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТИ ТА  
ЇХ МІЦНІСТЬ ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ  
РЕЖИМІВ

*О.І. Башинський, Т.Б. Боднарчук,  
Т.Г. Бережанський*  
ОЦІНЮВАННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ТА  
МЕЖИ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СТАЛЕБЕТОННИХ  
БАЛОК

*Ю.В. Буц, О.В. Крайнюк, О.О. Островерх,  
Ю.М. Сенчихін*  
ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЗАБРУДНЕННЯ  
АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ЗОНАХ  
ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

*П.М. Гащук, М.І. Сичевський*  
ПОНЯТТЯ ДИСИПАТИВНОГО ПЛЕЧА РЕАКЦІЇ  
ДОРОГИ НА КОЛЕСІ ПОЖЕЖНОГО  
АВТОМОБІЛЯ

*М.М. Гивлюд, Я.Й. Коцій, В.Б. Лоїк,  
В.В. Артеменко*  
ВОГНЕЗАХИСТ БУДІВЕЛЬНИХ  
КОНСТРУКЦІЙ РЕЧОВИНАМИ НА ОСНОВІ  
НАПОВНЕНИХ СИЛІЦІЙОРГАНІЧНИХ  
СПОЛУК

7

*M.M. Semerak, A.V. Subota, V.N. Novak,  
V.M. Baytala*  
MATHEMATICAL DESIGN OF FIRE-RESISTANCE  
OF BEARING METAL CONSTRUCTIONS OF  
MACHINE HALLS OF POWER-STATIONS

13

*A.I. Balitskil, M.M. Semerak, V.A. Balitska,  
A.V. Subota, J. Elasz, O.B. Vus*  
ANALISYS OF FIRE-HYDROGEN SAFETY OF  
TURBOGENERATORS HALLS ON FPP AND NPP  
POWER UNITS

19

*V. M. Balaniuk, B. M. Mykhalitchko, Yu.O. Morgun*  
AEROSOL FIRE EXTINGUISHING OF  
COMBUSTIBLE LIQUIDS IN PETROL TANKS BY  
SUBSURFACE METHOD

23

*V.M. Balanyuk, Yu. O. Kopystynskyi,  
O.I. Lavrenyuk*  
DETERMINATION OF EXTINGUISHING  
EFFICIENCY OF FIRE-AEROSOL SUBSTANCE  
UNDER GAS BLAST WAVE

28

*O.I. Bashynsky, M.Z. Peleshko, T.H. Berezhansky*  
EVALUATION OF BEARING CAPACITY AND  
FIRE RESISTANCE RANGE OF STEEL  
REINFORCED CONCRETE BEAMS

34

*O.I. Bashynsky, T.B. Bodnarchuk,  
T.G. Berezhansky*  
EVALUATION OF BEARING CAPACITY AND  
FIRE RESISTANCE RANGE OF STEEL  
REINFORCED CONCRETE BEAMS IN  
ACCORDANCE

39

*Yu. Buts, O. Kraynyuk, O. Ostroverkh,  
Yu. Senchykhin*  
ECOLOGICAL DANGER OF ATMOSPHERIC  
AIR CONTAMINATION IN FOREST FIRE AREAS

43

*P.M. Hashchuk, M.I. Sychevsky*  
CONCEPT OF DISSIPATIVE SHOULDER  
REACTION OF ROAD ON A FIRE-TRUCK WHEEL

53

*M. M. Hvylyud, Ya.Y. Kotsiy, V. B. Loik,  
V.V. Artemenko*  
FIRE PROTECTION OF BUILDING  
CONSTRUCTIONS BY SUBSTANCES ON THE  
BASIS OF FILLED SILICIUM ORGANIC  
COMPOSITIONS

*М.М. Гивлюд, І.В. Слеченко, О.І. Башинський, С.Я. Вовк*  
ВПЛИВ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ НА  
МІЦНІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ПРИ НАГРІВАННІ

*Н. М. Годованець, Б. М. Михалічко, О. М. Щербина*  
ВОГНЕГАСНІ ВЛАСТИВОСТІ АЕРОЗОЛІВ  
ВОДНИХ РОЗЧИНІВ КУПРУМ (II) ХЛОРИДУ

*В. І. Желяк, О.В. Лазаренко, О.О. Яготин*  
ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ СПОСОБІВ  
ПЕРЕНОСУ ТЕПЛОТИ ВІД ВОГНИЩА  
ПОЖЕЖИ ЧЕРЕЗ ВОДЯНУ ЗАВІСУ

*К.С. Іванків*  
ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ  
НЕСТАЦІОНАРНИМ ТЕМПЕРАТУРНИМ  
РЕЖИМОМ ТЕРМОЧУТЛИВИХ ТІЛ

*П.Г. Круковський, А.І. Ковалев, К.А. Черненко, М.А. Метель, А.А. Абрамов*  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ  
И ОГНЕСТОЙКОСТИ МНОГОПУСТОТНОГО  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

*А.П. Кушнір*  
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАНІПУЛЯТОРА  
РОБОТА ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ  
СИТУАЦІЙ

*О.І. Лавренюк, В.М. Балаюк, П.В. Пастухов*  
ЗАСТОСУВАННЯ АНТИПІРЕНІВ НА ОСНОВІ  
НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ  
ГОРЮЧОСТІ ЕЛАСТИЧНИХ  
ПІНОПОЛІУРЕТАНІВ

*А.С. Лин, А.А. Мичко, А.В. Івахов*  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА  
МЕТОДИКОЮ ПОЛІГОННИХ ВИПРОБУВАНЬ  
ОЦІНЮВАННЯ ТЕРМОЗАХИСНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАХИСНОГО ОДЯГУ  
ПОЖЕЖНИКІВ

*В.І. Луц, П.І. Мельник*  
ТАКТИКО-ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
НАСАДКИ-РОЗПРИСКУВАЧА ДЛЯ  
ДРІБНОДИСПЕРСНОГО РОЗПОРОШЕННЯ  
ВОДИ З МЕТОЮ ОСАДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ  
ГОРІННЯ

*В.І. Луц, М.А. Наливайко*  
АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНОГО ТА  
ДОДАТКОВОГО СПОРЯДЖЕННЯ ЛАНКИ  
ГАЗОДИМОЗАХИСНОЇ СЛУЖБИ

*О.В. Міллер, А.І. Харчук, Ю.Є. Шелюх*  
ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ КУЛЬТОВИХ  
СПОРУД

59 *М. М. Гивлюд, І. В. Слеченко, А. І. Башинский, С. Я. Вовк*  
THE IMPACT OF PROTECTIVE COATING ON  
STRENGTH CHARACTERISTICS OF ALUMINIUM  
ALLOYS DURING HEATING

65 *N. Godovantse', B. Mykhailchko, O. Shtcherbina,*  
FIRE-EXTINCTION PROPERTY OF AEROSOLS OF  
AQUEOUS SOLUTIONS OF COPPER (II)  
CHLORIDE

73 *V.I. Zhelyak, O.V. Lazarenko, O.O. Yagotin*  
DEFINITION OF WAYS HEAT TRANSFER FROM  
THE FIRE THROUGH WATER SCREEN

78 *K. S. Ivankiv,*  
OPTIMAL CONTROL OF TRANSIENT  
TEMPERATURE REGIME OF THERMAL  
SENSITIVE BODIES

85 *P.G. Krukovskii, A.I. Kovallov, K.O. Chernenko, M.O. Metel, O.O. Abramov*  
MODELLING OF THERMAL STATE AND FIRE-  
RESISTANCE QUALITY OF HOLLOW CORE  
ARMOURED CONCRETE FLOORS

95 *A.P. Kushnir*  
ROBOT'S MANIPULATOR MATHEMATICAL  
MODEL FOR EXTRAORDINARY SITUATIONS  
LIQUIDATION

100 *O.I. Lavrenyuk, V.M. Balanyuk, P.V. Pastukhov*  
USE OF FIRE RETARDANTS BASED ON  
INORGANIC COMPOUNDS TO REDUCE  
FLAMMABILITY OF ELASTIC FOAM-  
POLYURETHANES

105 *A.S. Lyn, A.A. Mychko, A.V. Ivakhov*  
EXPERIMENTAL RESEARCHES BY GROUND  
EVALUATION TESTS OF THERMAL  
PROTECTIVE PROPERTIES OF FIREFIGHTER  
PROTECTIVE CLOTHING

111 *V.I. Lusch, P.I. Melnyk*  
TACTICAL AND TECHNICAL DESCRIPTIONS OF  
NOZZLE SPRAY FOR SHALLOW-DISPERSIBLE  
SPRAYING OF WATER ON PURPOSE TO  
PRECIPITATION COMBUSTION PRODUCTS

116 *V.I. Lushch, M.A. Nalyvayko*  
ANALYSIS OF USE OF BASIC AND  
ADDITIONAL EQUIPMENT OF GAS AND  
SMOKE PROTECTIVE SERVICE BRIGADE

121 *O. Miller, A. Kharchuk, Yu. Shelyukh*  
THE PROBLEMS OF PROVIDING FIRE SAFETY  
OF RELIGIOUS BUILDINGS

*Р.В. Пархоменко*  
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ  
КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС ПОЖЕЖ

129

*R.V. Parkhomenko*  
SYSTEM ANALYSIS OF STRUCTURES  
FUNCTIONING DURING FIRES

*А.П. Половко, Т.Є. Рак, О.О. Василенко*  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕЖИ  
ВОГНЕСТІЙКОСТІ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ З  
ВОГНЕЗАХИСТОМ ІЗ МАГНЕЗИТОВИХ ПЛИТ

134

*A.P. Polovko, T. Ye. Rak, O.O. Vasylenko*  
EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF FIRE  
ENDURANCE OF SANDWICH PANELS WITH  
FIRE PROTECTION OF MAGNESITE  
SLABS

*В. В. Попович*  
ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА СТИХІЙНИХ  
СМІТТЄЗВАЛИЩ ТА ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ  
ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

140

*V.V. Popovych*  
FIRE RISK OF DUMPS AND SOLID WASTE  
LANDFILLS

*Ю.І. Рудик, Т.Б. Юзьків, Ю.Т. Юзьків*  
ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖИ  
ВОГНЕСТІЙКОСТІДІЛЯНОК ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ

148

*Yu. I. Rudyk, T.B. Yuzkiv, Yu. T. Yuzkiv*  
DETERMINING FIRE RESISTANCE LIMIT OF  
ELECTRIC NETWORKS

*М. М. Семерак, І. С. Юнашов, В. М. Байтала,  
В. В. Чернецький*  
ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ МАСИВНИХ  
КОНСТРУКЦІЙ ЗУМОВЛЕНЕ ІНТЕНСИВНИМ  
НАГРІВАННЯМ

154

*M.M. Semerak, I.S. Yunashov, V.M. Baytala,  
V.V. Chernetskiy*  
THE TEMPERATURE FIELD OF MASSIVE  
CONSTRUCTIONS CAUSED BY  
INTENSIVE HEATING

*М.М. Семерак, А.М. Домінік, В.М. Байтала,  
В.В. Чернецький*  
ВОГНЕСТІЙКІСТЬ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ  
ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ

160

*M.M. Semerak, A.M. Domlnik, V.M. Baytala,  
V.V. Chernetskiy*  
FIRE RESISTANCE OF CYLINDRICAL  
CONCRETE STRUCTURES

*Ю.В. Цапко, В.М. Баланюк*  
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАХИСТУ  
ДЕРЕВИНИ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ  
ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

166

*Yu.V. Tsapko, V.M. Balanyuk*  
RESEARCH OF FIRE PROTECTION OF WOOD ON FIRE-  
RESISTANCE OF TIMBER STRUCTURES

*Д.О. Чалий*  
СЕНСОРИ ТЕМПЕРАТУРИ НА ОСНОВИ  
ХАЛЬКОГЕНІДНОГО СКЛА ДЛЯ  
ДЕТЕКТУВАННЯ ОСЕРЕДКІВ ЗАГОРАННЯ НА  
РАННІХ СТАДІЯХ

171

*D.O. Chalyy*  
TEMPERATURE SENSORS BASED ON  
CHALCOGENIDE GLASSES FOR EARLY-STAGE  
DETECTING OF FIRE HOTBEDS

*В.В. Чернецький, Т.Й. Кочкодан*  
ОРГАНІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ СИЛАМИ ТА  
ЗАСОБАМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПРИ  
ГАСІННІ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В ГІРСЬКІЙ  
МІСЦЕВОСТІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

177

*V.V. Chernetskiy, T.J. Kochkodan*  
MANAGEMENT ORGANIZATION OF FORCES  
AND FACILITIES OF CIVIL DEFENSIVE DURING  
EXTINGUISHING OF FOREST FIRES IN  
MOUNTAIN TERRAIN OF THE CARPATHIAN  
REGION

*О.В. Шаповалов, І.П. Кравець*  
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОТИ  
ПРИВОДА НАСОСА СИСТЕМИ  
ВНУТРІШНЬОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО  
ВОДОПОСТАЧАННЯ ВІД АВТОНОМНОГО  
ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ

183

*O.V. Shapovalov, I.P. Kravets*  
RESEARCH RESULTS OF PUMP WORK DRIVE OF  
THE INTERNAL FIRE-PREVENTION WATER  
SYSTEM FROM AUTONOMOUS SUPPLY SOURCE

*А.С. Лип, канд. тех. наук<sup>1</sup>, А.А. Мичко, д-р техн. наук, професор<sup>2</sup>, А.В. Івахов<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, <sup>2</sup>Східноукраїнський  
національний університет імені Володимира Даля)*

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА МЕТОДИКОЮ ПОЛІГОННИХ ВИПРОБУВАНЬ ОЦІНЮВАННЯ ТЕРМОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАХИСНОГО ОДЯГУ ПОЖЕЖНИКІВ

В статті наведено результати досліджень, які підтвердили наукову обґрунтованість концепції відносно розробки методики випробування і створення полігону, як дослідного устаткування для оцінки термозахисних властивостей засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) пожежника. Продемонстровано характер зміни значень температури в контрольних точках підкостюмного простору захисного одягу, який виготовлено із ПВХ покриття (Шторм), 100 % льняної тканини (Брезент) із алюмінієвим тепловідбивним покриттям (Індекс-1) від тривалості впливу високотемпературного джерела потужністю 7 кВт/м<sup>2</sup> та 40 кВт/м<sup>2</sup>.

**Ключові слова:** тепловий потік, високотемпературне джерело, термозахисні властивості, захисний одяг пожежника, захисний матеріал.

**Вступ.** Чинні нормативні документи, які регламентують вимоги щодо методик оцінювання термозахисних властивостей засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), не є досконалими і тому до пожежно-рятувальних підрозділів можуть потрапити неякісні зразки ЗІЗ, а це своєю чергою, впливатиме на показники пожежної статистики.

Відсутність в Україні науково обґрунтованих, сучасних, максимально наближених до реальних умов пожеж методик оцінювання стійкості ЗІЗ до теплового випромінювання, конвективного тепла та полум'я, також стримує розроблення нової, більш ефективної продукції протипожежного призначення, що обумовлює актуальність проведення досліджень, спрямованих на їх удосконалення.

Визначальним є той факт, що під час роботи в екстремальних ситуаціях, пожежник має бути надійно захищений від теплового випромінювання, високої температури та конвективного тепла, вплив яких відбувається одночасно.

**Метою роботи** є створення максимально наближеної до реальних умов пожеж методики полігонних випробувань для оцінювання термозахисних властивостей захисного одягу пожежників.

**Основна частина.** Раніше нами було зазначено, що методики, які використовуються для дослідження термозахисних виробів, передбачають лабораторні, стендові та полігонні експерименти і вогневі випробування. Однак, більшість розробників термозахисного одягу через різні причини обмежуються тільки лабораторними дослідженнями при виборі спеціальних матеріалів, швейних ниток, фурнітури тощо і стендовими випробуваннями уже виготовленого одягу. Але, оскільки на полігоні можна створити умови максимально наближені до реальних, то, на нашу думку, поєднання стендових і полігонних випробувань готових термозахисних виробів є оптимальним варіантом для їх оцінки.

Експерименти насамперед проводились з використанням манекена. Термоелектричні перетворювачі закріпили на грудях, животі, стегні, гомілці, спині, передпліччі, плечі та попереку.

Для проведення досліджень були використані костюми виготовлені із ПВХ з покриттям («Шторм»), 100 % льняної тканини («Брезент») і алюмінієвим тепловідбивним покриттям (Індекс-1).

Як високотемпературне джерело було використано деки площею 0,75 м<sup>2</sup>, з шістьма літрами дизельного палива та 0,5 літрами бензину А-80. В процесі проведення досліджень, постійно через кожні 10 с, автоматично, у восьми точках контролювали зміну температури підкостюмного простору та інтенсивності теплового потоку полум'я залежно від відстані до джерела високої температури.

Дослідження, проведені з використанням костюма «Шторм» (рис. 1) показали, що залежно від часу горіння, температура на усіх контрольних точках підкостюмного простору

зростає. Якщо її значення конкретизувати то температура в області грудей за 100 с гор збільшилась з 16,2 °С до 31,21 °С, а наприклад, в області попереку – з 15,9 °С до 35,59 °С.

Отримані дані прослідковуються для усіх контрольних точок лише протягом 180 с ріння, при яких інтенсивність теплового потоку має максимальне значення – 7,2 кВт/м<sup>2</sup>. Нальші зміни температурних показників за цей час відбуваються в області живота. Так, за процесу температура підкостюмного простору у цій області дорівнювала 18,73 °С, за 90 с ріння збільшилась до 36,27 °С, а на 180 с експерименту стає найбільшою і дорівнює 39,96 °С

Якщо провести узагальнення отриманих результатів (рис. 1) то стає очевидним, при використанні спеціального одягу «Шторм» протягом 180 с і на відстані 4,3 м від висс температурного джерела, потужність якого не перевищує 7,2 кВт/м<sup>2</sup>, є можливість захистись від його впливу. При цьому найбільш термозахищеною слід вважати область груд плечей, передпліччя, стегна, гомілки, спини, попереку та живота (рис. 1). Аналогічні експерименти були проведені з використанням захисного одягу, виготовленого із брезентової тини. Якщо отримані результати проаналізувати, то необхідно зазначити, що максималі значення теплового випромінювання від високотемпературного джерела становить 7, кВт/м<sup>2</sup>. Температура підкостюмного простору в області грудей збільшилась з 15,3 °С до 35,85 °С, а в області, наприклад, спини – з 15,2 °С до 34,94 °С (рис. 2). Найбільше підвищен температури (до 35,85 °С), відбувається в області грудей та живота (35,8 °С). Найменш вплив при цьому відмічено в області гомілки та попереку, які слід вважати найбільш захищеними і в разі проведення експериментів із захисним костюмом «Брезент».

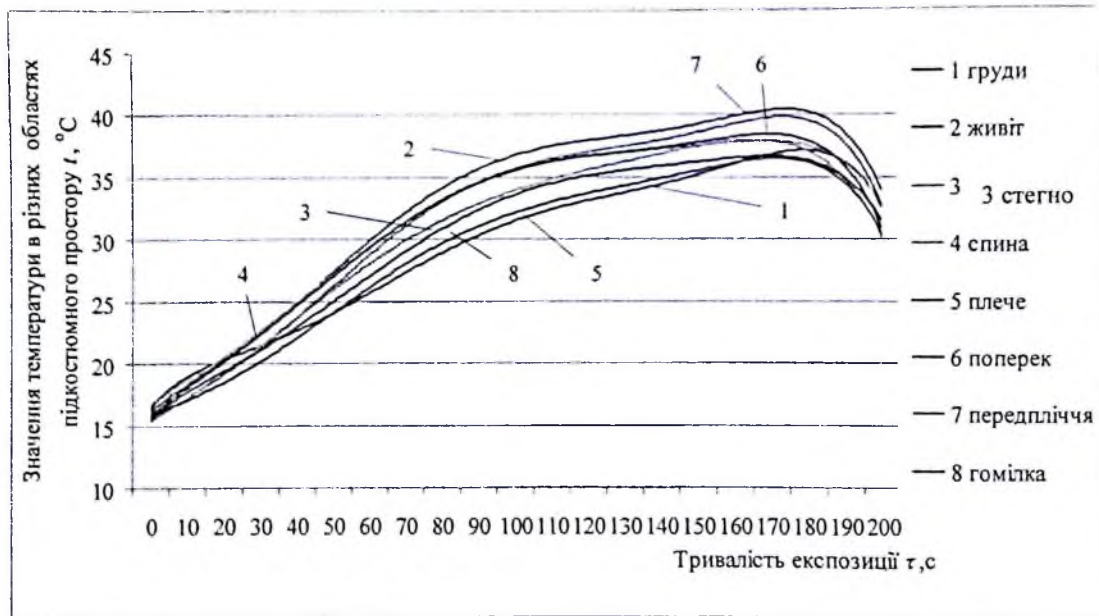


Рис. 1. Залежність зміни значень температур в різних областях підкостюмного простору захисного одягу «Шторм» від тривалості впливу високотемпературного джерела

Подальший аналіз отриманих результатів свідчить про те, що зростання температури в підкостюмному просторі відбувається постійно, незалежно від місця знаходження контрольних точок. Але при цьому слід зазначити, що вказаний процес в окремо взятому випадку, залежить від величини інтенсивності теплового потоку.

Експерименти свідчать, що протягом усього часу проходить підвищення температури в підкостюмному просторі (рис. 2).

Отримані результати показують, що активне збільшення температури в підкостюнному просторі виробу «Брезент» відбувається в області живота та грудей, за якими слідує область стегна (35,12 °C), передпліччя (35,07 °C), плеча (34,98 °C), спини (34,94 °C), гомілки (34 °C) та попереку (34,6 °C).

Необхідно зазначити також, що вплив високотемпературного джерела, термофізичні характеристики якого контролювались на відстані 4,3 м від манекена, одягненого в костюм «Брезент», не можна піднести до небезпечних, оскільки на протязі указанного часу експозиції, величина критичної температури (50 °C) в підкостюнному просторі не була досягнута.

Але якщо порівняти результати досліджень, то можна зробити висновок, що захисний костюм «Брезент» характеризується кращими захисними властивостями (рис. 1 і 2).

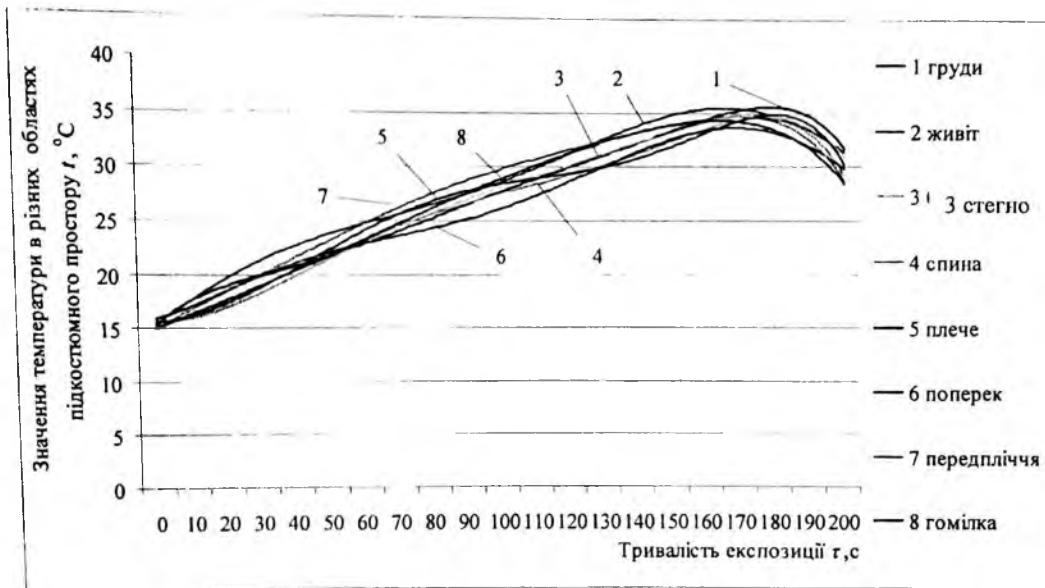


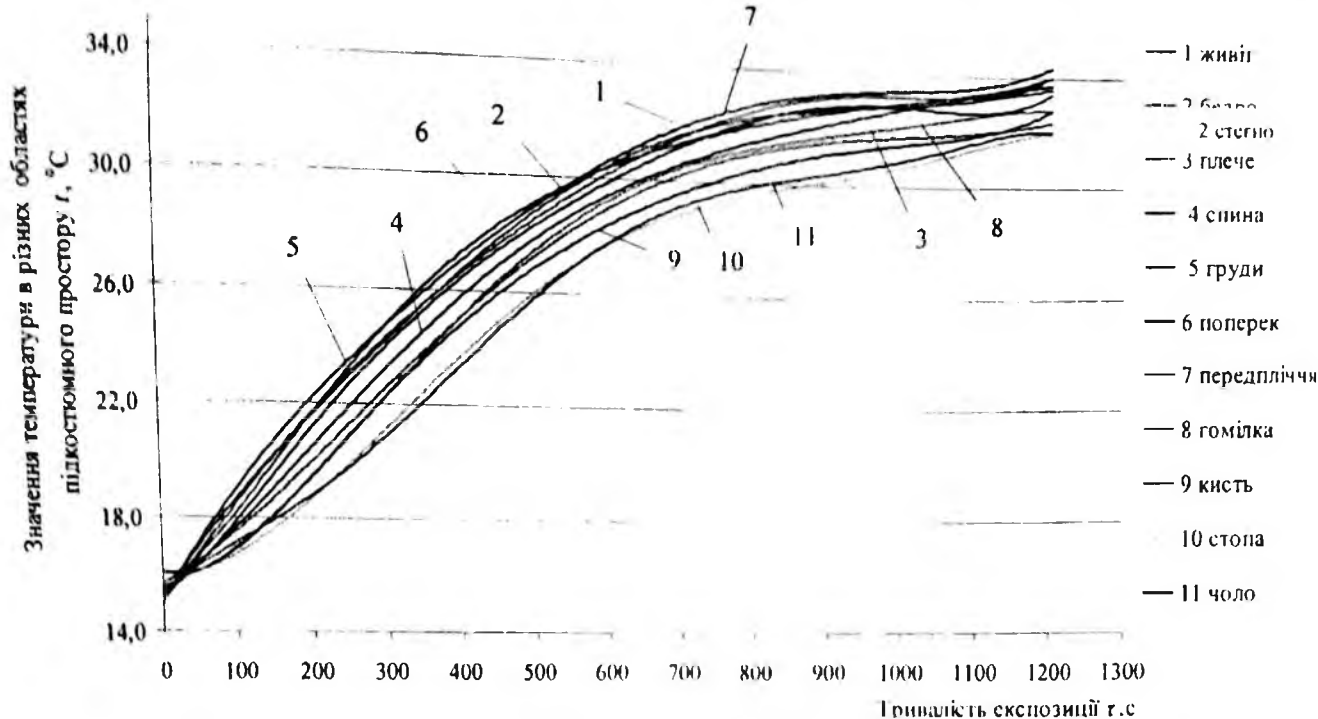
Рис. 2. Залежність зміни значень температур в різних областях підкостюнного простору захисного одягу «Брезент» від тривалості впливу високотемпературного джерела

Нами були проведені експерименти з використанням тепловідбивного одягу Індекс-1, виготовленого із текстильного матеріалу, покритого алюмінізованою плівкою. Оскільки конструкція куртки передбачає захист голови, стоп та долонь, то до манекена були підключені необхідні термоелектричні перетворювачі - для контролю температури підкостюнного простору в області чола, стоп і кистей. Показники термоелектричних перетворювачів фіксувались через кожні 30 с при загальному часі горіння 1200 с. Результати експериментів показали, що температура підкостюнного простору у всіх одинадцяти контрольних областях почала збільшуватись уже в межах 30...90 с їх проведення (рис. 3).

Так, наприклад, температура підкостюнного простору в області живота має максимальне значення (34,2 °C) на 1200 с, в області попереку (33,7 °C) на 1200 с, а в області спини (33,6 °C), бедра (33,3 °C), грудей (33,6 °C).

Експерименти, проведені в умовах розробленого полігону з використанням манекена та захисних костюмів свідчать про те, що указані ЗІЗ при дії теплового потоку 7 кВт/м<sup>2</sup> на відстані 4,3 м від високотемпературного джерела слід вважати надійними, оскільки значення критичної температури (50 °C) в контрольних областях підкостюнного простору не було досягнуто (рис. 3).

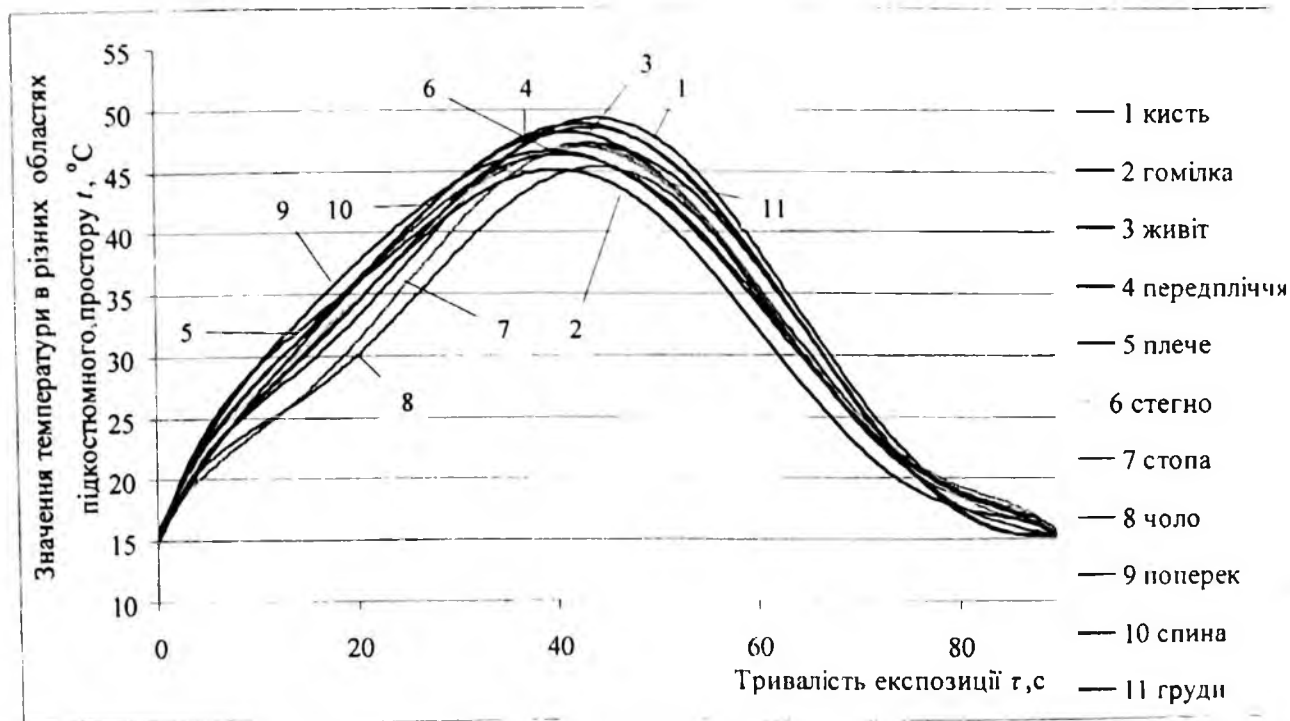




**Рис. 3.** Залежність зміни значень температур в різних областях підкостюмного простору захисного одягу «Індекс-1» від тривалості впливу високотемпературного джерела

Аналогічний експеримент був проведений з тепловідбивним костюмом Індекс-1 при дії на нього теплового потоку  $40 \text{ кВт/м}^2$ , який знаходився на відстані 1,5 м від високотемпературного джерела (рис. 4).

Температура в одинадцяти контрольних точках підкостюмного простору також змінюється. Так, якщо, наприклад в області грудей на 10 с горіння її значення дорівнює  $25,58 \text{ }^\circ\text{C}$ , на 30 с –  $41,02 \text{ }^\circ\text{C}$ , то на 40 с –  $49,6 \text{ }^\circ\text{C}$ .



**Рис. 4.** Залежність зміни значень температур в різних областях підкостюмного простору захисного одягу «Індекс-1» від тривалості впливу високотемпературного джерела

Аналіз отриманих залежностей дає підставу стверджувати, що виріб Індекс-1 спроможний захистити пожежника від дії теплового випромінювання  $40 \text{ кВт/м}^2$ , який знаходиться на відстані 1,5 м від високотемпературного джерела тільки протягом 30 с проходження процесу горіння. При збільшенні часу горіння Індекс-1 руйнується (рис. 4).

Розроблена методика випробування та її практичне використання в умовах полігону з використанням манекена свідчить про те, що вироби «Шторм», «Брезент» можуть вважатись термозахисними протягом 180 с, а «Індекс-1» – протягом 1200 с впливу високотемпературного джерела, потужністю  $7 \text{ кВт/м}^2$ .

Також встановлено, що тепловідбивний костюм «Індекс-1» стійкий до впливу високотемпературного джерела потужністю  $40 \text{ кВт/м}^2$  протягом 30 с.

Таким чином, результати проведених нами досліджень свідчать про наукову обґрунтованість концепції розробки методики випробування і створення полігону як дослідного устаткування для оцінки термозахисних властивостей ЗІЗ пожежника з використанням манекенів та із залученням випробувачів.

### Висновки

1. Розроблено конструктивно-технологічну схему та побудовано полігон для вогневих випробувань захисного одягу пожежника, який забезпечує можливість проведення експериментів як з використанням манекена, так і при залученні випробувачів, створюючи при цьому макетні вогнища пожежі із заданими термофізичними характеристиками.

2. При проведенні полігонних випробувань захисного одягу в режимі "манекен" критерієм оцінки є температура підкостюмного простору, яка у 11 контролюючих точках не має перевищувати  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , а в режимі «випробувач» критерієм оцінки були значення указаних температур, які не мають збільшуватись протягом конкретного указанного часу при заданих (або отриманих) термофізичних показниках високотемпературного джерела.

3. Експерименти підтвердили основний висновок розробленої математичної моделі процесу про залежність значення інтенсивності теплового потоку між відстанню до високотемпературного джерела та часом його горіння.

4. Показано, що костюми «Шторм», «Брезент», спроможні захистити пожежника тільки від впливу високотемпературного джерела потужністю  $7 \text{ кВт/м}^2$ , протягом 180 с, а тепловідбивний костюм «Індекс-1» протягом 1200 с. Якщо теплове випромінювання збільшити до  $40 \text{ кВт/м}^2$ , то тепловідбивний костюм «Індекс-1» може виконувати захисні функції протягом 30 с.

### Список літератури:

1. **Нормы пожарной безопасности.** Специальная защитная одежда пожарных от выпешенных тепловых воздействий. Общие технические требования. Методика испытаний : НПБ-161:97. – М. : ГУГПС и ВНИИПО МВД России, 1998. – 52 с.

2. Пат. 32071 Україна, МПК (2006), А 41 D 31/00. Полігон для вогневих випробувань захисного одягу пожежника / М. М. Козяр, А. С. Лин, В. В. Ковалишин, В. М. Фірман, Б. В. Штайн, Б. В. Болібрух. № u 2007 02747; заявл. 15.03.2007; опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9. – С. 6.

3. **Одяг пожежника захисний.** Загальні технічні вимоги та методи випробувань: ДСТУ 4366:2005 [Чинний від 2005- 01-07]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 35 с. – (Національний стандарт України).

4. **Романенко М.П.** Теплопередача в пожарном деле / Романенко М. П., Вубырь Н.Ф., Башкирцев М. П., – 1969. – 424 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО МЕТОДИКЕ ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ОЦЕНКИ ТЕРМОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНИКОВ

В статье приведены результаты исследований подтверждавшие научную обоснованность концепции относительно разработки методики испытаний и создания полигона, как исследовательского оборудования для оценки термозащитных свойств средств индивидуальной защиты (СИЗ) пожарника. Продемонстрировано характер изменения значений температуры в контрольных точках подкостюмного пространства защитной одежды, сделанной из ПВХ-покрытия (Шторм), 100 % льняной ткани (Брезент) и с алюминиевым теплоотражающим покрытием (Индекс-1) от длительности влияния высокотемпературного источника мощностью 7 кВт/м<sup>2</sup> и 40 кВт/м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** тепловой поток, высокотемпературный источник, термозащитные свойства, защитная одежда пожарника, защитный материал.

A.S. Lyn, A.A. Mychko, A.V. Ivakhov

## EXPERIMENTAL RESEARCHES BY GROUND EVALUATION TESTS OF THERMAL PROTECTIVE PROPERTIES OF FIREFIGHTER PROTECTIVE CLOTHING

In the article research results, which prove scientific reasons of conception relating to development of testing methods and polygon creation, as a testing device for evaluation of thermal protective properties of individual protection equipment of a firefighter, are provided. Changes of temperature range in control points of protective clothing under suit space, produced from polyvinylchloride covering (Storm), 100% linen fabric (Tarpaulin) with aluminum heat-reflective coating (Index-1), depending on exposure time of high temperature source of 7kW/m<sup>2</sup> and 40 kW/m<sup>2</sup> power are demonstrated.

**Key words:** thermal flow, high temperature source, thermal protective properties, firefighter protective clothing, protective fabric.

