

Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

*збірник
наукових праць*



№22 2013



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

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

ЛДУ БЖД

№ 22, 2013

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 техн. наук Ковалишин В.В.
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 Баланюк 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. пед. наук Коваль М.С.
канд. техн. наук Откідач М.Я.

ISSN 2078-6662

ЗАСНОВНИК ТА ВИКОНАВЕЦЬ Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
(ЛДУ БЖД)

ЗАРЕЄСТРОВАНО Міністерством юстиції України 26. 06. 2008 р. Серія КВ №14342-3313ПР

ВКЛЮЧЕНО ДО ПЕРЕЛІКУ ФАХОВИХ ВИДАНЬ В ГАЛУЗІ ТЕХНІЧНИХ НАУК,
в яких можуть публікуватись результати дисертаційних робіт на здобуття наукових
ступенів доктора і кандидата наук (*Постанова ВАК від 27 травня 2009 року № 1-05/2*)

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ВИДАННЯ рішенням Вченої ради ЛДУ БЖД
(*Протокол № 7 від 08. 05. 2013 р.*)

Літературний редактор	Падик Г.М.
Редактор англійської мови	Маслюк Д.М.
Технічний редактор	Сорочич М.П.
Комп'ютерна верстка та відповідальний за друк	Хлевной О.В.
Друк на різнографі	Климус М.В.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ: ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007
Контактні телефони: (032) 233-24-79, 233-14-97, тел/факс 233-00-88
E-mail: mail@ubgd.lviv.ua, ndr@ubgd.lviv.ua

Здано в набір 27. 05. 2013. Підписано до друку 06. 06. 2013.
Формат 60x84^{1/2}. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 19.
Гарнітура Times New Roman. Друк на різнографі.
Наклад: 100.
Друк: ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

В.М. Балаюк, Д.А. Журбинський, А.С. Лин
ВПЛИВ ВИДУ АЕРОЗОЛЬ-
УТВОРЮВАЛЬНИХ СПОЛУК НА
ОСНОВІ СОЛЕЙ КАЛІЮ ТА ДОБАВОК
ІНЕРТНИХ ГАЗІВ НА
ФЛЕГМАТИЗУВАЛЬНУ
ЕФЕКТИВІСТЬ АЕРОЗОЛЮ

7

*V.M. Balanyuk, D.A. Zhurbynskyy,
A.S. Lyn*
INFLUENCE OF THE AEROSOL
COMPOSITION TYPE BASED ON
POTASSIUM SALTS AND INERT GAS
ADDITIVES ON PHEGMATIC
EFFICIENCY OF AEROSOL

*О.І. Башинський, М.З. Пелешко,
В.Й. Кузиляк*
КУЛЬТОВІ СПОРУДИ – ПРОБЛЕМИ
СЬОГОДЕННЯ: ПОЖЕЖНА
НЕБЕЗПЕКА ТА СУЧАСНИЙ СТАН
ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

12

*O.I. Bashynskiy, M.Z. Peleshko,
V.J. Kuzlyak*
MODERN PROBLEMS OF RELIGIOUS
BUILDINGS: FIRE HAZARD AND
CURRENT FIRE PROTECTION STATE

Г.Й. Боднар, О.В. Шаповалов
ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ
НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ
СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО
ПРОТИПОЖЕЖНОГО
ВОДОПОСТАЧАННЯ

17

G.I. Bodnar, O.V. Shapovalov
DETERMINATION OF RELIABILITY
INDICES OF POWER SUPPLY SYSTEM
OF INTERNAL FIRE WATER SUPPLY

*Б.В. Болібрux, Б.В. Штайн,
Р.Я. Лозинський, А.С. Лин, А.О. Васютяк*
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ
РЕЖИМІВ ПІДКОСТИЙНОГО
ПРОСТОРУ ТЕПЛОЗАХИСНОГО
ОДЯГУ ПОЖЕЖНИКА ПІД ЧАС
ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ЗАКРИТИХ
ПРИМІЩЕННЯХ

24

*B.V. Bolibrukh, B.V. Stayn,
R.Ya. Lozynskyy, A.S. Lyn, A.O. Vasyutyak*
DETERMINATION OF UNDERSUIT
SPACE TEMPERATURE REGIMES OF
HEAT RESISTANT CLOTHING OF A
FIREFIGHTER WHILE FIGHTING FIRES
IN ENCLOSURES

Д.П. Войтович
ОПЕРАТИВНІ ДОКУМЕНТИ ЯК
НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА
ПРОВЕДЕННЯ РОЗВІДКИ ДЛЯ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО
ЗАСТОСУВАННЯ СИЛ І ЗАСОБІВ
НА ВИРІШАЛЬНОМУ НАПРЯМКУ
ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ

32

D.P. Voytovych
OPERATING FILES AS AN INTEGRAL
PART OF RECONNAISSANCE FOR
DECISION MAKING ON APPLICATION
CAPABILITIES IN DECISIVE
DIRECTION OF OPERATIONAL
ACTIVITIES

П.М. Гащук
ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ
УЗАГАЛЬНЕНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОЛЕСА
ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

38

P.M. Hashchuk
COURSE FEATURES OF THE
GENERALIZED CHARACTERISTIC OF
FRICTION COUPLING PROPERTIES OF A
FIRE ENGINE WHEEL

М. М. Гивлюд, Ю. В. Гуцуляк, С. Я. Вовк
ВПЛИВ МОДИФІКАТОРІВ НА
ПРОЦЕСИ ФАЗОУТВОРЕННЯ
В ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТЯХ

51

N.N. Hyvlyud, Yu.V. Hutsulyak, S.Y. Vovk
THE INFLUENCE OF MODIFIERS ON
PHASE FORMATION PROCESSES IN
FIRE PROTECTIVE COATINGS

В.І. Гудим, О.Б. Назаровець, О.А. Кузін
ОСОБЛИВОСТІ МІКРОСТРУКТУРИ
МІДНИХ ДРОТІВ, НАГРІТИХ
ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ І
ВІДКРИТИМ ПОЛУМ'ЯМ

55

V.I. Hudym, O.B. Nazarovets, O.A. Kuzin
PECULIARITIES OF MICROSTRUCTURE
OF COPPER WIRE HEATED BY
ELECTRIC CURRENT AND OPEN
FLAME

Е.М. Гуліда, А.А. Ренкас
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ
НАГРІВАННЯ ПОВЕРХНІ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ
ПРИ ПОЖЕЖІ В ПРИМІЩЕННІ

61

E.M. Gulida, A.A. Rencas
DETERMINATION OF TEMPERATURE OF
HEATING OF SURFACE OF REINFORCED-
CONCRETE CONSTRUCTIONS AT FIRE IN
APARTMENT

**Ю. В. Гуцуляк, В.В. Артеменко,
С. Я. Вовк, О.М. Коваль**
ДО ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ
ВОГНЕСТІЙКОСТІ МЕТАЛЕВИХ
НЕЗАХИЩЕНИХ КОЛОН З
УРАХУВАННЯМ ЗМІНИ
МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МЕТАЛУ ПРИ НАГРІВАННІ

70

**Yu. V. Hutsulyak, V.V. Artemenko,
S.Y. Vovk, O.M. Koval**
DETERMINING UNPROTECTED METAL
COLUMN FIRE RESISTANCE LIMIT
WITH CONSIDERING CHANGES OF
MECHANICAL METAL PROPERTIES
UNDER HEATING

**С.О. Смельяненко, А.Д. Кузык,
О.О. Карабин, Т. Є. Рак**
УДОСКОНАЛЕННЯ
ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ
ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

75

**S.O. Emelianenko, A.D. Kuzyk,
O.O. Karabyn, T.Ye. Rak**
IMPROVEMENT OF FIRE PROTECTION
DWELLING HOUSE

С.В. Жартовський
СУЧАСНІ ЗАСОБИ АКТИВНОГО І
ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ
КУЛЬТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

81

S.V. Zhartovskiy
MODERN EQUIPMENTS OF ACTIVE
AND PASSIVE FIRE-PREVENTION
DEFENCE FOR RELIGIOUS OBJECTS

В.І. Желяк, А.Я. Регуш, О.В. Лазаренко
ВРАХУВАННЯ АНОМАЛІЙ В'ЯЗКОСТІ
РІДИН ПРИ РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ
АВАРІЙНОГО ЗЛИВУ

87

V.I. Zhelyak, A.Yu. Regush, A.V. Lazarenko
TAKING INTO ACCOUNT ANOMALIES
OF LIQUID VISCOSITY DURING
CALCULATION OF EMERGENCY
DUMPING SYSTEMS

**Л.А. Кавецький, О.В. Меньшикова,
Л.Ф. Дзюба**
ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ РЯТУВАЛЬНОГО
ПРИСТРОЮ З ПОТЕРПІЛИМ ПО
ПОХИЛІЙ ПЕРЕПРАВІ

94

**L.A. Kavetskiy, O.V. Menshykova,
L.F. Dzyuba**
RESEARCH OF RESCUE DEVICE
MOTION WITH A CASUALTY
ON THE INCLINED CROSSING

**В.Д. Калугін, В.В. Коврегін, В.В. Тютюнник,
Л.Ф. Чорногор, Р.І. Шевченко**
ОЦІНКА РІВНЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ
ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ
АНАЛІЗУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
СТАНУ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

99

**V.D. Kalugin, V.V. Kovregin, V.V. Tyutyunik,
L.F. Chornogor, R.I. Shevchenko**
ASSESSMENT OF FIRE DANGER LEVEL
OF UKRAINE ON THE BASIS OF
ANALYSIS OF POWER INDICATORS OF
CONDITION ACTIVITY

**В.В. Ковалишин, А.В. Антонов,
І.М. Зінченко, С.І. Гончаренко**
МОДЕЛЮВАННЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В
ЗАКРИТИХ ОБ'ЄМАХ
ІНГІБІТОРАМИ ГОРІННЯ

113

**V.V. Kovalyshyn, A.V. Antonov,
I.M. Zinchenko, S.I. Honcharenko**
SIMULATION OF FIRE EXTINGUISHING
IN CLOSED CAPACITIES BY
COMBUSTION INHIBITORS

О.М. Коваль
ПРОЦЕС РОЗВИТКУ ТА ПОШИРЕННЯ
ПОЖЕЖИ В ПРИМІЩЕННЯХ
БУДІВЕЛЬ ДЕРЕВООБРОБНИХ
ПІДПРИЄМСТВ

121

O.M. Koval
A PROCESS OF FIRE DEVELOPMENT
AND DISTRIBUTION INSIDE THE
BUILDINGS OF WOODWORKING
ENTERPRISES

В.М. Ковальчук, В.Б. Лоїк
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ, АВАРІЙНО-
РЯТУВАЛЬНІ РОБОТИ ПРИ
ПЕРЕВЕЗЕННІ ПОЖЕЖО-
ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН
АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

128

V.M. Kovalchuk, V. B. Loik
INFORMATION COMMUNICATION
TECHNOLOGIES, RESCUE
OPERATIONS DURING
TRANSPORTATION OF EXPLOSIVE
SUBSTANCES BY MOTOR TRANSPORT

*В.В. Корнійчук, Ю.І. Грицюк,
Т.Г. Бережанський*
КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБЛЕННЯ
АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА
ЗЕРНОВИХ ЕЛЕВАТОРАХ

135

*V.V. Korniychuk, Yu.I. Hritsyuk,
T.G. Berezhanskiy*
CONCEPTION OF ELABORATION OF
AUTOMATED DECISION SUPPORT
SYSTEM FOR EXTINGUISHING FIRES
ON GRAIN ELEVATORS

П.Г. Круковський, І.В. Чала
АНАЛІЗ ТЕПЛООВОГО СТАНУ
МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ НАВИСУ
НАД ТРИБУНАМИ НСК
«ОЛІМПІЙСЬКИЙ» ДЛЯ
ОЦІНЮВАННЯ ЇХ ВОГНЕСТІЙКОСТІ В
УМОВАХ РЕАЛЬНИХ ПОЖЕЖ

140

P.G. Krukovsky, I.V. Chala
ANALYSIS OF CANOPY STEEL
STRUCTURES THERMAL STATE OVER
THE STADIUM NSC "OLYMPIC"
UNDER REAL FIRE CONDITIONS

В.Й. Кузиляк, М.З. Пелешко
УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ
СУЧАСНОГО ПРОМИСЛОВО-
НЕБЕЗПЕЧНОГО ОБ'ЄКТА ТА
КОМПЕТЕНТНІСТЬ ДИСПЕТЧЕРА В
УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

148

V.J. Kuzilyak, M.Z. Peleshko
SAFETY MANAGEMENT OF MODERN
INDUSTRIAL HAZARDOUS OBJECT
AND DISPATCHER'S COMPETENCE IN
TERMS OF UNCERTAINTY

А.П. Кушнір, Б.Л. Копчак, І.П. Кравець
СИНТЕЗ БЛОКА НЕЧІТКОЇ КОРЕКЦІЇ
ДЛЯ ДИМОВО-ТЕПЛООВОГО
ПОЖЕЖНОГО СПОВІЩУВАЧА

155

A. Kushnir, B. Kopchak, I. Kravets
SYNTHESIS OF FUZZY CORRECTION
BLOCK FOR SMOKE-HEAT DETECTOR

О.І. Лавренюк
ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ
НАПОВНЮВАЧІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ
ГОРЮЧОСТІ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ

163

O.I. Lavrenyuk
APPLICATION OF MINERAL FILLERS
TO DECREASE COMBUSTIBILITY OF
EPOXY POLYMERS

*А.С. Лин, А.А. Мичко, Б.В. Штайн,
А.М. Бормецький*
ОБГРУНТУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ
КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ
ПІДКОСТЮМНОГО ПРОСТОРУ
НА МАНЕКЕНІ

167

*A.S. Lyn, A.A. Mychko, B.V. Shtain,
A.M. Bormetsky*
JUSTIFICATION OF CHECKPOINTS'
LOCATION FOR DETERMINING
UNDER SUIT SPACE TEMPERATURE
ON A DUMMY

В.М. Лобойченко
ЕКСПРЕСС-ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ
В УСТАНОВКАХ ПОЖАРОТУШЕНИЯ
ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЭЛЕКТРО-
ПРОВОДНОСТИ

173

V.M. Loboychenko
EXPRESS-ASSESSMENT OF WATER
QUALITY IN FIRE EXTINGUISHING
SYSTEMS BY ELECTRICAL
CONDUCTIVITY

В.І. Луц
ПОЛІГОН ДЛЯ ПІДГОТОВКИ
ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ ДО
ВЕДЕННЯ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ У
ВАЖКИХ УМОВАХ

177

V. I. Lusch
POLYGON FOR TRAINING GAS AND
SMOKE FIGHTERS TO OPERATE IN
DIFFICULT CONDITIONS

**Б. М. Михалічко, О. М. Шербина,
Н. М. Годованець, В. Л. Петровський**
МЕТОДИКА
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО
ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ
ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ
МІНЕРАЛЬНИХ СОЛЕЙ

183

**B. M. Mykhalitchko, O. N. Shcherbina,
N. N. Godovanets, V. L. Petrovskii**
EXPERIMENTAL DETERMINATION
TECHNIQUE OF EXTINGUISHING
EFFICIENCY OF AQUEOUS
SOLUTIONS OF MINERAL SALTS

І.О. Мовчан, М.І. Васильєв, Е.М. Гуліда,
ОПТИМІЗАЦІЙНА МОДЕЛЬ
ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ
МІСТА ДЛЯ ДОПУСТИМОГО
ЗНАЧЕННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ

188

I.O. Movchan, M.I. Vasiljev, E.M. Hulida
OPTIMIZATION MODEL OF FIRE
PROTECTION OF CITY FOR
LEGITIMATE VALUE OF FIRE RISK

І. М. Ольховий, Х. І. Ліщинська
ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ
ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ
РЕЗЕРВУАРІВ, ОПЕРТИХ ПО
ТВІРНИХ І НАВАНТАЖЕНИХ
РІДИНОЮ І ГАЗОВИМ ТИСКОМ

194

I.M. Olkhovyy, Kh. I. Lishchynska
STRENGTH EXAMINATION OF
HORIZONTAL CYLINDRICAL TANKS,
LEANED LENGTHWISE OF
GENERATRICES AND LOADED WITH
FLUID AND GAS PRESSURE

**Я.І. Підгородецький, Є. В. Мартин,
М.І. Сичевський**
УЗГОДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ
ДВИГУНА І НАСОСА
ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

200

**Ya. I. Pidgorodetsky, Ye.V. Martyn,
M.I. Sychevskyy**
MATCHING OF WORKING
PARAMETERS OF FIRE TRUCK'S
ENGINE AND PUMP

В. В. Попович, В. М. Гвоздь
ПРОДУКТИ ГОРІННЯ СМІТТЯ ІЗ
ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ
ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

209

V. V. Popovych, V. N. Gvozd'
GARBAGE COMBUSTION PRODUCTS
WITH INCREASED CONTENT OF
POLYMER MATERIALS

**С.В. Семичаєвський, Д.В. Мартюк,
О.В. Міллер, Ю.Є. Шелюх**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ
ПОЖЕЖНОГО НАВАНТАЖЕННЯ
МАШИННИХ ЗАЛІВ АТОМНИХ І
ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

215

**S.V. Semichaevskyy, D. V. Martiuk,
O. V. Miller, Yu.Ye. Shelyukh**
RESEARCH OF FIRE LOAD
PARAMETERS OF ENGINE ROOMS OF
NUCLEAR AND HEAT POWER PLANTS

**Р.С. Яковчук, Р.В. Пархоменко,
М.М. Гивлюд, Н.П. Сташко**
ВОГНЕЗАХИСНА ЗДАТНІСТЬ
НАПОВНЕНИХ СИЛІЦІЙОРГАНІЧНИХ
ПОКРИТТІВ ДЛЯ БЕТОНУ

222

**R.S. Yakovchuk, R.V. Parkhomenko,
M.M. Hyvlyud, N.P. Stashko**
FIRE RESISTANT ABILITY OF FILLED
SILICONE ORGANIC COATINGS FOR
CONCRETE

*Б.В. Болібрux, канд. техн. наук, доцент, Б.В. Штайн, канд. техн. наук,
Р.Я. Лозинський, канд. техн. наук, доцент, Лин А.С., канд. техн. наук, А.О. Висюряк
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ ПІДКОСТЮМНОГО ПРОСТОРУ ТЕПЛОЗАХИСНОГО ОДЯГУ ПОЖЕЖНИКА ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Викладено результати експериментальних досліджень з визначення показників температурних режимів підкостюмного простору при дії підвищеної температури. На основі проведених стандартних експериментальних досліджень в мобільному тренажері «Егерія-2000» із застосуванням манекена у теплозахисному одязі, обґрунтовано та визначено найбільш ефективне розміщення приладу контролю температурних режимів підкостюмного простору.

Ключові слова: підкостюмний простір, теплозахисний одяг, підвищена температура.

Постановка проблеми. Майже щоденно виликають ситуації на пожежах у яких пожежники можуть отримати травми, а іноді і загинути. Основним фактором, який призводить до травматизму та летальних випадків під час пожежогасіння, є дія продуктів згорання, інтенсивного теплового випромінювання та підвищеної температури. В результаті аналізу літературних джерел виявлено тенденцію до збільшення випадків травмування серед особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час виконання оперативно-рятувальних робіт. Проведеним аналізом встановлено що теплозахисний одяг пожежника (ТЗОП), який використовується підрозділами ДСНС України, а саме 60% є застарілим і не має відповідних сертифікатів відповідності, інші 40% мають ряд недоліків як конструктивних, так і захисних. Ці дані свідчать, що одяг, який використовується підрозділами ДСНС України, не здатний повною мірою захищати користувачів від небезпечних факторів пожежі, а це, своєю чергою, знижує тактичні можливості підрозділів, призводить до погіршення їхнього здоров'я. Тому питання захисту пожежників під час пожежогасіння та пожежно-рятувальних робіт від дії теплового випромінювання та підвищених температур завжди залишатиметься актуальним.

Метою роботи є удосконалення системи контролю захищеності особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час пожежогасіння та пожежно-рятувальних робіт шляхом визначення безпечного часу експлуатації ТЗОП в умовах дії НТФП залежно від температурних режимів підкостюмного простору за допомогою сучасного симуляційного тренажера з комп'ютерним керуванням.

Виклад основного матеріалу. Для проведення досліджень було використано теплозахисний одяг USP 2-2, для розробки практичних рекомендацій, щодо роботи в умовах дії небезпечних температурних факторів пожежі (НТФП). Теплозахисний одяг обраного підрозділу є продукцією польської фірми GO WEST, модель одягу USP 2-2 [1].

Ця модель одягу є сертифікованою на теренах Республіки Польща [2], відповідає вимогам [3,4]. Структура теплозахисного одягу пожежника складається з такого пакета матеріалів [3]:

- матеріал верху бавовна D-10/2/150NT з поверхневою масою $278 \pm 14 \text{ г/м}^2$;
- вологотривкий матеріал поліестер-поліуретанова Amitech Breath T054 з поверхневою масою 160 г/м^2 ;
- термоізоляційний матеріал PD 2/150N (волокна поліестеру 157-0120-300-00 з підвищеною бавовняно-поліестеровою арт. PD 150N) з поверхневою масою $530 \pm 22 \text{ г/м}^2$.

Для захисту голови використовувалась каска пожежна виробництва фірми Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego w Kaliszu sp. z o.o., типу ZS-09, котра відповідає вимогам [5], а також підкашник звичайний.

Математична обробка результатів експерименту проводилася згідно з [6,7] і ГОСТ 11.002-73, ГОСТ 11.004-74 і ГОСТ 8.207-76, допустимі інтервали шуканої величини визначались з наперед заданою вірогідністю (надійністю) – p .

Випробувальні зразки при дії на них різних факторів (температури, вологи і інших) визначали при їх кількості $5 \leq n \leq 10$ від величини x , яку визначаємо. Для оцінки основних статичних характеристик використано розподіл Стьюдента (В.С. Госсета).

Для проведення експерименту обрано мобільний тренажерний комплекс «Егерія» (рис. 1).



Рис. 1. Мобільний тренажер «Егерія» Mobile Fire Trainer ML2000

Мобільний тренажерний комплекс Mobile Fire Trainer ML2000 дає можливість отримати реальні умови пожеж в закритому приміщенні [8]. Для моделювання умов реальної пожежі використовується 95% газ пропан (C_3H_8). Усі НТФП такі, як розмір пожежі, поведінка полум'я, температура, інтенсивність освітлення, інтенсивність задимлення, відповідають реальним умовам, що виникають в процесі пожежі. Це дає змогу реалізувати проведення експерименту із стабільними показниками НТФП, а також досліджень впливу небезпечних температурних факторів пожежі на сучасні зразки теплозахисного одягу та спорядження.

Задимлення утворюється шляхом продукування диму, що дає можливість доведення видимості до нульового рівня. Система безпеки тренажера постійно проводить вимірювання усіх параметрів роботи тренажера, а також умов котрі моделюються.

При проведенні експерименту імітували горіння в декові та вивчали залежність між впливом НТФП та температурними режимами підкостюмного простору манекена пожежника в теплозахисному одязі (ТЗОП). Дані, що характеризують відстані розміщення манекена та джерела горіння, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Геометричні характеристики об'єктів експерименту

Показники	Лінійні розміри, мм
Геометричні параметри	1700x800x600
Відстань від центра дека до центра манекена	2000
Висота приміщення	2000
Висота манекена	1800

Для вимірювання температур в підкостюмному просторі використовувались термопары, котрі були розміщені таким чином: 1 – на грудях (зовні); 2 – під каскою; 3 – на грудях (в підкостюмному просторі між манекеном та ТЗОП); 4 – на спині (в підкостюмному просторі між манекеном та ТЗОП).

Під час визначення температурних режимів підкостюмного простору ТЗОП не враховувалась температура в просторі під каскою. Це пов'язано з тим, що вплив температури під каскою на кору головного мозку є дуже суттєвим і ці вимоги регламентуються іншими керівними документами. Зміна температури кори головного мозку призводить до незворотних процесів і має вивчатись окремо. Вимірювання температур здійснювалось за таких умов в камері тренажера:

- температура джерела $T_{дж} = 586 - 604^{\circ}\text{C}$;
- температура під стелею $T_{ст} = 180 - 425^{\circ}\text{C}$;
- температура на висоті 1 м $H_{1м} = 90^{\circ}\text{C}$;
- густина теплового потоку $q = 3,75 \text{ кВт/м}^2$.

Значення температури в приміщенні, за яких проводились випробування, обрані відповідно до [9], однак з метою перевірки ефективності захисту було проведено додаткове випробування при вищих показниках температури.

На зовнішній та внутрішній сторонах теплозахисного одягу встановлено термомпари. Термомпари вимірюють температуру в часі з періодичністю 1 с, їх значення відображаються на пульті керування тренажером, та за допомогою спеціального програмного забезпечення записуються на жорсткий диск ПК. При проведенні дослідів в камері створюються умови максимально наближені до реальних пожеж в закритому приміщенні.

В результаті проведеного експерименту було визначено залежність часу дії та температури. Отримані експериментальні результати зміни температури зовні та в підкостюмному просторі дають можливість визначити безпечний час експлуатації ТЗОП USP 2-2 в визначених умовах та визначити місця де температурні показники найвищі. За результатами експерименту побудовано графіки рис 2, 3, 4.

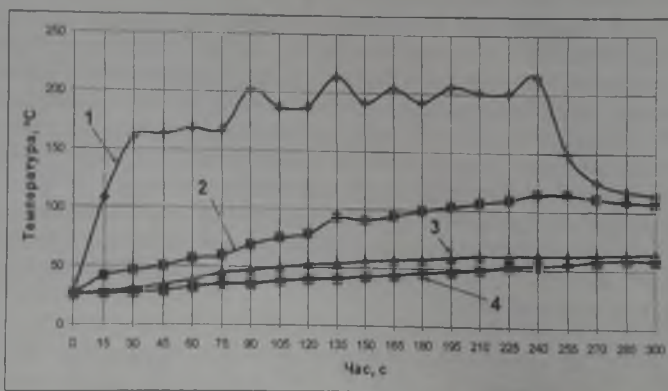


Рис. 2. Залежність зміни температури в часі під час проведення дослідів при середньоб'ємній температурі в камері 425°C : 1 – графік зміни температури на грудній клітці (зовні); 2 – графік зміни температури під каскою; 3 – графік зміни температури на грудній клітці (під ТЗОП); 4 – графік зміни температури на спині (під ТЗОП)

На рис. 2 зображено зміну температури в підкостюмному просторі, де граничний показник значення 50°C досягається на 105 с. Середньобємна температура в камері становила максимальний показник і обрана для проведення експерименту в нестандартних умовах.

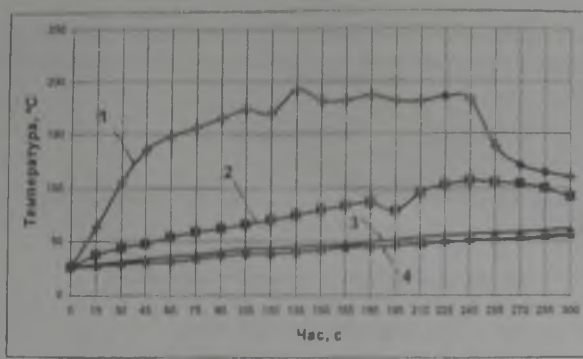
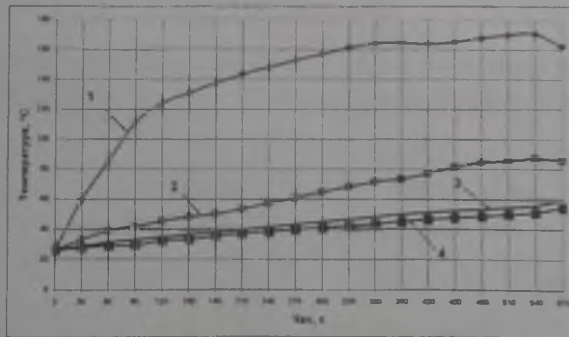


Рис. 3. Залежність зміни температури в часі під час проведення дослідів при середньо-об'ємній температурі в камері 300°C: 1 – графік зміни температури на грудній клітці (зовні); 2 – графік зміни температури під каскою; 3 – графік зміни температури на грудній клітці (під ТЗОП); 4 – графік зміни температури на спині (під ТЗОП)

На рис. 3 зображено зміну температури в підкостюмному просторі, де граничний показник значення 50°C, досягається на 185 с. Обраний температурний показник 300°C відповідає значенню випробовування пакета спеціальних матеріалів ТЗОП. Згідно з [4], пакет матеріалів при дії підвищеної температури 300°C має відповідати таким умовам: зразок матеріалу захисного одягу пожежника вважають таким, що витримав випробування, якщо відсутні спалахування, руйнування зовнішньої поверхні, порушення структури матеріалу та зміна його лінійних розмірів не перевищує 5% в будь-якому напрямку у продовж 300 с.

Результати стендових експериментів на комплекті ТЗОП показали, що вже на 300 с температура в підкостюмному просторі сягатиме 63°C де при використанні в експлуатаційних умовах пожежнику слід вживати заходів щодо зменшення теплового навантаження на його організм.



с)

Рис. 4. Залежність зміни температури в часі під час проведення дослідів при середньо-об'ємній температурі в камері 180°C: 1 – графік зміни температури на грудях (зовні); 2 – графік зміни температури під каскою; 3 – графік зміни температури на грудях (під ТЗОП); 4 – графік зміни температури на спині (під ТЗОП)

На рис. 4 зображено зміну температури в підкостюмному просторі, де граничний показник значення 50°C, досягається на 345 с.

Для визначення похибки результатів проведеного експерименту, було побудовано три графічних залежності безпечного часу експлуатації ТЗОП USP 2-2 від часу τ , математично оброблено результати з використанням трендових моделей та отримано емпіричні залежності (рис. 5, 6, 7).

За отриманими емпіричними залежностями визначасмо розрахункову температуру $T_{роз}$ і порівнюємо з результатами експерименту, визначивши при цьому відносну похибку:

$$\Delta = \frac{T_d - T_{роз}}{T_d} 100\% \leq 10\%, \quad (1)$$

де $T_{роз}$ – розрахункове значення за отриманою емпіричною залежністю;
 T_d – дійсне значення за результатами експерименту.

При середньооб'ємній температурі в камері 425 °С

$$T = 11,171 \tau^{0,3135} \quad R^2 = 0,9765$$

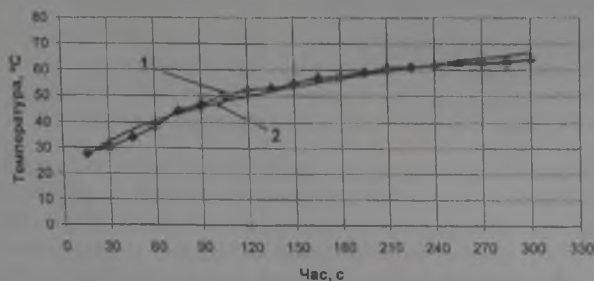


Рис. 5. Залежність зміни температури підкостюмного простору в області грудей (під ТЗОП) від температури навколишнього середовища: 1 – експериментальна; 2 – степенева

Для першого експерименту формула визначення розрахункового значення має вигляд:

$$T_i = 11,171 \cdot \tau_i^{0,3135} \quad (2)$$

Використовуючи емпіричну залежність визначасмо відносну похибку для трьох моментів часу при середньооб'ємній температурі в камері 425 °С на 30, 165, 300 с:

$$T_{11} = 11,171 \cdot 30^{0,3135} = 32,4, \quad (3)$$

$$T_{12} = 11,171 \cdot 165^{0,3135} = 55,4, \quad (4)$$

$$T_{13} = 11,171 \cdot 300^{0,3135} = 66,8. \quad (5)$$

Відносна похибка:

$$\Delta_{11} = \frac{30,3 - 32,4}{30,3} \cdot 100\% = 6,6\%, \quad (6)$$

$$\Delta_{12} = \frac{57,0 - 55,4}{57,0} \cdot 100\% = 2,9\%, \quad (7)$$

$$\Delta_{13} = \frac{64,3 - 66,8}{26} \cdot 100\% = 3,7\%. \quad (8)$$

Враховуючи отримані результати, отримасмо середнє значення похибки:

$$\Delta_{cl} = \frac{6,6 + 2,9 + 3,7}{3} = 4,4\%, \quad (9)$$

$$T = 12,316t^{0,2733} \quad R^2 = 0,9562$$

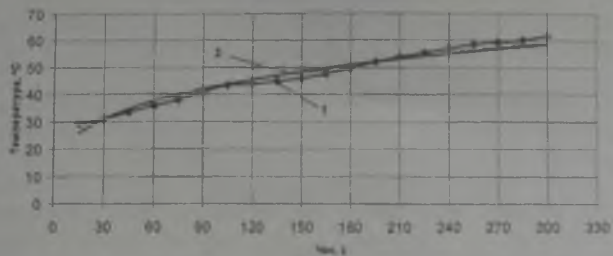


Рис. 6. Залежність зміни температури підкостюмного простору в області грудей (під ТЗОП) від температури навколишнього середовища: 1 – експериментальна; 2 – степенева

При середньооб'ємній температурі в камері 300 °С на 30, 165, 300 с:

$$T_{21} = 12,315 \cdot 30^{0,2733} = 31,2, \quad (10)$$

$$T_{22} = 12,315 \cdot 165^{0,2733} = 49,7, \quad (11)$$

$$T_{23} = 12,315 \cdot 300^{0,2733} = 58,5. \quad (12)$$

Відносна похибка:

$$\Delta_{21} = \frac{31,3 - 31,2}{31,3} \cdot 100\% = 0,3\%, \quad (13)$$

$$\Delta_{22} = \frac{47,5 - 49,7}{47,5} \cdot 100\% = 4,5\%, \quad (14)$$

$$\Delta_{23} = \frac{61,8 - 58,5}{61,8} \cdot 100\% = 5,6\%, \quad (15)$$

Враховуючи отримані результати, отримаємо середнє значення похибки:

$$\Delta_{21} = \frac{0,3 + 4,5 + 5,6}{3} = 3,5\%, \quad (16)$$

При середньооб'ємній температурі в камері 180 °С

$$T = 10,579t^{0,2574} \quad R^2 = 0,9383$$

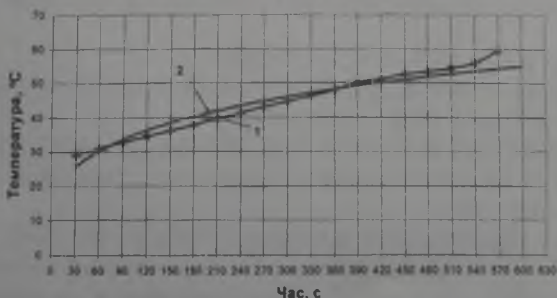


Рис. 7. Залежність зміни температури підкостюмного простору в області грудей (під ТЗОП) від температури навколишнього середовища: 1 – експериментальна; 2 – степенева;

При середньооб'ємній температурі в камері 180 °С на 30, 300, 570 с, матимемо такі значення температури:

$$T_{31} = 10,579 \cdot 30^{0,2574} = 25,4 \quad (17)$$

$$T_{32} = 10,579 \cdot 300^{0,2574} = 45,9 \quad (18)$$

$$T_{33} = 10,579 \cdot 570^{0,2574} = 54,2 \quad (19)$$

Відносна похибка:

$$\Delta_{31} = \frac{28,8 - 25,4}{28,8} \cdot 100\% = 9,8\% \quad (20)$$

$$\Delta_{32} = \frac{44,5 - 45,9}{44,5} \cdot 100\% = 3,2\% \quad (21)$$

$$\Delta_{33} = \frac{59,5 - 54,2}{59,5} \cdot 100\% = 8,9\% \quad (22)$$

Враховуючи отримані результати, отримаємо середнє значення похибки:

$$\Delta_{ср} = \frac{9,8 + 3,2 + 8,9}{3} = 7,3\% \quad (23)$$

Враховуючи той факт, що середнє значення похибки не перевищує 10% можемо стверджувати, що рівень проведення експерименту є високий, а результати можуть бути використані для таких досліджень.

Висновки:

1. Результати стендових експериментальних досліджень в Mobile Fire Trainer ML2000 із застосуванням манекена захищеного теплозахисним одягом USP 2-2 показали, що найбільш ефективно розміщувати прилад контролю захищеності пожежників в підкостюмному просторі в районі грудей, оскільки температура в цьому місці є в середньому на 9% вищою від температури в інших місцях (температура під каскою не враховувалась).

2. В результаті проведених експериментальних досліджень (рис. 2, 3, 4) з визначення залежностей температурних режимів підкостюмного простору при дії температури 180°С встановлено, що безпечний час експлуатації теплозахисного одягу пожежника USP 2-2 становить 345 с, при дії 300°С – 185 с, а при дії 425 °С – 105 с.

Література:

1. Ł. Januszkiewicz "Zmodyfikowana antena tekstylna pracująca w paśmie 2.5 GHz", Krajowa Konferencja Radiokomunikacji, Radiofonii i Telewizji KKRRIiT 2009, Warszawa, 17 – 19 czerwca 2009.

2. Certyfikat oceny typu WE nr WE/S/1173/2008.

3. EN 469:2005. Protective clothing for firefighters. Performance requirements for protective clothing for firefighting. – 52 pp. – ISBN 0-580-47908-0.

4. ДСТУ 4366:2004 (ISO 11613:1999. NEQ; EN 469:1995. NEQ). Одяг пожежника захисний. Загальні технічні вимоги та методи випробовування; Чинний 01.07.05. – К.: Вид-во держспоживстандарт, 2004. – 34 с.

5. Перепечко І.І. Акустичні методи досліду полімерів. – М.: Хімія, 1973, 253 с.

6. EN 443:2008. Helmets for fire fighting in buildings and other structures. – 38 pp.

7. Кассандрова О.Н. , Лсбедєв В.В. Обробка результатів спостережень. – М.: Наука, 1970, 103 с.

8. <http://www.kiddefit.com>.

9. http://www.egeria-group.com/lang/pl/page/trena/view/ml_2000/.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ПОДКОСТЮМНОГО
ПРОСТРАНСТВА ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ ВО ВРЕМЯ
ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

В статье изложены результаты экспериментальных исследований по определению зависимостей температурных режимов подкостюмного пространства при воздействии повышенной температуры. На основе проведенных стендовых экспериментальных исследований и мобильном тренажере «Эгерия-2000» с применением манекена у теплозащитной одежде, обосновано и определено наиболее эффективное размещение прибора контроля температурных режимов подкостюмного пространства.

Ключевые слова: подкостюмное пространство, теплозащитная одежда, повышенная температура.

B.V. Bolibruch, B.V. Stayn, R.Ya. Lozynskyy, A.S. Lyn, A.O. Vasyutyak

**DETERMINATION OF UNDERSUIT SPACE TEMPERATURE REGIMES OF HEAT
RESISTANT CLOTHING OF A FIREFIGHTER WHILE FIGHTING FIRES
IN ENCLOSURES**

The paper presents the results of experimental studies to determine the dependence of temperature regimes of undersuit space under the action of high temperature. On the basis of the bench experimental research in mobile simulator Eheriya-2000 using a mannequin in heat-resistant clothing, the most efficient placement of undersuit space temperature control device was grounded and determined.

Key words: undersuit space, heat-resistant clothing, high temperature.

