



Міністерство надзвичайних ситуацій України

Академія пожежної безпеки  
імені Героїв Чорнобиля

*№10'2012*

***ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА:  
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА***

---

*Збірник наукових праць*

**П 46 Пожежна безпека: теорія і практика : збірник наукових праць. –  
Черкаси : АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2012. – №10. – 121 с.**

**Редакційна колегія:**

к.психол.н., професор *Кришталь М.А.* – головний редактор  
к.пед.н., доцент *Капля А.М.* – заступник головного редактора  
д.ф.-м.н., професор *Акіншин В.Д.* – науковий редактор  
д.т.н., професор *Осипенко В.І.* – заступник наукового редактора  
к.т.н., доцент *Поздєєв С.В.* – заступник наукового редактора  
к.т.н. *Качкар Є.В.* – відповідальний секретар  
д.т.н., професор *Ващенко В.А.*  
д.психол.н, професор *Грибенюк Г.С.*  
д.т.н., професор *Жартовський В.М.*  
д.т.н., професор *Круковський П.Г.*  
д.військ.н., професор *Мосов С.П.*  
д.психол.н, професор *Охременко О.Р.*  
к.психол.н., доцент *Бут В.П.*  
к.т.н., доцент *Григор'ян Б.Б.*  
к.т.н, доцент *Баракін О.Г.*  
к.психол.н., доцент *Вареник В.В.*  
к.психол.н., доцент *Теслюк П.В.*  
к.т.н., доцент *Зайка П.І.*  
к.т.н., доцент *Левченко А.Д.*  
к.т.н., доцент *Стась С.В.*  
к.т.н., доцент *Тищенко О.М.*  
к.т.н., доцент *Цвіркун С.В.*  
к.т.н., доцент *Кириченко О.В.*  
к.ф.-м.н., доцент *Виноградов А.Г.*  
к.т.н., доцент *Маладика І.Г.*

**Рекомендовано до видання  
Вченою радою Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
(Протокол № 3 від 08.02.2012 р.)**

**Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
Серія КВ № 17574-6424 ПР, видане Міністерством юстиції України 21.03.11 р.**

**Включено ВАК 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)**

За точність наведених фактів, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів.  
При передрукуванні посилання на збірник «Пожежна безпека: теорія і практика» обов'язкове.

## ЗМІСТ

<i>Алексєєв А.Г., Левченко А.Д., Левченко Д.Є., Землянський О.М., Кришталь В.М.</i> Визначення присутності фосфорорганічних сполук в польових умовах з допомогою модернізованого приладу ГСА-12 .....	4
<i>Алексєєва О.С., Нікітіна Т.В., Наконечний В.В., Алексєєв А.Г., Куценко М.А.</i> Систематизація та порівняльний аналіз методик прогнозування наслідків аварій на хімічно-небезпечних об'єктах .....	11
<i>Березовський А. І., Маладика І. Г., Зайвий В. В., Скрипинець А. В., Попов Ю. В.</i> Дослідження динамічних механічних і вібропоглинаючих властивостей епоксиуретанових складів для вогневіброзахисту металевих виробів .....	18
<i>Виноградов А.Г.</i> Расчет коэффициента пропускания теплового излучения для сферических капель воды .....	28
<i>Горбаченко Ю.М., Чубань В.С.</i> Чинники оптимізації законності та службової дисципліни працівників МНС України .....	37
<i>Дзюба Л.Ф., Кавецький Л.А.</i> Організація спуску потерпілих із багатоповерхової будівлі за допомогою верхолазного спорядження .....	42
<i>Жирякова И.А., Одокиенко С.Н.</i> Концепция разработки системы поддержки принятия решений по оценке техногенной безопасности .....	48
<i>Качкар Е.В., Биченко С.М., Грицина І.М., Компанієць Л.В.</i> Вплив вибору теплоізоляційного матеріалу на показники пожежної небезпеки сендвич-панелей .....	54
<i>Кириченко О. В.</i> Високотемпературне окислення цирконію в продуктах розкладання нітратовмісних окислювачів та органічних речовин піротехнічних сумішей при зовнішньому нагріві .....	59
<i>Ковалев А.И., Круковский П.Г., Абрамов А.А.</i> Анализ влияния ошибок измерения температур на погрешность определения теплофизических и огнезащитных характеристик покрытий железобетонных перекрытий .....	66
<i>Кришталь Т.М., Щерба Т.О.</i> Реформування порядку надання платних послуг органами та підрозділами МНС України .....	73
<i>Кукуєва В.В., Водяницький О.О.</i> Квантово-хімічне дослідження рухливості галоген-радикалів, іммобілізованих на поверхні кремнезему .....	79
<i>Смірнова О.М., Омельченко М.І.</i> Психологізація навчально-професійної підготовки в освітніх закладах МНС України .....	88
<i>Тищенко О.М., Дендаренко Ю.Ю., Блащук О.Д., Гвоздь В.М.</i> До питання щодо захисту від термічного впливу резервуарів зі зрідженим вуглеводневим газом під час пожеж .....	98
Анотації/abstracts .....	103
Автори (алфавітний показчик) .....	110
Вимоги до оформлення статей .....	111



УДК 614.841.414

А.Г. Алексєєв, к. х. н., А.Д. Левченко, к. т. н., доц.,  
Д.С. Левченко, О.М. Землянський, В.М. Кришталь,  
Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля

## ВИЗНАЧЕННЯ ПРИСУТНОСТІ ФОСФОРОРГАНІЧНИХ СПОЛУК В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ З ДОПОМОГОЮ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИЛАДУ ГСА-12

Розроблений алгоритм роботи стрічкового газоаналізатора для визначення присутності фосфорорганічних речовин в польових умовах.

**Ключові слова:** фосфорорганічні сполуки, холінестеразна реакція, фотометрування.

**Постановка проблеми.** Сьогодні отрутохімікати в значних кількостях використовуються в сільському господарстві, як ефективний засіб боротьби із шкідниками та хворобами рослинності, а також як засіб знищення переносників цих хвороб. Деякі хімічні речовини цього класу використовуються, як стимулятори росту.

На превеликий жаль більшість отрутохімікатів знаходяться в хаотичному безгосподарному зберіганні, внаслідок чого визначити їх належність до одного з класів небезпеки в більшості випадків неможливо.

Один з класів отрутохімікатів – це фосфорорганічні сполуки (ФОС), до яких відносяться: антю (ГДК<sub>пов.</sub> - 0,5 ), бензофосфат (0,5 ), базудін (0,2 ) бутифос (0,2 ), ДДВФ(0,2 ), киловаль (0,1 ), карбофос (0,5 ), метілмеркаптофос-3 (0,1 ), метафос (0,3 ), метілнітрофос (0,1), фталофос (0,1 ), фозалон (0,5 ), фенталтон (0,2 ), хлорофос (0,5 ) та багато інших.

Зазначені отрутохімікати, класу ФОС, є токсичними для людей та тварин. Джерелом отруєння можуть бути як самі отрутохімікати так і об'єкти зовнішнього середовища, рослини, харчові продукти (молоко, м'ясо тощо).

ФОС є сильними інгібіторами холінестерази, при цьому холінестераза нервових клітин втрачає ацетилхолін. І як наслідок відбувається блокування проходження первинних імпульсів і настає параліч.

При отруєння ФОС у людини з'являється головний біль, головокружіння, почуття тривоги, страху, судоми і при великих дозах летальний кінець. Тому, як правило, ФОС відносять до I та II класу небезпеки[4,5].

В окремих випадках при отруєнні декількома отрутохімікатами негативна дія їх в значній мірі посилюється.

Враховуючи вище зазначене актуальним є питання оперативного контролю наявності і вмісту ФОС в об'єктах навколишнього середовища.

В лабораторних умовах виявлення ФОС проводиться декількома методами[2]:

1. мінералізація ФОС з оксидом кальцію;
2. виявлення фосфат-іонів в мінералізаторах;
3. виявлення фосфору по Вельху та Весту;
4. холінестеразна проба;
5. фотоколориметричним методом, тощо.

Для втілення зазначених методів необхідне лабораторне обладнання та багато часу. При екстремальних польових умовах визначити ФОС, як вражаючий фактор для людини практично неможливо. Залишається лише забезпечити своєчасну лікарську допомогу та ефективне лікування, а це як правило сільська місцевість.

Надзвичайно отруйні речовини розроблені для військових дій і перебувають на озброєнні в армії — бойові отруйні речовини (БОР) нервово-паралітичної дії: Vx, зарин, зоман, табун. За хімічним складом – це також ФОС.

Для виявлення зазначених речовин використовується холінестеразна реакція, яка виконується пересувним військовими лабораторіями АЛ-4(АЛ-5), а також приладами класу ГСА-12(ГСА-13, ГСА-12КМ).

Прилад ГСА-12, по принципу роботи, відноситься до стрічкових оптико-електронних фотокolorиметричних газоаналізаторів. Під час просмокування забрудненого повітря ФОС (БОР) на бавовняно-паперовій стрічці імпрегнованій селікогелем сорбуються отруйні речовини. Далі зазначена ділянка стрічки обробляється розчином холінестерази №1 і проходить витримку часу. З а цей час проходить біохімічна реакція ФОС з ферментом холінестеразою – інкубаційний період.

Після витримки часу реакційна ділянка змочується розчином №2 (комбінований індикатор) – проходить біокаталітична реакція, яка характеризується зміною оптичної щільності (обезбарвлення). Швидкість обезбарвлення характеризує присутність ФОС (БОР). Чим більша концентрація БОР – тим повільніше буде проходити біокаталітична реакція. Після закінчення визначеного часу проходить фотометрування – визначається рівень забруднення ФОС повітря. Прилад працює в автоматичному режимі. Одна зарядка приладу (стрічка, реактив №1, реактив №2 та ін.), забезпечує роботу приладу на протязі 48 годин. Кінематична схема приладу забезпечується автоматично механіко-електричним шляхом.



Рис.1. Прилад ГСА-12

Прилад ГСА-12 працює згідно наведеної циклограми.

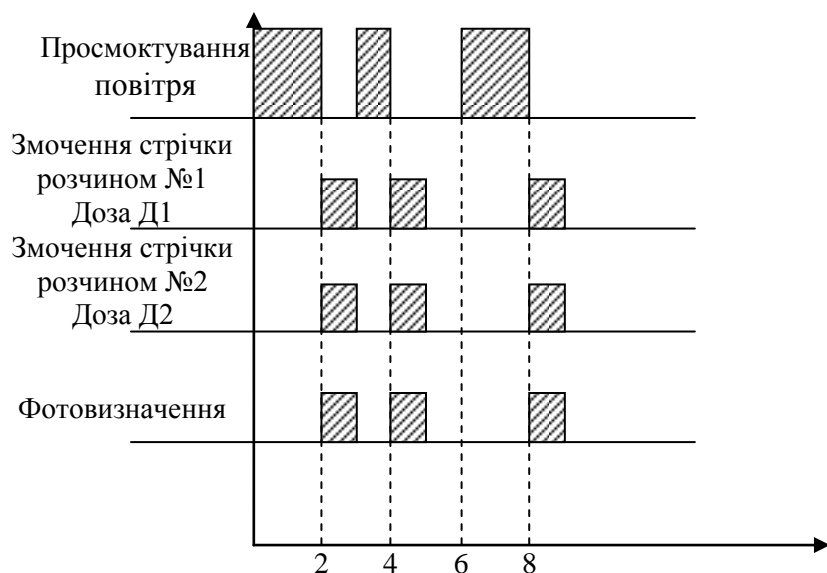


Рис.2. Циклограма роботи приладу ГСА-12

З появою отруйної ФОС в повітрі, концентрація яких перевищує поріг спрацювання, прилад видає сигнал (звуковий, світловий) про присутність БОР. Термін циклу виміру 2 хв.

**Мета роботи.** Визначити можливість використання приладу ГСА-12 для виявлення присутності ФОС (сільськогосподарського призначення) та при необхідності відпрацювати алгоритм його роботи.

**Основна частина.** Оскільки фосфорорганічні пестициди мають токсичність значно меншу ніж БОР тому існуючий прилад ГСА-12 необхідно модернізувати з метою підвищення його чутливості. Для виконання зазначеної роботи створена експериментальна установка

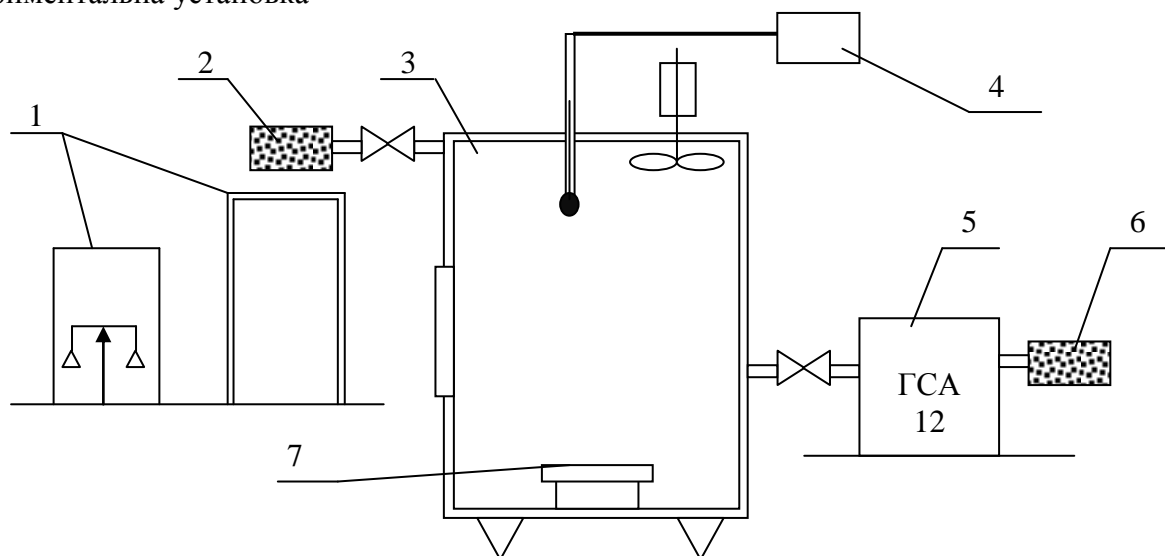


Рис.3. Схема експериментальної установки.

До складу експериментальної установки входять:

1. Лабораторне обладнання для створення каліброваної проби ФОС (терези, контейнери, реактиви тощо);
2. Фільтр очистки повітря, яке поступає у камеру-токсичності;
3. Камера-термостат обладнана вентилятором, термометрами та ін.
4. Автоматичний регулятор температури.

5. Модернізований регулятор температури.
6. Фільтр очистки повітря після приладу;
7. Підігрівний пристрій.

Експериментальним шляхом змінюються параметри роботи приладу ГСА-12:

- Час просмоктування забрудненого повітря із 2 хв до 6 хв. Тим самим збільшений об'єм просмоктуваного повітря в 3 рази.
- Змінена робота дозаторів Д<sub>1</sub> і Д<sub>2</sub> в напрямку збільшення дози реагентів;
- Змінені концентрації реагентів №1 та №2.
- Підібрані кольорові світлофільтри для відповідних ФОС.

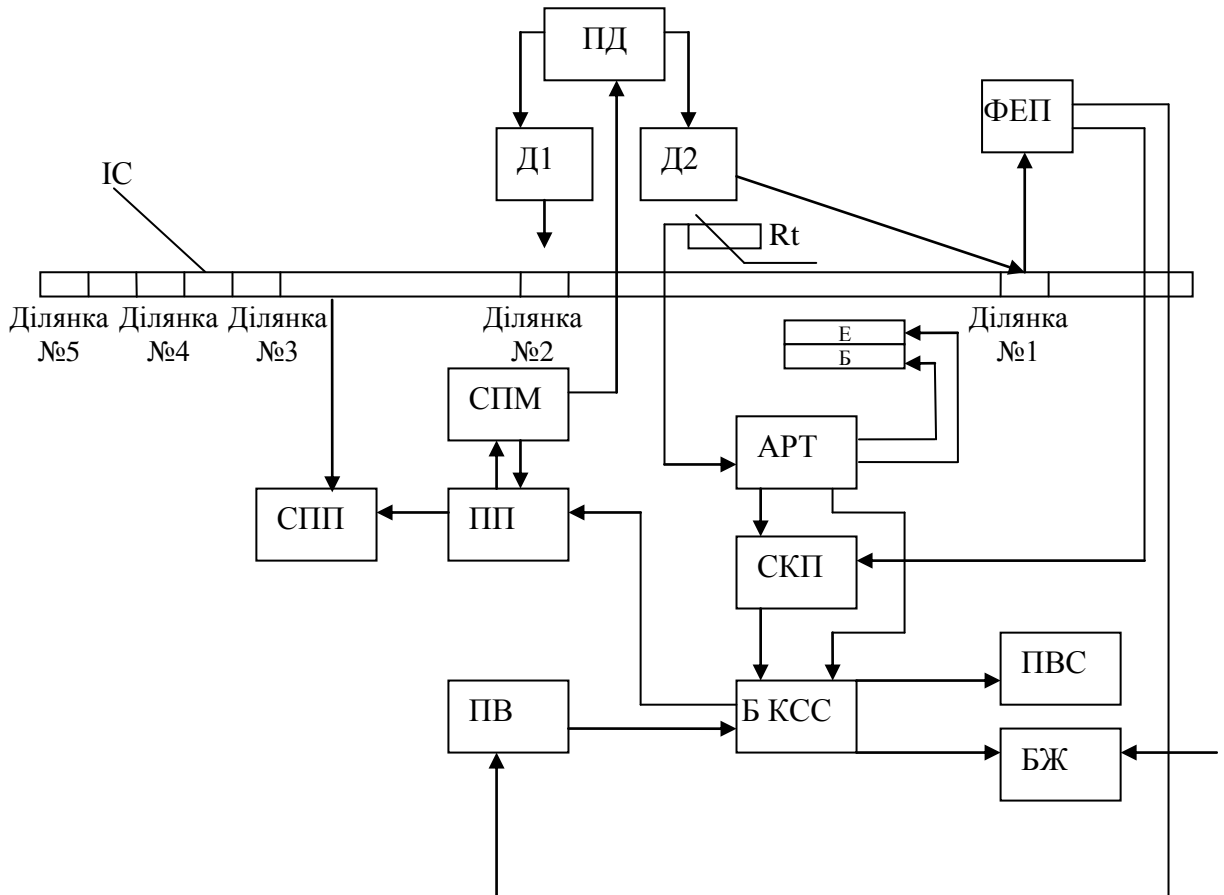


Рис.4. Структурна схема приладу ГСА-12 МА.

Прилад складається із наступних функціональних груп і частин:

- системи просмоктування повітря (СПП);
- дозаторів (лівого Д<sub>1</sub> і правого Д<sub>2</sub>);
- стрічкопротяжного механізму (СПМ) з приводом дозаторів (ПД);
- фотоелектричного перетворювача (ФЕП);
- пристрою вимірювання (ПВ);
- програмного пристрою (ПП);
- блоку керування і світлової сигналізації (КСС);
- системи автоматичного регулювання температури (АРТ), що включає в себе датчик температури (Rt) і елементи нагріву (Е) і охолодження (Б);
- пульт виносної сигналізації (ПВС);
- блоку живлення (БЖ);
- система контролю працездатності пристрою (СКП)

В якості досліджуваної речовини вибрана найбільш розповсюджена речовина – метафос.



Метафос, О,О – диметіл-О-(4-нітрофеніл) тіфосфат – фосфорорганічна речовина, масляниста рідина. Синоніми – Вофатокс, диметилпаратино, дальф, нітросс, метицид, метіл-фалідол та ін..

ГДК<sub>роб.зони</sub> – 0,1 , ГДК<sub>атм</sub>-0,001, ГДК<sub>води</sub>-0,02, в харчових продуктах недопустимо. В організм людини потрапляють через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, слизисті оболонки очей, шкіру.

Міри запобігання отруєння: працювати в протигазі з коробкою марки А, комбінезон зі щільної тканини або костюм Л-1.

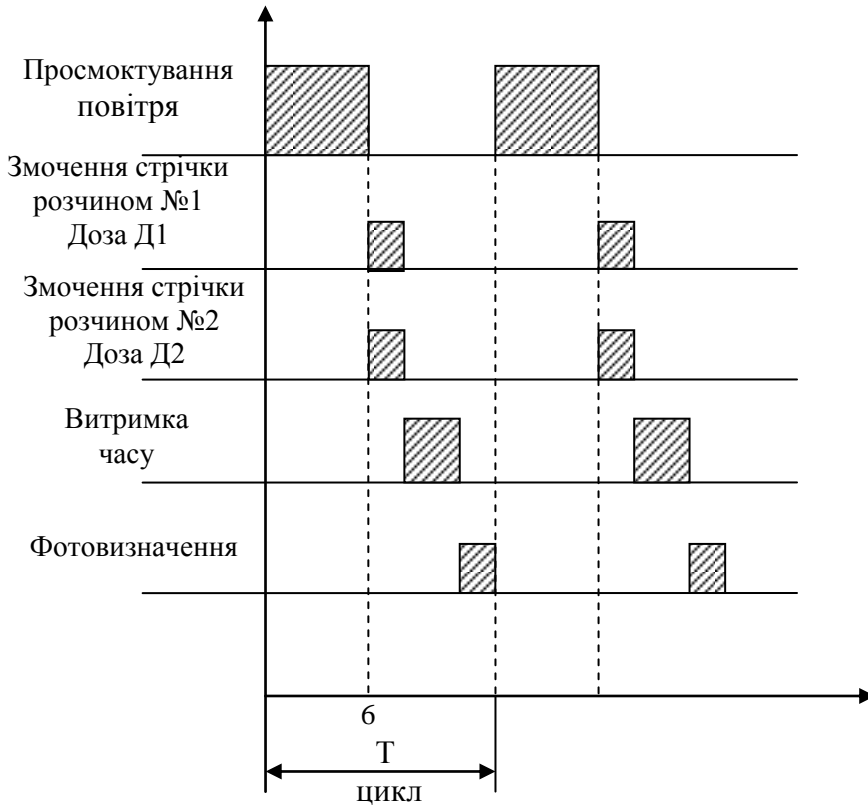


Рис.5. Циклограма роботи приладу ГСА-12МА.

Для зміни роботи приладу згідно наведеної циклограми виконані конструкторські роботи по зміні роботи механічного програмного механізму, а також дозуючих пристроїв, змінено електромеханічні параметри роботи приладу ГСА-12МА.

Експериментальні роботи проводилися наступним шляхом:

Ваговим методом в камері-термостаті створювали концентрацію метафосу. При цьому здійснювали інтенсивне перемішування повітря та стабілізацію температури в камері. Концентрація проби ФОС контролювалася аналітичним методом. Порогова концентрація метафосу була вибрана біля граничнодопустимої концентрації у повітрі робочої зони  $C=0,1$ .

Після визначення аналітичної концентрації проби вмикали в роботу прилад ГСА-12МА, знімали показники роботи приладу.

В таблиці і на графіку (рис.6.) наведені дані визначення концентрації метафосу аналітичним шляхом та модернізованим приладом ГСА-12МА.

Так, як прилад ГСА-12 видає лише сигнали безпеки, то в приладі ГСА-12МА підключений більш чутливий прилад М1105. Для зручності показники приладу 0,04-3 вольт, перераховані в концентрацію

Таблиця

Результати визначення концентрації метафосу аналітичним шляхом та модернізованим приладом ГСА-12МА

№ з/п	Аналітично визначене значення концентрації проби	Показання приладу мг/м <sup>3</sup>	Віднос на похибка
1	0,15	0,17	11,76%
2	0,15	0,175	14,29%
3	0,145	0,17	14,71%
4	0,145	0,17	14,71%
5	0,145	0,16	9,38%
6	0,14	0,15	6,67%
7	0,12	0,14	14,29%
8	0,11	0,13	15,38%
9	0,1	0,13	23,08%
10	0,1	0,13	23,08%

За отриманими даними з експерименту побудовано графік:

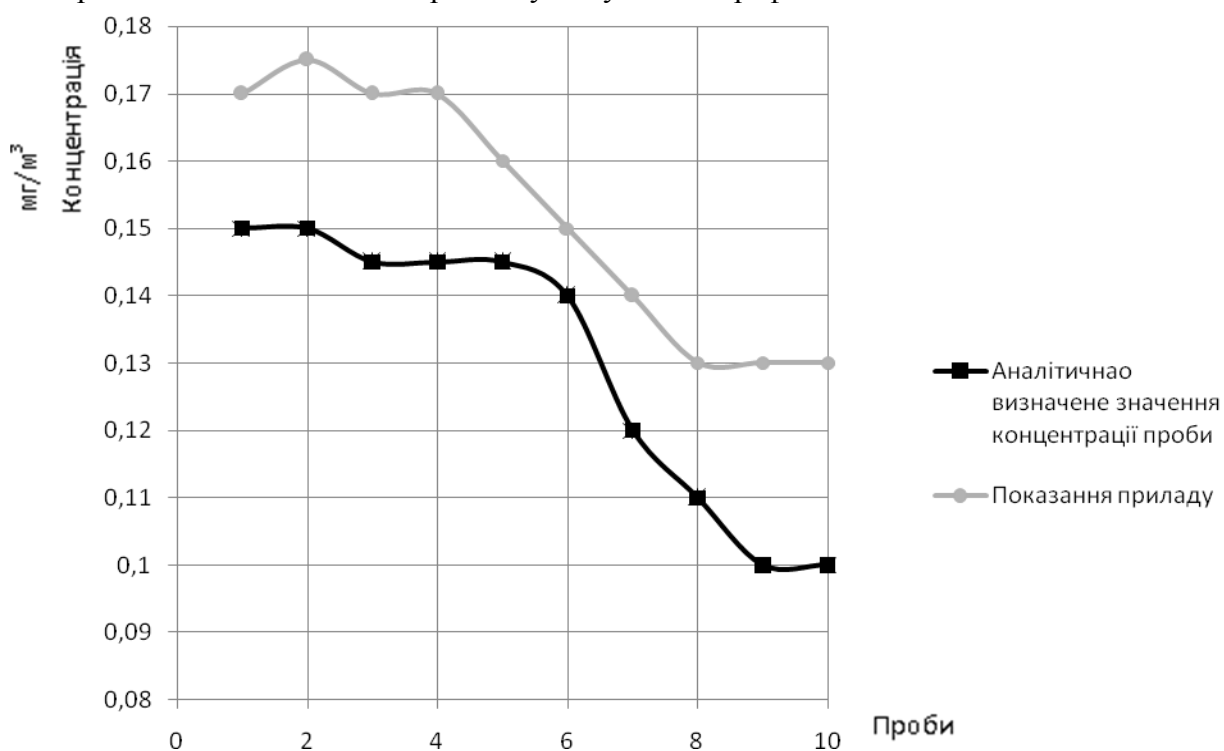


Рис.6. Графік зміни результатів вимірювань

Як видно з таблиці та графіка похибка виміру приладу ГСА-12МА по відношенню до аналітично визначеної не перевищує 30%.

**Висновки.** Проведені дослідження показали можливість використання приладів класу ГСА-12(ГСА-13, ГСА-13БК) військового призначення для виміру присутності ФОС(отрутохімікатів) у повітрі в польових умовах в концентраціях що відповідає ГДК робочої зони.

На базі приладу ГСА-12 доцільно розробити промисловий прилад для визначення ФОС.

В подальшій роботі необхідно розширити номенклатуру вимірюваних ФОС (отрутохімікатів).

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методы анализа загрязнений воздуха /Длугов Ю.С., Беликов А.Б., Дьякова Г.А., Тульчинський В.М. - М.: Химия, 1984. - 443с.
2. Перегуд Е.А. Химический анализ воздуха.- Л.:Химия, 1976.-382с.
3. ГОСТ 12.1.005 – 91 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
4. Егоров П.Т. Гражданская оборона П.Т. Егоров, И.А. Шляхов, Н.И. Албин / Москва: Высшая школа. 1977.-236с.
5. Индикаторные трубки и газоопределители Р.М. Петрова, А.Г. Муравев, А.А. Павриенко, Б.В. Смолев / Санкт Петербург: Крисмас 2005.-214с.

УДК 614.842

О.С. Алексєєва, к.т.н., доц., Т.В. Нікітіна, к.соц.н., доц.,  
В.В. Наконечний, к.т.н., доц., А.Г. Алексєєв, к.х.н., доц., М.А. Куценко, к.е.н.  
Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України

## СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДИК ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ НА ХІМІЧНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Проведена систематизація та порівняльний аналіз найбільш використовуваних методик прогнозування аварій на хімічно-небезпечних об'єктах як з точки зору повноти інформації, ступеня достовірності, їх взаємопов'язаності та системності, так і з точки зору розуміння їх специфіки, можливостей використання у практичній діяльності.

**Ключові слова:** прогнозування, аналіз, хімічно-небезпечні об'єкти, надзвичайні ситуації.

**Постановка проблеми.** Хімічну безпеку в Україні пов'язано із наявністю об'єктів, що використовують небезпечні хімічні речовини, із забрудненням довкілля та утворенням небезпечних відходів. Так, у 2010 році в промисловому комплексі України функціонувало близько 1,2 тис. об'єктів, на яких зберігається або використовується у виробничій діяльності більше 358 тис тонн небезпечних хімічних речовин, у тому числі: більше 5 тис тонн хлору, 213 тис тонн аміаку та близько 139 тис тонн інших небезпечних хімічних речовин. В зонах можливого хімічного зараження мешкає близько 26% населення України. Найбільшу кількість хімічно-небезпечних об'єктів зосереджено у східних областях України: Донецькій, Дніпропетровській, Луганській та Харківській.

Особливу безпеку для населення та навколишнього природного середовища становлять аміакопроводи, хімічне виробництво, відстійники, сховища небезпечних речовин тощо. Переважна більшість підприємств усіх галузей промисловості працює на морально застарілому обладнанні, споживаючи велику кількість природних ресурсів, у тому числі мінеральної сировини, виробництво супроводжується утворенням великої кількості відходів і побічних продуктів, які не утилізуються, а зберігаються у відвалах, сховищах. У середньому з 100% хімічної сировини, яка переробляється на готову продукцію перетворюється лише близько 30-40%. Найбільш поширеними шкідливими сильнодіючими отруйними речовинами на підприємствах є двоокис азоту (нітроген (II) оксид), акрилонітрил, амоніак, сірковий ангідрид (сульфур (IV) оксид), концентрована азотна кислота (нітратна кислота) тощо [1]. Саме тому, прогнозування наслідків аварій на хімічно-небезпечних об'єктах є важливим аспектом управління оперативно-рятувальними службами при ліквідації надзвичайних ситуацій. Крім того, такі знання необхідні при розробці проектної документації та документації, пов'язаної з експлуатацією пожежо- вибухо і хімічно-небезпечних виробництв, у тому числі: при розробці декларації промислової безпеки небезпечного виробничого об'єкту, планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій, Паспорта безпеки небезпечного об'єкта, визначення оптимальних тарифів при страхуванні промислових об'єктів, розробки і реалізації політики підприємства з управління виробничими ризиками, тощо. Сучасна наука, перш за все в галузі обчислювальної техніки і технологій, пропонує великі можливості для проведення моделювання наслідків аварійних викидів і розповсюдження парів газу у атмосфері. Але основною проблемою є відсутність загально визнаної методики та єдиних концептуальних підходів щодо прогнозування аварій та їх наслідків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На даний час проводяться широкомасштабні розробки з прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій. При цьому

використовується достатній досвід проведення прогностичних оцінок у минулому, а також великі можливості, які пропонуються сучасною наукою. Розробка прогностичних наслідків можливих надзвичайних ситуацій як механізм обґрунтування проектів була визнана у 1950-60 роки, коли ситуація з обчислювальною технікою і технологіями радикально змінилася. Прогнозування на тому рівні не можна було назвати таким, що відповідає потребам управління у надзвичайних ситуаціях.

Розробці методик прогнозування аварій на пожежо- вибухо і хімічно-небезпечних об'єктах присвячені наукові праці провідних російських та вітчизняних дослідників А.А. Агапова, А.А. Вакарьова, С.І. Сумського, Т.Р. Калімуліна, В.В. Шушунова, А.В. Пчельнікова, Е.А. Грановського, В.А. Лифаря, А.С. Печеркіна, А.А. Шаталова, В.І. Сідорова, В.Ф. Мартинюка, А.Б. Паталахи, М.В. Лісанова, С.М. Ликова, І.В. Маклашова, Є.В. Ханіна та інших [2-6, 15-19]. Вихідні умови гіпотетичної надзвичайної ситуації були такі: при викиді парогазової фази в атмосферу в результаті «миттєвого» утворення хмари, витікання з розгерметизованого устаткування, що перебуває під тиском, випаровування з поверхні небезпечних хімічних речовин, можливе формування й розсіювання в просторі токсичних, горючих домішок; горючі домішки можуть згоряти в різних режимах і вибухати при певних обставинах, але при проведенні прогностичних робіт автори використовували різні методичні підходи. Вони дозволяли визначити кількість небезпечних речовин, що надійшли в атмосферу при різних сценаріях аварії; просторово-часове поле концентрацій небезпечних речовин в атмосфері, розміри зон хімічного зараження, розміри зон дрейфу пожежовибухонебезпечних хмар, розміри зон поширення полум'я (пожежі-спалаху) або детонації, області продуктів згоряння; кількість небезпечної речовини у хмарі, тощо.

**Мета статті** полягає в систематизації та порівняльному аналізі найбільш використовуваних методик прогнозування аварій на хімічно-небезпечних об'єктах як з точки зору повноти інформації, ступеня достовірності, їх взаємопов'язаності та системності, так і з точки зору розуміння їх специфіки, можливостей використання в практичній діяльності.

**Основна частина.** На даний час існує декілька рівнів моделей для кількісного опису процесу розповсюдження викиду газоподібних речовин в атмосфері:

- прості напівемпіричні моделі;
- гаусові моделі дисперсії домішок в атмосфері;
- моделі розповсюдження, засновані на інтегральних законах збереження;
- моделі, побудовані на чисельному рішенні системи рівнянь газодинаміки (моделі чисельного моделювання CFD – Computational Fluid Dynamics).

До методик першого рівня можна віднести розроблену в Україні «Методику прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті» (zareєстрована в Міністерстві юстиції України 10 квітня 2001 р. за №326/5517, аналог методики РД 52.04.253-90 «Методика прогнозування масштабів зараження сильно діючими речовинами при аваріях (разрушеннях) на химически опасных объектах и транспорте» [2]), яка заснована на емпіричних співвідношеннях. Методика застосовується тільки для небезпечних хімічних речовин (НХР), які зберігаються у газоподібному або рідкому стані та які в момент викиду, вилливу переходять у газоподібний стан і створюють первинну або/і вторинну хмару НХР. Вона передбачає проведення розрахунків для планування заходів щодо захисту населення тільки на висотах до 10 м над поверхнею землі (приземному шарі повітря). Методика подається у вигляді таблиць, що унеможливує тривалі розрахунки і дає змогу оперативно здійснювати прогнозування масштабів забруднення. Дана методика характеризується простотою обчислень, що необхідно в умовах відсутності продуктивної обчислювальної техніки і прикладних програм. В результаті її використання визначається максимальна глибина зон ураження на основі інгаляційної токсичної дії на людину. При цьому граничним параметром є «токсодоза», яка вимірюється в мг•хв/літр, що не можна розглядати як дозу в звичному сенсі (вимірювану або в одиницях маси, або у відношенні кількості отриманої речовини впродовж часу дії до маси тіла). У літературі не зустрічається подібне визначення причини ураження. Крім цього у даній методиці відсутні обрахунки просторово-часового розподілу

концентрації шкідливих домішок, що є важливим, оскільки не дозволяє отримати вхідних даних для визначення ступеня отруєння або маси парогазової фази, тобто здатної до забруднення місцевості. Основною проблемою застосування цієї методики також є обмеження і сумнівна достовірність вихідних даних. В результаті неможливо отримати адекватні кількісні показники процесів формування і розсіювання парогазової фази в атмосфері і наслідки її дисперсії.

Представляє практичний інтерес аналіз методик, в яких розподіл концентрації НХР після аварії у просторі розглядається на основі Гаусівських моделей, де використовують емпіричні коефіцієнти, які відповідають турбулентності атмосфери при різних умовах її стану. Ці моделі мають прийнятну точність або у дальній зоні від місця викиду або при невеликому викиді.

Наприклад, у Російській Федерації розроблені пакети таких прикладних програм: «Токси 2.2» реалізує «Методику оценки последствий химических аварий» [3], «ОНД-86» реалізує «Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» [4]; «ПБ 09-579-03» реалізує «Методику расчета концентрации аммиака в воздухе и распространения газового облака при авариях на складах жидкого аммиака» [5]; «РД 03-409-01» реалізує «Методику оценки аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» [6]; «ПБ 09-540-03» реалізує «Общие правила взрывобезопасности химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [7], тощо.

«Методика оценки последствий химических аварий» (Токси 2.2) поширюється на випадки викиду НХР в атмосферу як в однофазному (газ або рідина), так і в двофазному (газ і рідина) стані. Відповідно хмара, що розсіюється в атмосфері, складається або лише з газу (повітря і НХР), або з газу (повітря і НХР) і рідких аерозольних включень (краплі НХР і конденсована водяна пара).

НХР, розглянуті в цій методиці, при нормальних умовах знаходяться або в газоподібному, або в рідкому стані. У технологічному обладнанні НХР можуть знаходитися як у газоподібному, так і в рідкому стані. В останньому випадку НХР може бути скраплена шляхом підвищення тиску або зниження температури.

У методиці прийняті такі допущення:

- газоподібна НХР вважається ідеальним газом, властивості якого не залежать від температури;
- рідка НХР вважається рідиною, яка не стискається, і властивості якої не залежать від температури;
- витікання НХР та її випаровування відбувається з постійною швидкістю, яка відповідає максимальній швидкості витікання (випаровування);
- у хмарі, що утворюється відразу після викиду, знаходиться тільки НХР без домішок повітря;
- розлиття рідкої фази відбувається на твердій поверхні, яка не всмоктує рідину; для випадків відсутності обвалування висота шару розлитої НХР береться рівною 0,05 м;
- при розрахунку розсіювання НХР в атмосфері використовується Гауссова модель дифузії пасивної домішки; осадження викиду НХР на поверхню та її хімічні перетворення при розсіюванні не враховуються;
- метеоумови лишаються незмінними упродовж часу експозиції, а характеристики атмосфери — по висоті постійні.

Вона призначена для розрахунку наслідків викиду «легких газів» та дозволяє визначити:

- кількість викинутої НХР або продуктивність джерела;
- надходження НХР в атмосферу для конкретного сценарію аварії та часу надходження НХР в атмосферу;
- просторово-часовий розподіл концентрації НХР та просторовий розподіл токсодози;

- оцінку вражаючого впливу НХР, включаючи розрахунок зон хімічного зараження.

Залежно від агрегатного стану НХР в обладнанні та характеру руйнування обладнання методика дозволяє провести розрахунки для вказаних нижче сценаріїв аварій.

Для НХР, що містяться в технологічному обладнанні в газоподібному стані:

Сценарій 1. Повне руйнування обладнання, яке містить НХР в газоподібному стані.

Сценарій 2. Порушення герметичності (часткове руйнування) обладнання, яке містить НХР в газоподібному стані.

Для НХР, що містяться в технологічному обладнанні в рідкому стані:

Сценарій 3. Повне руйнування обладнання, що містить НХР в рідкому стані.

Сценарій 4. Порушення герметичності (часткове руйнування) обладнання, що містить НХР в рідкому стані.

За сценаріями 1 і 3 НХР миттєво надходять у довкілля; за сценаріями 2 і 4 НХР надходять у довкілля через отвори площею  $\Sigma$  упродовж тривалого часу.

Сценарії 1 і 3 можна застосувати лише до ємнісного обладнання, сценарії 2 і 4 — як до ємнісного обладнання, так і до трубопроводів.

На жаль, наведений перелік сценаріїв викиду не охоплює все різноманіття можливих ситуацій, тому при виборі сценарію для випадків, не вказаних вище, слід керуватися міркуваннями фізичної подібності процесів.

У початковий момент викиду і розповсюдження парогазової фази провідну роль відіграють процеси струйних течій, турбулентного підмішування повітря і висока густина речовини, яка у разі перевищення густини навколишнього середовища повинна розглядатися як «важкий газ».

Тому на даний час знайшла найбільше застосування у практиці розрахункова методика РД-03-26-2007 «Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ», яка затверджена наказом Федеральної служби з екологічного, технологічного і атомного нагляду від 14.12.2007 року №853 (ТОКСИ-3), яка уведена у дію 25.01.2008 року. Алгоритм оцінки наслідків аварії, наданий у методиці, заснований на моделі «важкого газу», тобто придатна для розрахунків викидів небезпечних речовин, густина яких на місці викиду більша густини повітря при відповідних умовах.

Головними причинами утворення «важких» газів є: молекулярна вага небезпечної речовини, вища за молекулярну вагу повітря (29,5 г/моль); низька температура; наявність аерозолів.

Модель «важкого» газу враховує такі процеси:

- рух хмари при змінній за висотою швидкості вітру;
- гравітаційне розтікання;
- розсіяння хмари у вертикальному напрямі за рахунок атмосферної турбулентності (підмішування повітря в хмару);

- розсіяння хмари в горизонтальному напрямі за рахунок підмішування повітря в хмару, що відбувається як за рахунок атмосферної турбулентності, так і за рахунок гравітаційного розтікання;

- нагрівання або охолодження хмари за рахунок підмішування повітря;

- фазові переходи небезпечної речовини в хмарі;

- теплообмін хмари з підстилаючою поверхнею.

Методика «Токсис-3» дозволяє визначити:

- кількість небезпечних речовин, що надійшли в атмосферу при різних сценаріях аварії;

- просторово-часове поле концентрацій небезпечних речовин в атмосфері, в тому числі зони небезпечного впливу на довкілля;

- розміри зон хімічного зараження, що відповідають різному ступеню ураження людей, який визначається за інгаляційною токсодозою, в тому числі з урахуванням часу накопичення токсодози (з урахуванням пробіт-функції);

- розміри зон дрейфу пожежовибухонебезпечних хмар, в межах яких зберігається здатність до займання, і розміри зон поширення полум'я (пожежі-спалаху) або детонації, області продуктів згорання;

- кількість небезпечної речовини у хмарі, обмеженій концентраційними межами поширення полум'я.

Також найбільш відомими реалізаціями моделей розповсюдження «важкого газу» є методика Всесвітнього банку [8], методики класу HGSYSTEM [9], методики, створені такими організаціями як TNO (Голландія) [10], Det Norske Veritas (DNV Technica) (Норвегія) [11], U. S. Environmental Protection Agency (EPA – агентство захисту навколишнього середовища США) [12], NIST (Національний інститут стандартів і технологій США) [13], методики класу DEGADIS [14], моделі програмного комплексу «РизЕкс-2» (Україна) [15, 16].

Проте процеси викиду та формування хмар складніші, ніж це описується в моделях першого і другого типів. При розсіянні викиду НХР спостерігається обтікання перешкод і формування застійних зон. Залежно від густини викинутої речовини, можливо її спливання у повітрі або опускання і розтікання по поверхні.

У США, Канаді і в країнах ЄС найбільш широко використовуються моделі EPA класу AERMOD. Основними розробниками прикладного програмного забезпечення для цього класу моделей є компанії Lakes Environmental (Канада) і BREEZE (США). Моделі AERMOD містять три основні модулі: AERMOD (модель дисперсії домішок в атмосфері), AERMET і інструментальний набір AERSURFACE для створення вхідних даних, пов'язаних із станом атмосфери і рельєфом місцевості, AERMAP - програмні засоби, призначені для прив'язки моделі до тривимірних даних місцевого рельєфу і об'єктів. Крім того, в моделях цього класу міститься ряд засобів, що дозволяють враховувати особливості поширення домішки над трасами, водними перешкодами, лісовим масивом і т. д. Використання моделей цього класу пов'язане з істотними витратами і зусиллями при підготовці вхідних даних і має більше сенсу при оцінці екологічних ризиків від промислових джерел забруднення.

Також найбільш перспективними, з точки зору експертів, є моделі класу CFD, які побудовані на чисельному рішенні системи рівнянь газодинаміки (моделі чисельного моделювання CFD – Computational Fluid Dynamics). До недавнього часу їх використання не мало перспективи інженерного застосування у зв'язку з необхідністю використання потужних обчислювальних ресурсів. Останнім часом розвиток обчислювальної техніки вже наближається до раціонального використання моделей такого класу в розподілених завданнях. Причому інтеграція таких моделей дозволяє одночасно моделювати як витікання домішки в атмосферу, формування сумішей, поширення їх в часі і просторі з урахуванням усіх впливаючих чинників, так і явища горіння і вибуху, поширення ударної хвилі і чисельне визначення дії цієї хвилі на об'єкти, їх елементи і людей.

Оскільки застосування таких моделей, які і раніше, висуває високі вимоги до обчислювальних засобів, раціональна розробка гібридної методики, що враховує коефіцієнти турбулентної дифузії, залежні від виду місцевості та стану атмосфери, що містить, однак, спрощений алгоритм дисперсії в площинному симетричному просторі. Це дозволило б підвищити швидкість розрахунків, одночасно об'єднавши позитивні якості моделей класу DEGADIS і HGSYSTEM з додатковим обліком змінних умов витікання. Прикладами успішного використання моделей класу CFD є такі продукти як ANSYS, FDS, Flowvision і інші.

**Висновки.** Аналіз показує, що використання простих напівемпіричних моделей для прогнозування наслідків розповсюдження НХР в атмосфері втратило актуальність у зв'язку з появою більш досконалих методик та можливістю використання комп'ютерних технологій. Застосування Гаусових моделей розсіювання нейтрального газу допускається для визначення наслідків токсичного інгаляційного впливу на людей, а також визначення зони загазованості вибухонебезпечною домішкою у разі її нейтральної густини. У разі визначення зон загазованості вибухонебезпечною домішкою із густиною речовини, що істотно перевищує



густину повітря рекомендується користуватися моделями «важкого газу», в яких враховуються архимедові сили та закони збереження маси і енергії на початковій стадії формування хмари. Найбільш перспективним напрямком для прогнозування наслідків вибухових явищ є розробка гібридної методики на основі розв'язання рівнянь газодинаміки з урахуванням кореляційних коефіцієнтів турбулентної дифузії в нестационарних умовах формування і розсіювання домішок.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopov2010.html>
2. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (РД 52.04.253-90). Штаб Гражданской обороны СССР, Комитет гидрометеорологии при Кабинете Министров СССР. – Ленинград, Гидрометеиздат, 1991.
3. Методика оценки последствий химических аварий (Методика «Токси-2.2», утв. НТЦ «Промышленная безопасность», согл. Госгортехнадзором России) в сборнике «Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах»: Сборник документов. Серия 27. Выпуск 2 / Колл. авт. – 2-е изд., испр. и доп. - М.:ГУП НТЦ «Промышленная безопасность», 2002. – 208 с.
4. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86 Госкомгидромет), Л.:Гидрометеиздат, 1987.
5. ПБ 09-579-03. Методика расчета концентраций аммиака в воздухе и распространения газового облака при авариях на складах жидкого аммиака (Приложение 1 к ПБ 09 - 579- 03. Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака).
6. РД 03-409-01 Методика оценки аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (утв. постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.2001 г. № 25), М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2001.
7. ПБ 09-540-03 Общие правила взрывобезопасности химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
8. Руководство по оценке промышленных опасностей (Techniques for Assessing Industrial Hazards: a Manual. World Bank Tech. Paper No. 55 ), The World Bank Group, 1988.
9. The HGSYSTEM technical reference manual и свод компьютерных кодов HGSYSTEM version 3.0 (HEGADAS-T Version 3.2, Copyright © Shell Internationale Research Maatschappij BV, The Hague, 1988-1994; HEGABOX Version 3.01, Copyright © Shell Internationale Research Maatschappij BV, The Hague, 1991-1994).
10. Methods for the calculation of physical effects CPR 14E (Part 1) «TNO Yellow book», 3<sup>rd</sup> edition, TNO, The Netherlands, 1997.
11. UNIFIED DISPERSION MODEL (UDM) Theory Manual by H.W.M. Witlox CONSEQUENCE MODELLING DOCUMENTATION (UDM Version 6.0, January 2000), Det Norske Veritas.
12. Van Ulden, A.P., «A new bulk model for dense gas dispersion: two-dimensional spread in still air, in “Atmospheric dispersion of heavy gases and small particles» (Ooms, G. and Tennekes, H., eds.), pp. 419-440, Springer-Verlag, Berlin, 1984.
13. McQuaid, J., «Some experiments on the structure of stably-stratified shear flows», Tech. Paper p. 21, Safety in Mines Research Establishment, Sheffield, UK, 1976.
14. Kranenburg, C., «Wind-induced entrainment in a stably stratified fluid», J. Fluid Mech. 145, pp. 253-273, 1984.
15. Грановский Э.А., Лыфарь В.А. Программный комплекс для моделирования аварий и оценки риска «РизЭкс-2» // Тематический семинар «Оценка риска аварий на

опасных производственных объектах». – М.: ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности», 2005. – С. 45–47.

16. Грановский Э.А., Лыфарь В.А., Ворона А.П. Моделирование случайных и детерминированных процессов возникновения и развития техногенных аварий с использованием программного комплекса «РизЭкс-2». // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: труды международной научной школы МА БР - 2007 (Россия. Санкт-Петербург, 4 - 8 сентября, 2007 г.) / СПб, ГУАП, 2007, - 540 с.

17. Иванов А.В., Матрюков Б.С. О достоверности использования вычислительного комплекса RHOENICS в расчетах рассеяния вещества в возмущенном потоке // Известия ВУЗов: Черная металлургия. - 1999. - №11. - с.64-68.

18. Едигаров А.С., Сулейманов В.А. Математическое моделирование аварийного истечения и рассеивания природного газа при разрыве газопровода // Математическое моделирование, 1995, т.7, №4, с. 37-52.

19. Горский В.Г. и др. Научно-методические аспекты анализа аварийного риска. Под общей ред. Г.Ф. Терещенко и А.А. Шаталова. М.: Экономика и информатика , 2000, 260с.

УДК 614.84

А. І. Березовський, І. Г. Маладика, к. т. н., доц., В. В. Зайвий, к.і.н., с. н. с.,  
АПБ ім. Героїв Чернобиля  
А. В. Скрипинець, Ю. В. Попов, к. т. н., с. н. с., доц., ХНУБА

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ МЕХАНІЧНИХ І ВІБРОПОГЛИНАЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОКСИУРЕТАНОВИХ СКЛАДІВ ДЛЯ ВОГНЕВІБРОЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

Вивчено динамічні механічні та вібропоглинаючі властивості вогневіброзахисного покриття для протипожежного захисту металевих виробів. Встановлено, що хімічна будова модифікованих епоксидних олігомерів та їхній вміст в суміші з олігофіртрициклокарбонатом впливає як на структурні параметри епоксиретанової полімерної сітки, так і на рівень міжфазної взаємодії в дисперснонаповнених поліфосфатом амонію епоксиретанових матеріалах, що дозволяє регулювати їх в'язкопружні і демпфуючі властивості.

**Ключові слова:** в'язкопружні властивості, вібропоглинання, епоксиретановий полімер.

**Постановка проблеми.** З кожним днем росте кількість матеріалів, які використовують у будівництві будівель і споруд різного призначення. Метал був і залишається одним з найбільш поширених будівельних матеріалів, але він має такий істотний недолік, як порівняннотизька межа вогнестійкості. Відповідно металеві конструкції необхідно захищати від впливу високих температур. У наших попередніх публікаціях ми аргументували необхідність захисту металевих конструкцій і виробів не тільки від впливу високих температур, але і від вібраційного впливу на поверхню, що захищається.

Для отримання ефективного вібропоглинаючого матеріалу необхідно створити такі засоби, які б володіли в необхідному температурному і частотному діапазоні максимальними значеннями тангенса кута механічних втрат  $\text{tg}\delta$  або модуля механічних втрат  $G''$ , що є мірою розсіювання енергії відповідно [1]. Максимальні значення  $\text{tg}\delta$  спостерігаються в області головного релаксаційного переходу, тобто в області переходу із склоподібного у високоеластичний стан, де частота координованого руху сегментів ланцюгів полімеру (10-50 атомів вуглецю) має ту ж величину, що і частота механічного впливу. Температура переходу зі склоподібного стану у високоеластичний, яка називається температурою склування  $T_c$ , залежить від часу: чим швидше виконується випробування, тим вона вища, тому що важче стає полімерному тілу реагувати на вплив. Зазвичай в динамічному експерименті зростання частоти в 10 разів супроводжується зростанням  $T_c$  на 3-7 °C [2].

Науково-технічну задачу створення ефективних вогнезахисних вібропоглинальних матеріалів на основі полімерів вирішували шляхом використання реакційно-здатних олігомерів та антипіренів, що випускаються промисловістю. Такий підхід є також економічно обґрунтованим і тому є актуальним завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо [3], що в'язкопружні характеристики полімерів обумовлені їх хімічною природою, будовою полімерного ланцюга і міжмолекулярною взаємодією між ними. Тому високу демпфуючу здатність мають полімери, що поєднують гнучкість полімерного ланцюга і високі значення міжмолекулярної взаємодії.

Раніше [4] було показано, що з точки зору технології отримання та застосування вібропоглинальних покриттів найбільш доцільне використання систем на основі сумішей олігофіртрициклокарбонатних і епоксидіанових олігомерів. При отвердженні зазначених

сумішей олігомерів амінами при кімнатній і підвищеній температурі отримані зшиті епоксигідроксиретанові полімерні композиції. Ці композиції поєднують в собі високі значення адгезійної міцності[5] і тангенса кута механічних втрат.

**Метою даної роботи** було вивчення впливу хімічної будови модифікуючих епоксидних олігомерів в суміші з олігоефіртрициклокарбонатом і дисперсного антипірену на в'язкопружні і демпфуючі властивості сітчастих епоксиретанових полімерів(ЕУ).

**Об'єкти і методи дослідження.** Враховуючи вищевикладене, нами в якості об'єктів дослідження обрані трьохфункційний олігоциклокарбонат марки Лапролат-803 (Л-803) і модифікуючі епоксидні олігомери марок ЕД-20, Т-111 і УП-655. Загальним отверджувачем був обраний диетилентриамін (ДЕТА). Антипіреном служив поліфосфат амонію (ПФА).

В якості основного методу дослідження в'язкопружних властивостей обрано метод динамічної механічної спектроскопії, який реалізовувався на крутильному маятнику динамічному релаксометрі [6]. З експериментальних даних розраховувались динамічний модуль зсуву  $G'$ , тангенс кута механічних втрат  $\text{tg}\delta$  і модуль втрат  $G''$ .

За деякими даними [7] з точки зору мінімізації впливу зовнішніх механічних впливів на зміну структури полімеру в процесі експерименту діапазон, в якому найбільш доцільно проводити вивчення в'язкопружних властивостей полімерів, лежить в області ультранизьких частот  $10^{-3}$ - $10^1$  Гц. У зв'язку з цим, частота затухаючих крутильних коливань маятника в наших експериментах становила 0,7-1 Гц в температурному інтервалі від  $-100^\circ\text{C}$  до  $+100^\circ\text{C}$ . Похибка вимірювання для динамічного модуля зсуву не перевищувала 5%, а для тангенса кута механічних втрат – 10%.

Крім хімічної будови олігомерного ланцюга та фізичних вузлів сітки, обумовлених міжмолекулярною взаємодією, багато експлуатаційних властивостей сітчастих, в т.ч. епоксиретанових полімерів, значною мірою визначаються параметрами просторової сітки (середня молекулярна маса відрізків макромолекул між вузлами сітки ( $M_c$ )), а також ефективною щільністю зшивання ( $n_c$ ) [8].

Величину  $M_c$  і  $n_c$  розраховували за рівнянням Уолла [9]:

$$M_c = \frac{3\rho RT_{\infty} \nu}{E_{\infty}}; \quad (1)$$

$$n_c = E_{\text{вс}} / 3 RT\nu; \quad (2)$$

де:

$\rho$  – щільність полімеру;

$R$  – універсальна газова постійна;

$T$  – абсолютна температура;

$\nu$  – структурний коефіцієнт, який залежить від природи і топології сітки.

Модуль високоеластичності  $E_{\text{вс}}$  досліджених полімерів визначали при одноосьовому стисканні за температури, що перевищує температуру склування на  $50^\circ\text{C}$  і за наведеним вище співвідношенням обчислювали  $M_c$  і  $n_c$ . Зразки полімерів отверджували протягом 7 діб при  $25^\circ\text{C}$  (холодне отвердження – режим I) і при термообробці – 24 год ( $25^\circ\text{C}$ ) і 4 год при  $100^\circ\text{C}$  (режим II).

**Результати роботи і їх обговорення.** Результати дослідження впливу співвідношення олігоефіртрициклокарбонату (ОЦК) ОЦК і різних епоксидних олігомерів на структурні параметри отверджених сітчастих епоксиретанових композицій представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Значення  $M_c$  та ефективної щільності зшивання ( $n_c$ ) для епоксиретанових композицій.

Співвідношення епоксидногоолігомеру в суміші з Лапролат- 803, мас.%	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	$E_{вс}$ , МПа	$M_c$ , г/моль	$n_c$ , моль/г
Лапролат-803 (100)	1149/1174	2,5/3,1	1780/1455	0,67/0,82
T-111 (100)	1150	12,2	456	2,50
ЕД-20 (100)	1180	10,5	470	2,45
ЕД-20:Л-803				0,9/0,94
10:90	1224/1250	3,37/3,49	1321/1329	
20:80	1210/1212	3,5/3,71	1272/1000	0,94/1,21
30:70	1208/1223	4,5/4,9	989/926	1,21/1,32
T-111:Л-803				0,81/1,0
10:90	1189/1201	3,0	1481/1178	
20:80	1252/1252	3,08	1445/982	0,83/1,27
30:70	1165/1165	3,47	1283/766	0,93/1,52

Примітка: до косої риски –отвердження в режимі I; після риски –в режимі II.

З таблиці 1 видно, що величина  $M_c$  полімеру на основі біфункціонального епоксиданового олігомеру ЕД-20 має більше значення в порівнянні з полімером на основі епоксикремнійорганічного олігомеру Т-111. Однак нагадаємо, що епоксикремнійорганічний олігомер Т-111 є аналогом епоксиданового олігомеру хімічнотримодифікованого кремнійорганічним компонентом і тому має трохи більшу середню молекулярну масу (620 г/моль) в порівнянні з олігомером ЕД-20 ( $M = 450$  г/моль). Отже, очікувана величина  $M_c$  у полімера на основі Т-111 повинна бути більшою в порівнянні з полімером на основі ЕД-20. Дане протиріччя, очевидно, можна пояснити впливом на величину  $M_c$  додаткових фізичних зв'язків за рахунок наявності в олігомері Т-111 еластичних органосилоксанових груп (... Si-O-Si ...), що сприяють більш тісному контакту ланцюгів між вузлами зшивки.

Видно також, що ефективна щільність зшивання  $n_c$  для сітчастого полімеру на основі трифункціонального олігоциклокарбонату Л-803 більш ніж в три рази менша, в порівнянні з полімером на основі ЕД-20 і Т-111. Це, в першу чергу, пов'язано з наявністю в структурі олігомеру Л-803 гнучких аліфатичних ефірних (оксіалкіленових) фрагментів між циклокарбонатними функціональними групами. Для сумішевих композицій епоксидних олігомерів з оліготрициклокарбонатом спостерігається закономірне монотонне підвищення модуля високоеластичності  $E_{вс}$  і щільності зшивання та відповідно зменшення  $M_c$  по мірі збільшення вмісту в суміші ЕД-20 і Т-111.

Зазначимо, що щільність зшивання для композицій ЕД-20: Л-803 при отвердженні без підведення тепла помітно більша, ніж для композицій Т-111: Л-803. Для термооброблених зразків спостерігається зворотна залежність і, як можна помітити, абсолютні значення ефективної щільності зшивання полімерів на основі сумішей Т-111: Л-803 вищі, в порівнянні з сумішевими композиціями ЕД-20: Л-803. З таблиці 1 видно також, що відносний приріст щільності зшивання для композицій Т-111: Л-803 після термообробки значно перевершує такий для сумішей ЕД-20:Л-803. З цього випливає, що процеси структурування сумішевих складів в умовах без підведення тепла більш уповільнені в присутності епоксикремнійорганічного олігомеру Т-111 в порівнянні з епоксидановим олігомером ЕД-20.

Результати дослідження динамічних механічних властивостей сітчастих епоксиретанових композицій наведені на рис. 1-4, де представлені температурні залежності тангенса кута механічних втрат ( $tg\delta$ ) і динамічного модуля зсуву ( $G'$ ) в залежності від співвідношення епоксидолігомер: оліготрициклокарбонат (рис.1, рис.2), хімічної природи епоксидного олігомеру (рис.3) і наповнених поліфосфатів амонію (рис. 4).

З рис. 1-4 видно, що температурні залежності  $G'$  і  $tg\delta$  для всіх композицій мають приблизно однаковий вигляд. На кривих вищевказаних залежностей можна виділити три області. Перша область – це область низьких температур, де спостерігається порівняно повільний і плавний спад модуля зсуву і плавний ріст тангенса кута механічних втрат. У цій області епоксиретанові полімери знаходяться в склоподібному стані. У цій температурній області для деяких складів відзначені піки  $tg\delta$  невеликої інтенсивності ( $\beta$ -перехід), пов'язані, ймовірно, з рухливістю дрібномасштабних аліфатичних оксифірних фрагментів ланцюга і нереалізованих кінцевих функціональних груп. При подальшому підвищенні температури спостерігається друга область, де відзначається різке зменшення модуля зсуву  $G'$  і зростання  $tg\delta$ . Такі значні зміни температурної залежності зазначених параметрів, зазвичай, пов'язують з головним температурним переходом (область процесу  $\alpha$ -релаксації) полімеру з склоподібного стану у високоеластичний. Максимальне значення  $tg\delta$  в цій температурній області відповідає температурі механічного склування  $T_c$ . Третя область високоеластичного стану (плато високоеластичності) характеризується практично постійним і низьким значенням модуля зсуву. Значення величини  $tg\delta$  у високоеластичному стані також характеризується відносною сталістю.

Розглянемо більш детально динамічні механічні властивості досліджуваних епоксиретанових систем.

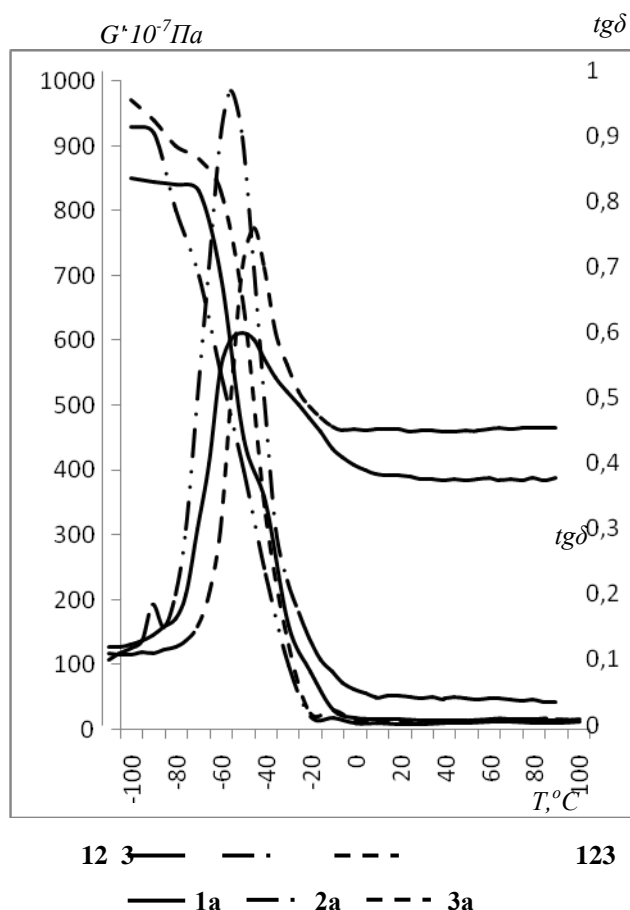


Рис. 1. Температурні залежності модуля зсуву  $G'$  (1–3) і механічних втрат  $tg\delta$  (1a–3a) для епоксиретанових композицій на основі суміші олігомерів при різних співвідношеннях: ЕД-20: Л-803 = 10:90 (1,1a); 20:80 (2,2a) і 30:70 мас.% (3,3a)

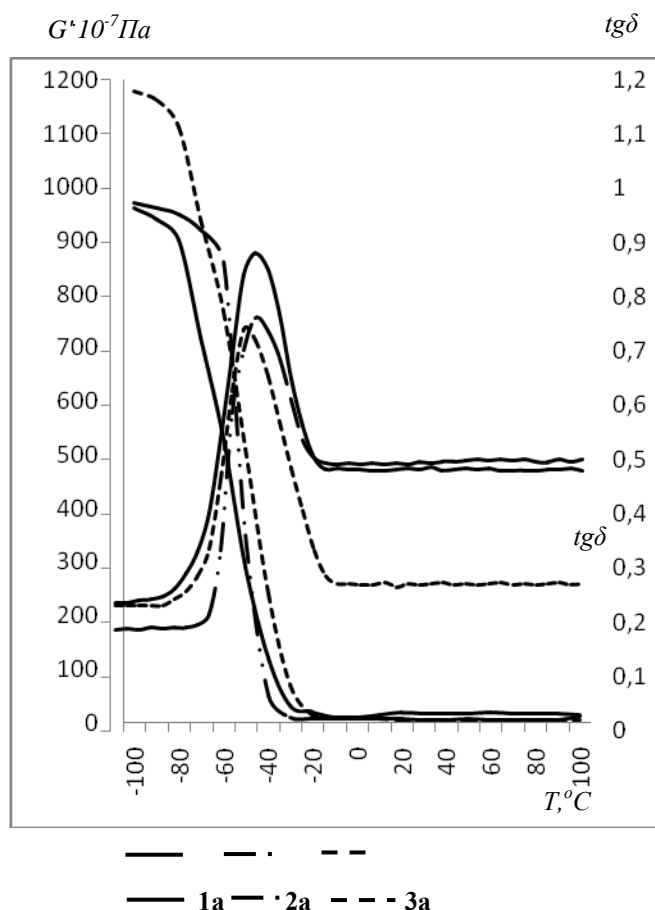


Рис. 2. Температурні залежності модуля зсуву  $G'$  (1–3) і механічних втрат  $tg\delta$  (1a–3a) для епоксиретанових композицій на основі суміші олігомерів при різних співвідношеннях: Т-111: Л-803 = 10:90 (1,1a); 20:80 (2,2a) і 30:70 мас.% (3,3a).

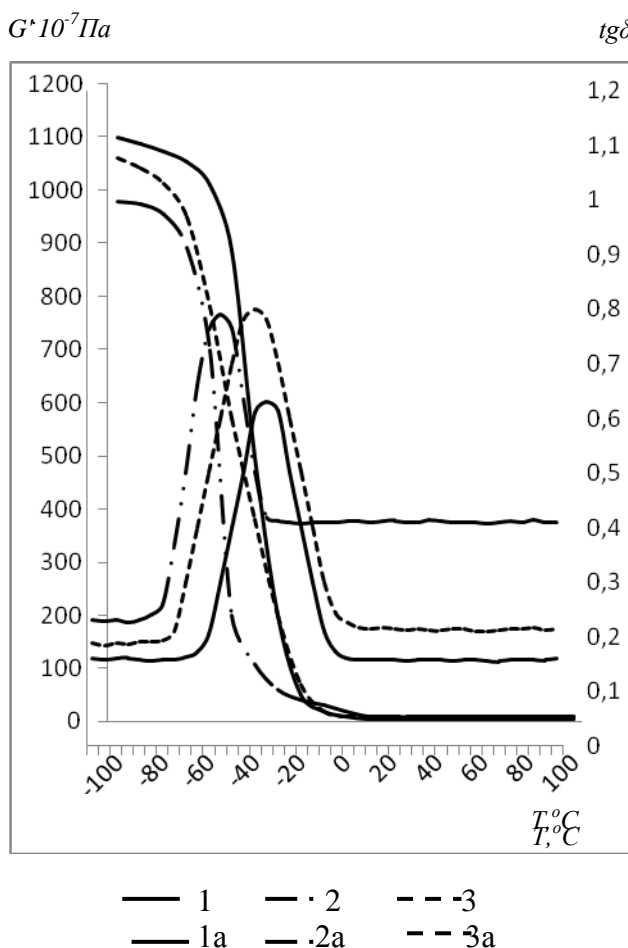
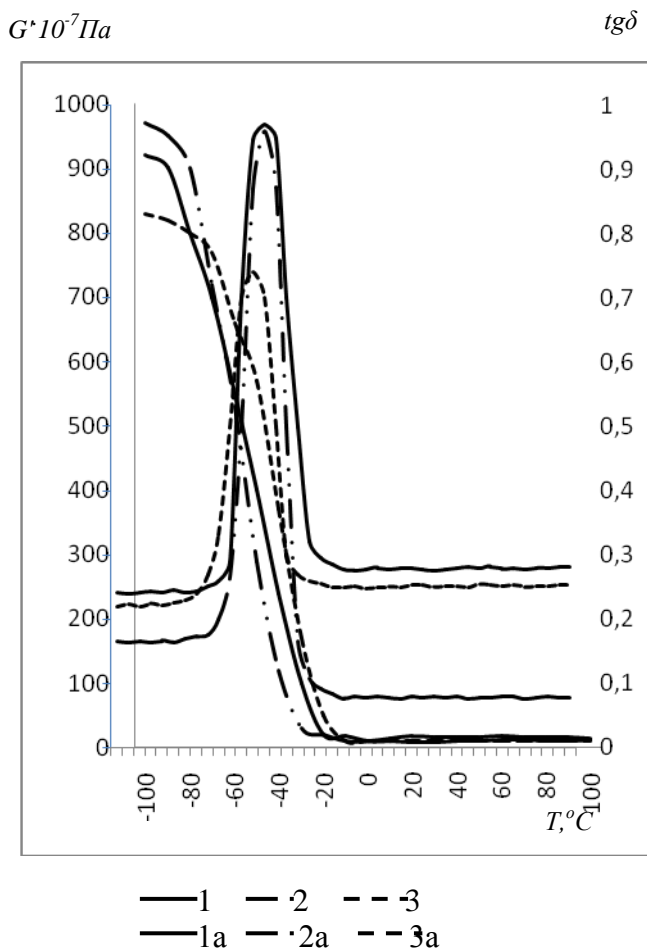


Рис. 3. Температурні залежності модуля зсуву  $G'$  (1–3) і механічних втрат  $tg\delta$  (1a–3a) епоксиретанових композицій на основі суміші: епоксидний олігомер: Л-803=20:80 для ЕД-20 (1,1a), Т-111 (2,2a) і УП-655 (3,3a).

Рис. 4. Температурні залежності модуля зсуву  $G'$  (1–3) і механічних втрат  $tg\delta$  (1a–3a) для наповнених ПФА (25 мас.ч) епоксиретанових композицій на основі суміші: епоксидний олігомер: Л-803 = 20:80 мас.% Для ЕД-20 (1,1a), Т-111 (2,2a) і УП-655 (3,3a).

Як видно з рис.1 і табл.2, із збільшенням вмісту епоксиданового олігомеру ЕД-20 у суміші з олігоциклокарбонатом Л-803 з 10:90 до 30:70 мас.%. температура склування  $T_{СК}$  (пік  $tg\delta$ ) епоксиретанових композицій спочатку знижується на  $5^{\circ}C$ , проходячи через мінімум при вмісті 20% мас.ЕД-20, а потім зміщується в область більш високих температур на  $11^{\circ}C$  з одночасним розширенням піку  $tg\delta$  і зменшенням максимальних значень. При цьому для складу ЕД-20:Л-803 = 20:80 мас.% спостерігається звуження піку механічних втрат і збільшення максимального значення  $tg\delta$  до 0,98. Подібна одночасна зміна зазначених характеристик піку механічних втрат вказує на зростання кооперативності процесу розморожування молекулярної рухливості основних сегментів ланцюга сітчастого полімеру, що характерно для полімерів з більш однорідною структурою. З іншого боку, при цьому співвідношенні в високоеластичному стані найбільший рівень  $tg\delta$  характерний для композиції складу ЕД-20:Л-803 = 30:70 і складає близько 0,45.

Таблиця 2.

В'язкопружні і демпфуючі властивості епоксиуретанових композицій при різному вмісті епоксидних олігомерів в суміші з олигоефітрициклокарбонатом і наповнених ПФА

Вміст епоксидного олігомеру в суміші з Лапролат 803, мас.% і ПФА мас.ч. на 100 мас.ч суміші		G' (скло подібний стан), ГПа	Температура склування (T <sub>c</sub> ), °C	tgδ <sub>max</sub>	G' при температурі tgδ <sub>max</sub> , ГПа	G'' при температурі tgδ <sub>max</sub> , ГПа	Інтервал розклування, град
ЕД-20	10	8,5	-40	0,6	3,0	1,8	54
	20	9,2	-45	0,97	3,4	3,3	60
	30	9,7	-34	0,76	2,4	1,8	40
	20+ 25 ПФА	11,0	-42	0,8	2,6	2,1	56
Т-111	10	9,6	-42	0,76	0,75	0,56	36
	20	9,7	-45	0,74	2,0	1,48	50
	30	11,8	-38	0,88	2,3	2,0	38
	20+ 25 ПФА	9,8	-35	0,8	2,7	2,16	56
УП-655	20	8,3	-38	0,98	3,2	3,14	46
	20+ 25 ПФА	10,6	-30	0,65	2,4	1,56	36

Аналіз даних, представлених на рис.1, рис.2 і в табл.2 показує також, що в низькотемпературній області (від -100 до -80 °C), де полімери знаходяться в склоподібному стані, з підвищенням вмісту епоксиданового олігомеру в суміші ОЕТЦ марки Л-803 (рис.1) динамічний модуль пружності монотонно зростає. Очевидно, це пов'язано з тим, що епоксиуретанова полімерна композиція збагачується жорсткішим компонентом завдяки наявності в хімічній структурі ЕД-20 ароматичних фрагментів і появою додаткових полярних гідроксильних груп в результаті реакції епоксидної групи з аміном, які сприяють утворенню сітки сильніших міжмолекулярних взаємодій. Аналогічне зростання модуля зсуву в склоподібному стані спостерігається і в разі збільшення частки епоксикремнійорганічного олігомеру Т-111 до 30% в системі Т-111:Л-803. Однак рівень значень модуля зсуву для полімерних композицій Т-111: Л-803 трохи вищий в порівнянні із композиціями ЕД-20:Л-803, що, мабуть, зумовлено наявністю в структурі Т-111 окрім жорстких ароматичних циклів ще й гнучких силосанових фрагментів, що забезпечують більшу міжмолекулярну взаємодію ланцюгів між вузлами зшивки в склоподібному стані. Необхідно зазначити, що наявність силосанових ланок в основному ланцюзі олігомера Т-111 впливає і на температуру склування бінарних складів (табл.2). Так температура склування (пік максимуму tgδ) для композиції Т111:Л-803 = 10:90 і 30:70 здвинута в область більш низьких температур на 2-4°C в порівнянні з аналогічними складами для олігомеру ЕД-20.

Отримані результати показують також, що зміна динамічних властивостей при збільшенні вмісту ЕД-20 і Т-111, на перший погляд, носять неоднозначний характер.



Так, з одного боку, при вмісті 20% зазначених олігомерів в суміші спостерігається збільшення піків максимальних значень  $\text{tg}\delta$  і їх звуження, що свідчить про впорядкованість сегментальної рухливості і збільшення структурної однорідності. З іншого боку, зсув піків  $\text{tg}\delta$  і, відповідно, температури склування на 3-5 °С в область більш низьких температур, розширення інтервалу розсклування, більш круте зниження модуля зсуву в склоподібному стані і поява додаткових піків  $\text{tg}\delta$  невеликої інтенсивності в області від -80 до -70°С говорять про деяке розрихлення структури. При подальшому підвищенні концентрації ЕД-20 і Т-111 до 30 мас.% поряд з підвищенням абсолютних значень модуля пружності в склоподібному стані (при-100°С) виявляється ще більш різке його зниження з ростом температури, що свідчить про подальше розрихлення структури відповідних полімерів в склоподібному стані. Очевидно, це пояснюється тим, що зі збільшенням вмісту ЕД-20 і Т-111 росте щільність просторової сітки (табл.1) і число об'ємних ароматичних структур, які знижують ефективність міжмолекулярної взаємодії в склоподібному стані, в результаті чого молекулярна рухливість локального характеру, обумовлена рухом фрагментів гідроксиуретанових ланцюгів, буде "розморожуватись" при більш низьких температурах. Крім того, підвищення щільності зшивання і вмісту ароматичних фрагментів в епоксидуретановому полімері при введенні 30% ЕД-20 і Т-111 сприяє зсуву  $T_c$  в область високих температур на 11 °С та 7 °С відповідно. При цьому, як видно з табл.2, інтервал переходу із склоподібного стану в високоеластичний стан помітно звужується і становить 40°С (для 30% ЕД-20) і 38°С (для 30% Т-111).

Як зазначалось в наведених вище даних, хімічна будова епоксидного олігомеру значно впливає на в'язкопружні і демпфуючі властивості епоксидуретанових композицій, тому вивчена також композиція, що містить аліфатичний хлорвмісний епоксидний олігомер марки УП-655 в суміші з Л-803 (рис.3 і табл.2). Як видно, всі досліджені епоксидуретанові системи характеризуються однією областю "розсклування", про що свідчить мономодальний пік максимуму  $\text{tg}\delta$ , і тому можна говорити про утворення гомогенної системи. Введення 20% аліфатичного епоксидолігомера УП-655 у порівнянні, наприклад, з ароматичним ЕД-20 призводить до зниження модуля зсуву в склоподібному стані (при -100°С) на 10% і його невеликої зміни з підвищенням температури аж до -70°С, до звуження температурної області "розсклування" епоксидуретанового полімеру на 24°С і збільшення температури склування на 7 °С. Така поведінка полімеру в присутності епоксидолігомера УП-655, очевидно, пов'язана з його аліфатичною природою, а саме наявністю в основному ланцюзі гнучких оксидетиленових ланок і бокових сильнополярних атомів хлору між вузлами зшивки, які забезпечують більш високий ступінь міжмолекулярної взаємодії між ланцюгами в склоподібному стані, в результаті чого локальна молекулярна рухливість аліфатичних фрагментів ланцюгів, характерних для суміші Л-803 і УП-655, "розморожується" при більш високій температурі і при цьому досягається висока демпфуюча здатність (максимум  $\text{tg}\delta$  становить 0,98, модуль втрат становить 3,14 ГПа) і як видно з табл.2 величини максимального демпфування знаходиться на рівні складу з 20% ароматичного ЕД-20.

Як було показано нами раніше [10], для ефективного зниження горючості сітчастих епоксидуретанових композицій був використаний ПФА у вигляді дисперсного порошку з середніми розмірами частинок 50-60 мкм. Тому представляло інтерес дослідження впливу ПФА на динамічні механічні властивості епоксидуретанових композицій, що відрізняються хімічною будовою модифікуючих епоксидних олігомерів. Результати цих досліджень представлені на рис.4 і табл.2, звідки видно, що вид кривих зміни динамічного модуля і тангенса кута механічних втрат від температури не відрізняється від аналогічних для ненаповнених складів.

Аналіз кривих зміни модуля зсуву показав, що введення ПФА в композицію модифіковану Т-111, практично не впливає на величину модуля в склоподібному стані, але призводить до підвищення модуля на 20% і 28% для складів, що містять ЕД-20 і УП-655 відповідно. При цьому, на відміну від ненаповнених складів, спостерігається більш повільна зміна модуля з підвищенням температури аж до температур початку процесу "розсклування",

а сама область "розклування" зсувається в різному ступені у бік більш високих температур і при цьому величина температурного інтервалу  $\alpha$ -переходу не зазнає помітних змін, за винятком для наповненого складу з аліфатичним олігомером УП-655, який звужується на 10 градусів.

Температурна залежність  $\text{tg}\delta$  наповнених ЕУ також зазнає деяких змін. Так, введення ПФА в систему з ЕД-20 призводить до незначного підвищення температури склування (близько 3 °С), але сприяє зниженню величини механічних втрат на 17% (з 0,97 до 0,8) щодо ненаповненої композиції. Для наповнених полімерів модифікованих Т-111 і УП-655 температура склування підвищується на 10 та 8 °С відносно ненаповнених складів відповідно. При цьому, значення максимуму  $\text{tg}\delta$  для наповненого складу з Т-111 підвищується на 8% (з 0,74 до 0,8), а для композиції з УП-655 знижуються майже на третину (з 0,98 до 0,65) в порівнянні з ненаповненими композиціями.

Таким чином, у присутності дисперсного антипірену ПФА помітно змінюються динамічні механічні властивості епоксиретанових полімерів в залежності від хімічної будови модифікуючих епоксидних олігомерів в суміші з оліготрициклокарбонатним олігомером. Отже, властивості наповнених епоксиретанових полімерів, як і всіх полімерних композитів, залежать від ступеня взаємодії на межі розділу фаз полімер–наповнювач.

У ряді робіт [11,12] для оцінки ступеня взаємодії полімеру з наповнювачем використовували параметр А, який визначали з наступного рівняння:

$$A = \{1/(1-\varphi_n)\} \cdot (\text{tg}\delta_K/\text{tg}\delta_{\Pi}) - 1; \quad (3)$$

де:  $\varphi_n$  – об'ємна частка наповнювача;  $\text{tg}\delta_K/\text{tg}\delta_{\Pi}$  – тангенс кута механічних втрат наповненого (композиту) і ненаповненого (полімерної матриці) відповідно.

Сильніші взаємодії між наповнювачем і полімером на міжфазній межі обмежують молекулярну рухливість полімерних ланцюгів поблизу поверхні наповнювача в порівнянні з об'ємом матриці, що призводить до зменшення  $\text{tg}\delta$  наповненого полімеру і, відповідно, параметра А. Низька величина А вказує на високий ступінь взаємодії або адгезії між фазами дисперсно-наповненого полімеру. З вищеведеного рівняння слідує, що величина А може приймати мінімальне значення рівне  $A = -1$ , що відповідає умові  $\text{tg}\delta$  композита = 0 або "заморожуванню" молекулярної рухливості.

У таблиці 3 наведені значення параметра А для дисперснонаповнених епоксиретанових композицій, модифікованих різними епоксидними олігомерами.

Таблиця 3.

Значення параметра А для різних епоксиретанових полімерних композитів, наповнених поліфосфатом амонію (15 об.%)

Співвідношення олігомерів в полімері	$\text{tg}\delta_K/\text{tg}\delta_{\Pi}$	Безрозмірний параметр А
ЕД-20:Л-803 = 20:80	0,8 / 0,97	-0,03
Т-111 :Л-803 = 20:80	0,8 / 0,74	+0,27
УП-655: Л-803=20:80	0,65 / 0,98	-0,20

Представлені в табл. 3 дані свідчать про те, що найменше значення параметру А, а отже, найбільша взаємодія між полімером і ПФА характерна для ЕУ композиції, модифікованої аліфатичним олігомером УП-655. Очевидно, це зумовлено наявністю в основному ланцюзі олігомеру оксиетиленових ланок і бокових полярних атомів хлору, які забезпечують більш високий рівень міжфазної взаємодії. Найбільше значення параметра А і, значить, погіршення міжфазної взаємодії відбувається при використанні олігомеру Т-111 у

складі ЕУ полімеру, що пов'язано з наявністю в основному ланцюзі олігомеру олігомеру Т-111 поряд з ароматичними олігомерами гідрофобних кремнійорганічних фрагментів. Логічно, як видно з табл.3, при використанні епоксидіанового олігомеру ЕД-20, в якому присутні тільки ароматичні структури, відбувається зменшення параметра А наповненого ЕУ полімеру відповідно збільшення міжфазної взаємодії в порівнянні з ЕУ композицією, модифікованою Т-111.

Таким чином, за зростанням впливу хімічної структури епоксидолігомерів на рівень міжфазної взаємодії в наповнених ПФА епоксиретанових полімерах їх можна розташувати в наступній послідовності:

$$T-111 < ЭД-20 < УП-655 \quad (4)$$

В такій же послідовності спостерігається відносне зростання модуля зсуву в склоподібному стані для наповнених полімерів (табл. 2) у присутності, зокрема, епоксидних олігомерів ЕД-20 і УП-655. Отже, збільшення міжфазної взаємодії в дисперснонаповненому епоксиретановому полімері сприяє зростанню жорсткості всього композиту. Отримані результати дозволяють також пояснити вплив хімічної природи модифікуючих епоксидних олігомерів на температуру початку розкладу (Тн.р.) наповнених ПФА епоксиретанових полімерів за результатами проведених нами термогравіметричних досліджень [10], де було встановлено, що Тн.р. наповнених полімерів модифікованих ЕД-20 і УП-655 підвищується відповідно на 15 і 25 °С у порівнянні з полімером, що містить Т-111.

Виходячи з результатів проведених досліджень можна зазначити, що епоксиретанові полімерні склади і наповнені ПФА композити на їх основі поблизу температури склування характеризуються високими значеннями  $\text{tg} \delta = 0,7-0,98$ . При цьому, більш високі значення модуля втрат  $G''$  (табл.2) серед наповнених складів мають ЕУ композити, модифіковані Т-111 і ЕД-20. Однак, при підвищенні температури композити переходять в високоеластичний стан, де модуль зсуву та відповідно модуль втрат зменшуються (рис.4). Тому рівень вібродемпфуючої здатності в високоеластичному стані, яка простягається від -20 до +80 °С і вище можна оцінити за величиною механічних втрат. Як видно з рис.4, найбільші значення  $\text{tg} \delta = 0,45-0,47$  в високоеластичному стані спостерігаються для наповнених антипіреном ЕУ матеріалів на основі суміші ЕД-20:Л-803 і, з практичної точки зору, цей склад може бути використаний в якості основи для вогнезахисних і вібропоглинаючих матеріалів, працездатних як при знижених (менше 0 °С), так і помірних температурах (від 0 °С до +60°С).

**Висновки.** Таким чином, проведені дослідження показали, що хімічна будова модифікуючих епоксидних олігомерів та їхній вміст в суміші з олігоефіртрициклокарбонатом впливає як на структурні параметри епоксиретанової полімерної сітки, так і на рівень міжфазної взаємодії в дисперснонаповнених поліфосфатом амонію епоксиретанових матеріалах, що дозволяє регулювати їх в'язкопружні і демпфуючі властивості .

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Нашиф А. Демпфирование колебаний / Нашиф А., Джоунс Д., Хендерсон Дж.; пер. с англ. Л. Г. Корнейчук. – М.: Мир, 1988.- 448 с.
2. Мэнсон Дж. Полимерные смеси и композиты / Мэнсон Дж., Сперлинг Л.; пер. с англ. Ю. К. Годовский.-М.:Химия, 1979.-440 с.
3. Тагер А. А. Физико-химия полимеров / Тагер А. А. - М.: Научный мир, 2007.- 576с.
4. Яковлева Р. А. Вібропоглинальні матеріали на основі модифікованих епоксамінних композицій /Р. А.Яковлева // Хімічна промисловість України.- 1997.- №3.- С.46-49.
5. Филипович А. Ю. Особенности модификации эпоксидных полимеров олигоциклокарбонатами / А. Ю.Филипович, С. Н.Остапюк, Н. А.Бусько, В. К.Грищенко

- [и др.]// Полимерный журнал -2009.-Т.31.-№3.-С.251-255.
6. Шут М. І., Використання методу релаксаційної спектроскопії в курсі загальної фізики / М. І.Шут, А. В.Касперський – К.: КДПІ, 1990. - 40 с.
  7. J. Perez Исследование полимерных материалов методом механической спектроскопии // Высокомолек. соед., 1988, т. 40.Б., №1, - С. 102-135.
  8. Бартнев Г. М., Физика полимеров / Г. М. Бартнев, С. Я. Френкель– Львов:Химия, 1990.-432с.
  9. Тейтельбаум Б. Я. Термомеханический анализ полимеров / Б. Я. Тейтельбаум– М.: Наука, 1979. – 236с.
  10. Березовский А. И. Оценка термоокислительной деструкции и горючести реакционноспособных олигомеров / А. И. Березовский, И. Г. Маладыка, Н. В. Саенко, Р. А. Быков [и др.]// Сборник «Пожарная безопасность: теория и практика». - 2011.- №7 – С. 16-20.
  11. Kybat Y. Characterization of interfacial interaction in high density polyethylene filled with glass spheres using dynamic-mechanical analysis / Kybat Y., Rigdahl M., Welander M., J. Appl. // Polymer Sci.– 1990.– V. 39. – No.5.- P. 1527-1539.
  12. Козлов Г. В. Структурный аспект межфазной адгезии в углепластике / Г. В. Козлов, А. И.Буря, В. З.Алоев, Ю. Г.Яновский //Физическая мезомеханика.-2005.-Т.8.-№2. - С.35-38.

УДК 536.3: 535.34:614.838.441

А.Г. Виноградов, к.ф.-м.н., доц., АПБ им. Героев Чернобыля

## РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ СФЕРИЧЕСКИХ КАПЕЛЬ ВОДЫ

Представлены результаты расчетов поглощения в сферической капле воды электромагнитного излучения ближнего ИК-диапазона, которое соответствует тепловому излучению абсолютно черного тела при типичных температурах очага пожара (700 К – 1800 К). Выполнены расчеты спектральных распределений интенсивности излучения, прошедшего через каплю, для различных температур пожара и для различных размеров капли. Рассчитаны зависимости интегральных тепловых потоков прошедшего излучения и коэффициента пропускания лучистого теплового потока от указанных параметров.

**Ключевые слова:** капля воды, поглощение излучения, коэффициент пропускания, численные расчеты.

**Постановка проблемы.** Вопросы, связанные с использованием распыленных водяных струй (РВС) в качестве тепловых экранов в зоне пожара, с течением времени приобретают все большую актуальность. Распыленная вода различной степени дисперсности стала более доступной и популярной, что связано и с новыми техническими возможностями, и с возросшими экологическими требованиями, и с прогрессом в тактике тушения пожаров. Все большее распространение получают дренчерные водяные завесы как средство предотвращения распространения пожара, а также обеспечения безопасных условий для эвакуации людей из горящих помещений [1]. РВС получают также и с помощью пожарных стволов и насадок специальных конструкций, а также разнообразных автоматических установок, которые используют как для тушения пожаров, так и для защиты от тепловых потоков (теплового экранирования) [2, 3].

В связи с этим возникают вопросы об эффективности данного средства в качестве теплового экрана, о целесообразности его использования в тех или иных ситуациях, о пределах его возможностей и, наконец, о выборе наиболее оптимальных режимов его эксплуатации. К сожалению, имеющиеся в литературе сведения на эту тему являются довольно скудными и зачастую противоречивыми [4 – 6]. В частности, практически отсутствует достоверная информация, как экспериментального, так и теоретического характера, о коэффициенте экранирования лучистого теплового потока с помощью распыленной воды. Неосвещенным остается и вопрос об относительной роли процессов рассеяния и поглощения теплового излучения каплями воды в общем процессе теплового экранирования.

Целью данной работы является выполнение расчетов, которые позволят сделать количественные выводы о процессе поглощения в сферических каплях воды инфракрасного (ИК) излучения от типичного очага пожара. Кроме того, результаты расчетов должны дать качественную информацию о влиянии параметров излучения и капель на коэффициент экранирования теплового излучения с помощью РВС.

**Постановка задачи.** Необходимо выполнить расчеты спектральных распределений интенсивности излучения, прошедшего через каплю, для различных температур источника теплового излучения и для различных размеров капли. Также необходимо рассчитать зависимости интегральных тепловых потоков прошедшего излучения от указанных параметров с целью определения коэффициента экранирования. В качестве первичного излучения используется электромагнитное излучение ближнего ИК-

диапазона, которое соответствует тепловому излучению абсолютно черного тела при типичных температурах очага пожара (700 К – 1800 К).

**Взаимодействие излучения с каплей**

При прохождении электромагнитной волны через однородное вещество она постепенно затухает при увеличении пройденного пути  $x$  (закон Бугера-Ламберта-Бера) [7, 8]:

$$I = I_1 \cdot e^{-\alpha_\lambda x}, \tag{1}$$

где  $I$  – текущая интенсивность, Вт/м<sup>2</sup>,  $I_1$  – начальное значение интенсивности,  $\alpha_\lambda$  – коэффициент поглощения, м<sup>-1</sup>, зависящий от длины волны  $\lambda$ .

Оптические свойства вещества (включая его способность поглощать электромагнитное излучение) определяются его комплексным показателем преломления  $m = n + ik$ , где  $n$  – показатель преломления,  $k$  – показатель поглощения, каждый из которых имеет сложную зависимость от длины волны.

Коэффициент поглощения  $\alpha_\lambda$  связан с показателем поглощения  $k$  следующим соотношением [7]:

$$\alpha_\lambda = 4\pi k / \lambda. \tag{2}$$

В данной работе для получения достаточно подробной зависимости  $\alpha_\lambda$  от длины волны была использована зависимость  $k(\lambda)$ , представленная в [9] в табличном виде. На основании этих данных с помощью формулы (2) была получена таблица значений  $\alpha_\lambda$ . Соответствующий график представлен на рис. 1, где значения  $\alpha_\lambda$  вдоль вертикальной оси отложены в логарифмическом масштабе.

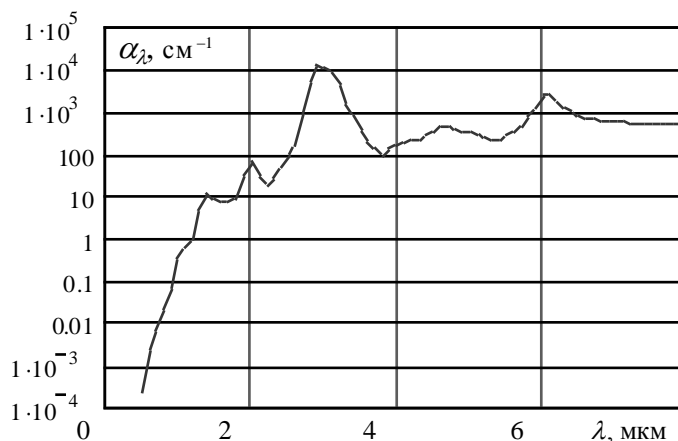


Рис. 1 – Зависимость коэффициента поглощения электромагнитного излучения в воде от длины волны

Из данной зависимости следует, что в весьма узком интервале длин волн (от 0,5 мкм до 3 мкм) зависимость коэффициента поглощения от длины волны является очень сильной, изменение его величины на этом интервале достигает почти 8 порядков. Вследствие этого излучение поглощается водой избирательно, в зависимости от его длины волны.

При прохождении электромагнитной волны через дисперсную среду (каковой, в частности, является вода, распыленная в воздухе) вместо соотношения (1) следует применять подобную формулу [7, 8, 10]:

$$I = I_1 \cdot e^{-\alpha_{ext} x}, \tag{3}$$

где  $\alpha_{ext}$  – коэффициент экстинкции, м<sup>-1</sup>:

$$\alpha_{ext} = N(C_{abs} + C_{sca}) = N C_{ext}, \tag{4}$$

где  $N$  – счетная концентрация капель (количество капель в единице объема), м<sup>-3</sup>,  $C_{abs}$ ,  $C_{sca}$  и  $C_{ext}$  – эффективные сечения, соответственно, поглощения, рассеяния и экстинкции для отдельной капли.

Энергетический поток излучения, взаимодействующего с каплей, делится в результате этого взаимодействия на несколько компонент (рис. 2):

$$W_1 = W_{dif} + W_{refl} + W_{out} + W_{abs}, \tag{5}$$

где  $W_{dif}$ ,  $W_{refl}$ ,  $W_{out}$  – энергетические потоки, рассеянные, соответственно, вследствие дифракции, отражения и преломления, а  $W_{abs}$  – энергетический поток, поглощенный каплей. Следует иметь в виду, что дифракционная составляющая  $W_{dif}$  для крупных капель

практически не изменяет направление распространения лучей [11, 12], а потому при расчете экранирующих свойств РВС ее можно не учитывать.

Каждый энергетический поток  $W$  связан с соответствующей интенсивностью излучения  $I$  соотношением  $W = I \cdot C$ , где  $C$  – эффективное сечение данного потока. Сечение рассеяния  $C_{sca}$  можно представить как сумму сечений, которые соответствуют рассеяниям вследствие дифракции, отражения и преломления:

$$C_{sca} = C_{dif} + C_{refl} + C_{out}.$$

Известно, что для больших капель диаметром  $d \gg \lambda$  [10 – 12]:

$$C_{ext} = 2\pi d^2/4,$$

$$C_{dif} = \pi d^2/4.$$

Таким образом,

$$C_{abs} + C_{refl} + C_{out} = \pi d^2/4. \quad (6)$$

Расчет в приближении геометрической оптики для сферических капель позволил найти [12]:

$$C_{refl} = 0,066 \cdot \pi d^2/4. \quad (7)$$

В итоге получим:

$$C_{abs} + C_{out} = 0,934 \cdot \pi d^2/4. \quad (8)$$

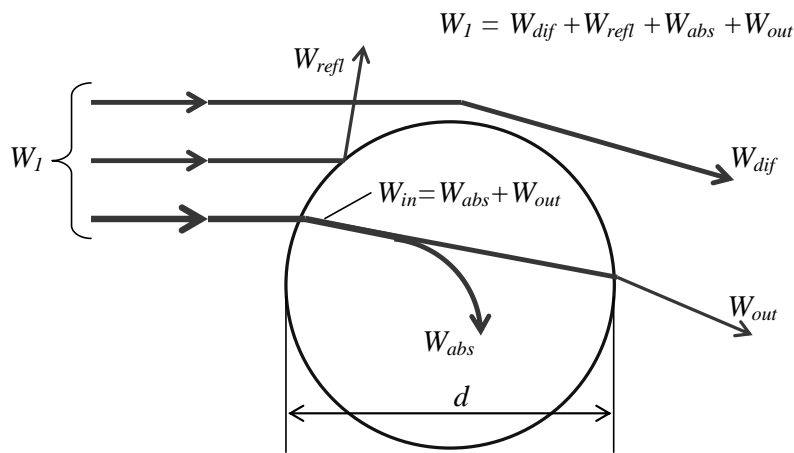


Рис. 2 – Схема взаимодействия теплового излучения с каплей воды

Это соотношение соответствует излучению  $W_{in}$ , входящему внутрь капли, где часть его энергии  $W_{abs}$  поглощается водой, превращаясь в тепловую энергию, а другая часть  $W_{out}$  выходит наружу, добавляясь к рассеянному излучению (рис. 2).

**Расчет спектра проходящего через каплю теплового излучения**

Для определения  $W_{out}$  рассмотрим затухание излучения при его распространении внутри капли через воду как через непрерывную среду. В этом случае используем закон Бугера-Ламберта-Бера для непрерывной среды в виде (1), где длина пути в воде  $x$  по порядку величины соответствует диаметру капли  $d$ . Исходя из условия  $d \gg \lambda$  для типичных параметров РВС и теплового излучения ( $d > 50$  мкм,  $\lambda \sim 3$  мкм), в данной работе использовалось приближение геометрической оптики.

Вследствие сильной зависимости коэффициента поглощения  $\alpha_\lambda$  от длины волны (рис. 1) различные спектральные составляющие излучения поглощаются в разной степени, т.е. капля воды действует как фильтр, частично пропуская одни части спектра и почти полностью поглощая другие. Это приводит к необходимости выполнять расчеты отдельно для каждой длины волны и получать результат в виде спектрального распределения излучения, прошедшего определенный путь в избирательно поглощающей среде (воде). Длина пути зависит как от размера капли, так и от траектории каждого луча внутри капли,

которая, в свою очередь, зависит от угла падения луча на поверхность капли и от показателя преломления воды. Показатель преломления  $n$  также зависит от длины волны. В связи с этим, точный расчет спектральных распределений становится очень сложным.

Чтобы чрезмерно не усложнять расчеты, в данной работе используется приближение, в котором для всех траекторий лучей внутри капли принято одинаковое значение длины пути. Элементарный расчет на основе геометрической оптики позволяет найти, что для различных траекторий длина пути  $x$  изменяется в пределах от  $0,66 \cdot d$  (для скользящего падения лучей) до  $d$  (для нормального падения). При этом наиболее коротким траекториям, близким к  $0,66 \cdot d$ , соответствуют лучи с минимальной интенсивностью, вследствие высокого коэффициента отражения на поверхности капель именно для этих лучей. Основной вклад в энергетический поток излучения, прошедшего внутрь капли, дают лучи, длина пути которых внутри капли близка к  $d$ . Поэтому, принимая для расчета поглощения излучения длину пути  $x \approx d$ , мы не сделаем большой ошибки.

Спектральное распределение интенсивности первичного излучения для расчетов принято равным таковому для абсолютно черного тела (планковский спектр):

$$I_{1\lambda} = I_{10} \cdot \lambda^{-5} (e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1)^{-1}. \quad (9)$$

Таким образом, учтена зависимость спектра первичного излучения от температуры его источника (температуры очага пожара).

Расчеты выполнялись в спектральном интервале  $0,5 \text{ мкм} \leq \lambda \leq 8 \text{ мкм}$ , что позволило учесть более 90% интегрального теплового потока для типичных температур пожара. Дискретность расчетов по длинам волн составляла  $0,1 \text{ мкм}$  (76 расчетных точек на один спектр).

Интенсивность каждой спектральной компоненты, прошедшей через каплю и вышедшей наружу, рассчитывалась по формуле закона Бугера-Ламберта-Бера (1), принимая, в соответствии с указанным выше приближением, длину пути  $x = d$ :

$$I_{out\lambda} = I_{in\lambda} \cdot e^{-\alpha_{\lambda} d}. \quad (10)$$

В (10) через  $I_{in\lambda}$  обозначена величина  $0,934 \cdot I_{1\lambda}$  (входящее внутрь капли первичное излучение), в соответствии с (8).

Некоторые из полученных спектральных распределений представлены на рис. 3.

Графики, представленные на рис. 3, демонстрируют зависимость спектра проходящего излучения  $I_{out}$  от температуры источника (левая часть рис. 3) и от размера капель (правая часть). Графики спектральных распределений  $I_{out\lambda}$ , а также  $I_{in\lambda}$  нормированы на максимум соответствующего планковского спектра  $I_{in\lambda max}$ . Приведенные здесь же графики  $\alpha_{\lambda}$  (аналог рис. 1, но в линейном масштабе) представлены в произвольных единицах; их масштаб выбран, исходя из наибольшей наглядности.

Представленные на рис. 3 спектры  $I_{in\lambda}$  полностью совпадают с соответствующими спектрами  $I_{1\lambda}$  (спектрами излучения абсолютно черного тела), т.к. умножение на постоянный коэффициент  $0,934$  не влияет на их форму.

Анализируя данные расчетов и полученные на их основе графики, можно сделать следующие качественные выводы:

1) Вследствие специфического характера зависимости коэффициента поглощения воды от длины волны наименее эффективно экранируется коротковолновая часть спектра теплового излучения. По этой причине при повышении температуры очага пожара (при смещении максимума спектра излучения в сторону коротких волн) коэффициент экранирования теплового потока должен ухудшаться.

2) При повышении температуры, наряду со смещением максимума, происходит уменьшение ширины планковского спектра за счет снижения относительного уровня длинноволновой части спектра, что также ухудшает коэффициент экранирования.



3) Изменение длины пути (диаметра каплей  $d$ ) существенно влияет не только на коэффициент экранирования, но и на спектр проходящего излучения. При уменьшении  $d$  в спектре появляются более длинноволновые компоненты, привязанные по длине волны к минимумам в зависимости коэффициента поглощения.

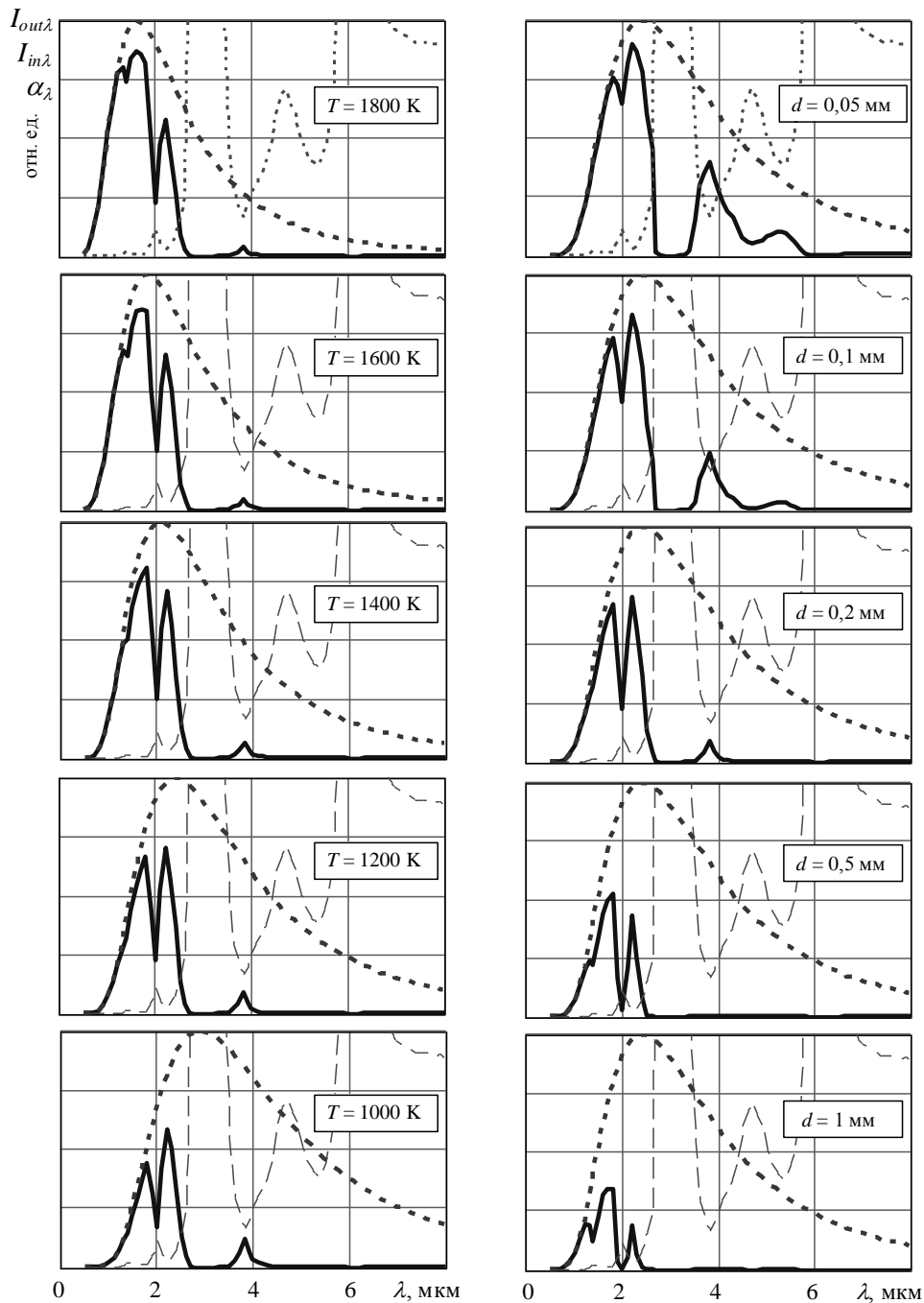


Рис. 3 – Спектральные распределения входящего излучения  $I_{in\lambda}$  (толстый пунктир), проходящего излучения  $I_{out\lambda}$  (сплошная линия), коэффициента поглощения воды  $\alpha_\lambda$  (тонкий пунктир); слева – распределения для различных температур при  $d = 0,2$  мм; справа – распределения для различных диаметров каплей при  $T = 1200$  К.

**Расчет коэффициента пропускания теплового излучения каплей воды**

Коэффициентом пропускания капли  $\eta$  будем считать отношение энергетического потока излучения  $W_{out}$ , проходящего через объем капли и выходящего наружу, к

енергетическому потоку излучения  $W_{in}$ , падающего на геометрический контур капли и проникающего в ее объем (см. рис. 2):

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} = \frac{W_{out}}{W_{abs} + W_{out}}. \quad (11)$$

В некоторых случаях целесообразно использование величины, обратной коэффициенту пропускания, которую будем называть коэффициентом экранирования (он определяет, во сколько раз внутри капли ослабляется проходящий через нее энергетический поток):

$$\delta = 1/\eta. \quad (12)$$

Напишем энергетические потоки через соответствующие интенсивности и сечения, учитывая (8):

$$W_{in} = W_{abs} + W_{out} = I_1 \cdot (C_{abs} + C_{out}) = I_1 \cdot 0,934 \cdot \pi d^2/4 = (I_{abs} + I_{out}) \cdot \pi d^2/4, \quad (13)$$

где  $I_{abs}$  и  $I_{out}$  – интенсивности, соответствующие индексам, усредненные по сечению  $\pi d^2/4$ .

В данном соотношении не учтено рассеяние лучей за счет преломления в капле. Хотя для каждой капли после рассеяния сечение потока меняется вследствие расходимости пучка, учитывать это явление для большого количества капель (для всей РВС) нет необходимости, поскольку общее количество энергии, рассеянной в правое полупространство (в геометрии рис. 2), от перераспределения направления лучей не зависит. Здесь учтено, что при рассеянии на сферической капле воды преобладает малоугловое рассеяние, т.е. рассеянием на углы, превышающие  $90^\circ$ , в первом приближении можно пренебречь [12].

С учетом (13) из (11) получим формулу для коэффициента пропускания капли через эффективные сечения:

$$\eta = \frac{4 \cdot C_{out}}{0,934 \cdot \pi d^2} = 1 - \frac{4 \cdot C_{abs}}{0,934 \cdot \pi d^2}, \quad (14)$$

или через средние интенсивности излучения:

$$\eta = \frac{I_{out}}{0,934 \cdot I_1} = \frac{I_{out}}{I_{in}}. \quad (15)$$

Интенсивность проходящего излучения  $I_{out}$  может быть рассчитана с помощью интегрирования соответствующего спектра по всем длинам волн. Учитывая, что реальные расчеты выполнялись в указанном выше ограниченном интервале длин волн  $0,5 \text{ мкм} \leq \lambda \leq 8 \text{ мкм}$  (который является достаточным для оценочных расчетов), интегрирование следует ограничить именно этим интервалом. Таким образом, интегральная интенсивность проходящего излучения:

$$I_{out} \approx \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} I_{out} \lambda d\lambda, \quad (16)$$

где  $\lambda_{min} = 0,5 \text{ мкм}$ ,  $\lambda_{max} = 8 \text{ мкм}$ . Аналогично, средняя интегральная интенсивность для падающего на каплю и проникающего внутрь излучения:

$$I_{in} = I_{abs} + I_{out} = 0,934 \cdot I_1 = \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} I_{in} \lambda d\lambda. \quad (17)$$

Таким образом, при данной методике вычисления коэффициент пропускания равен отношению площадей под сплошной кривой (спектр  $I_{out}$ ) и под пунктирной кривой (спектр  $I_{in}$ ) на соответствующем графике рис. 3.

Численное интегрирование по формулам (16) и (17) было выполнено для спектров, соответствующих следующим значениям параметров:

- температура в интервале (700÷1800) К с шагом 100 К;

- диаметры капель 0,05мм; 0,1 мм; 0,2 мм; 0,5 мм; 1 мм.

По результатам интегрирования были построены графики зависимостей  $I_{out}(T)$ ,  $I_{in}(T)$  и  $\eta(T)$  для всех значений диаметров капель. На рис. 4 приведены примеры таких графиков для  $d = 0,2$  мм. Графики  $I_{out}(T)$  (штрих-пунктир) и  $I_{in}(T)$  (пунктир) нормированы на максимальное значение (при  $T = 1800$  К) зависимости  $I_{in}(T)$ . График зависимости  $\eta(T)$  (сплошная линия) получен вычислением по формуле (15) через соответствующие значения  $I_{out}(T)$  и  $I_{in}(T)$ .

С практической точки зрения наибольший интерес представляют зависимости коэффициента пропускания  $\eta$  от температуры очага пожара  $T$  и от диаметра капель  $d$ . В табл. 1 и на рис. 5 приведены значения  $\eta$ , полученные в результате численного интегрирования для приведенных выше значений  $T$  и  $d$ .

Приведенные на рис. 5 количественные зависимости подтверждают качественные выводы, сделанные выше на основании вида расчетных спектров проходящего сквозь каплю излучения (рис. 3). В частности, коэффициент пропускания существенно увеличивается (т.е. эффективность экранирования ухудшается) при повышении температуры очага пожара.

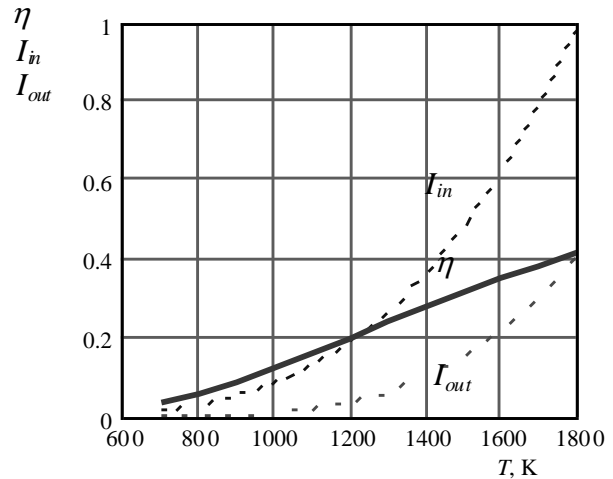


Рис. 4 – Графики зависимостей  $I_{out}(T)$ ,  $I_{in}(T)$  и  $\eta(T)$

Таблица 1 – Результаты расчета  $\eta$  для различных значений  $T$  и  $d$

$T, K$ $d, mm$	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
0,05	0,204	0,236	0,272	0,311	0,352	0,393	0,432	0,470	0,506	0,538	0,568	0,595
0,1	0,090	0,121	0,157	0,197	0,239	0,282	0,325	0,366	0,404	0,440	0,473	0,504
0,2	0,036	0,058	0,087	0,121	0,158	0,197	0,237	0,275	0,313	0,348	0,381	0,411
0,5	0,012	0,024	0,041	0,062	0,087	0,115	0,144	0,175	0,205	0,234	0,263	0,290
1	0,005	0,011	0,020	0,033	0,049	0,067	0,088	0,110	0,132	0,155	0,178	0,200

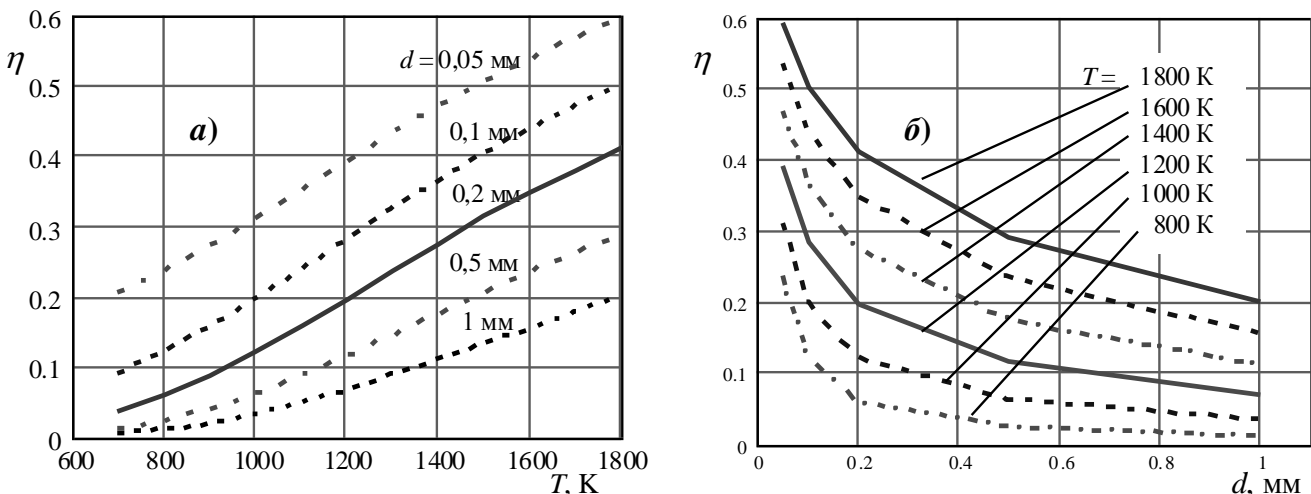


Рис. 5 – Графики зависимостей  $\eta(T)$  для различных значений диаметра капли (a) и  $\eta(d)$  для различных значений температуры очага пожара (б)

Следует иметь в виду, что полученные расчетные значения коэффициента пропускания лучистого теплового потока являются величинами, полученными для отдельной капли, но не для всей РВС. Это коэффициент пропускания энергетического потока сечением  $\pi d^2/4$ , падающего на сферическую каплю и проходящего через нее с соответствующим ослаблением вследствие поглощения излучения в водной среде.

Если же говорить о коэффициенте пропускания РВС, то необходимо учесть энергетический поток через всю область пространства, занятую РВС, в том числе и ту его часть, которая проходит через это пространство свободно, не взаимодействуя с каплями. Кроме того, для концентрированных РВС необходимо учесть также кратные взаимодействия, когда часть потока последовательно проходит через две, три или более капель. Для выполнения таких расчетов, кроме найденных и заданных выше величин  $\eta$ ,  $d$  и  $T$ , необходимо задать также пространственное распределение концентрации капель и учесть статистически случайный характер их пространственного положения.

### **Выводы**

Выполнены расчеты спектров пропускания сферическими каплями воды теплового электромагнитного излучения от абсолютно черного тела. Получены спектры для температур источника в интервале (700 – 1800) К и диаметров капель в интервале (0,05 – 1) мм. Исследованы качественные изменения данных спектров в зависимости от указанных параметров. Численное интегрирование расчетных спектров позволило рассчитать интенсивности проходящего излучения для каждого значения температуры источника и диаметра капель и построить соответствующие графические зависимости. На основе этих данных выполнены расчеты коэффициента пропускания теплового излучения отдельной каплей и построены графики его зависимости от температуры источника и диаметра капель.

Представленная работа является необходимым этапом для теоретического анализа экранирующих свойств распыленных водяных струй противопожарного назначения. Дальнейшим развитием данной работы будет применение полученных результатов для выполнения расчетов общего коэффициента пропускания РВС в зависимости от параметров распыленной воды и очага пожара. Кроме того, необходимо выполнить представленные выше расчеты в более строгой постановке (учет длины и интенсивности различных траекторий лучей внутри капли, учет зависимости коэффициента преломления от длины волны и др.).

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Жаров А. Дренчерные завесы: теория и практика [Электронный ресурс] / А. Жаров, А. Зархин, М. Митрофанова // БДИ, 2006. – № 5 (68). – с. 24-28. – Режим доступа к журн.: <http://mx1.algoritm.org/arch/?id=22&a=547>
2. Оросители водяных и пенных автоматических установок пожаротушения / Л.М. Мешман, С.Г. Цариченко, В.А. Былинкин, В.В. Алешин, Р.Ю. Губин; под общ. ред. Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2002. – 315 с.
3. Цариченко С.Г. Проблемы использования тонкораспыленной воды в автоматических установках пожаротушения [Электронный ресурс] / С.Г. Цариченко // Алгоритм безопасности, 2005. – № 5. – С. 28-30. – Режим доступа к журн.: [http://www.algoritm.org/arch/05\\_5/05\\_5\\_12.pdf](http://www.algoritm.org/arch/05_5/05_5_12.pdf)
4. Buchlin J.-M. Thermal shielding by water spray curtain [Электронный ресурс] / J.-M. Buchlin // J. Loss Prev. Process Industries, 2005. – vol. 18. – no. 4-6. – pp. 423-432. – Режим доступа к журн.: <http://www.iitk.ac.in/che/jpg/papersb/full%20papers/B-%2071.pdf>
5. Boulet P. Heat transfer through a water spray curtain under the effect of a strong radiative source [Электронный ресурс] / P. Boulet, A. Collin, G. Parent // Fire Safety J., 2006. – 41(1). – pp. 15-30. – Режим доступа к журн.: <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/11/37/28/PDF/Boulet2006.pdf>

6. Collin A. Water mist and radiation interactions: application to a water curtain used as a radiative shield / A. Collin, S. Lechene, P. Boulet, G. Parent // Numerical Heat Transfer, Part A: Applications, 2010. – Volume 57. – pp. 537-553.
7. Борен К. Поглощение и рассеяние света малыми частицами / К. Борен, Д. Хафмен. – М.: Мир, 1986. – 664 с.
8. Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию / П. Райст. – М.: Мир, 1987. – 280 с.
9. Hale G.M. Optical constants of water in the 200 nm to 200 mm wavelength region / G.M. Hale, M.P. Querry // Appl. Optics, 1973. – vol. 12. – no. 3. – pp. 555–563.
10. Зуев В.Е. Оптика атмосферного аэрозоля / В.Е. Зуев, М.В. Кабанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 255 с.
11. Хюлст Г. Рассеяние света малыми частицами / Г. ван де Хюлст. – М.: Изд-во иностр. лит., 1961. – 564 с.
12. Шифрин К.С. Рассеяние света в мутной среде / К.С. Шифрин. – М.: Гостехиздат, 1951. – 288 с.

УДК 35.083:351.743

Ю.М. Горбаченко, к.і.н., В.С. Чубань, к.е.н., АПБ імені Героїв Чорнобиля

## ЧИННИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАКОННОСТІ ТА СЛУЖБОВОЇ ДИСЦИПЛІНИ ПРАЦІВНИКІВ МНС УКРАЇНИ

На підставі контент аналізу виявлено основні причини суб'єктивного характеру, що призводять до порушень режиму законності та службової дисципліни працівниками МНС України. Сформовано бачення низки відповідних заходів з метою недопущення порушень законності та службової дисципліни.

**Ключові слова:** чинники службової дисципліни, чинники законності, працівники МНС України.

**Постановка проблеми.** Дотримання службової дисципліни та законності у сучасних умовах розвитку державного будівництва, набуває особливо важливого значення.

З'ясування чинників, завдяки яким можливо змінити дієвість роботи працівників МНС України відноситься до не розв'язаних практикою та наукою питань. Від безумовної виконавчості того хто рятує життя інших залежить значною мірою не лише кількість врятованих та постраждалих, а також матеріальні цінності суспільства.

У власному науковому пошуку ми спираємось на доробки М.І. Ануфрієва, О.М. Бандурки, Є.Я. Оспіщева, якими визначено фактори впливу на підготовку правоохоронця. Проте постать працівника МНС України і до цього часу не стала об'єктом наукового вивчення.

Підтримання на належному рівні службової дисципліни та законності працівниками МНС України в службовій діяльності полягає насамперед, у бездоганному і неухильному дотриманні Конституції України, Закону України «Про правові засади цивільного захисту», Закону України «Про дисциплінарний статут служби цивільного захисту», інших статутів та нормативних актів.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Аналіз дисциплінарної практики, узагальнення накопичених наукових даних дозволяє визначити основні причини порушень законності та службової дисципліни. У вітчизняній юридичній літературі питанням дотримання законності та службової дисципліни присвячена значна кількість наукових праць М.І. Ануфрієва, О.М. Бандурки, В.С. Венедиктова, В.Г. Лихолоба, М.В. Парасюка, С.С. Сливки, В.І. Щербини, В.А. Друзя, О.В. Соболева, О.В. Тимченка, А.А. Стародубцева, І.В. Жданової, Є.Я. Оспіщева та ін. Праці зазначених авторів можна вважати науковим фундаментом для подальших досліджень багатогранної діяльності по зміцненню законності та службової дисципліни працівників МНС України.

### **Постановка задачі та її розв'язання.**

Мета роботи полягає у теоретичному обґрунтуванні основних причини суб'єктивного характеру, що призводять до порушень режиму законності та службової дисципліни в процесі специфічної професійної діяльності особового складу МНС України, та підготовки відповідних заходів що до зміцнення та підтримання на належному рівні службової дисципліни та законності особовим складом МНС України.

Для досягнення поставленої мети визначено такі основні завдання:

- визначення основних причини суб'єктивного характеру, що призводять до порушень режиму законності та службової дисципліни.
- підготовка пропозицій щодо профілактики та недопущення порушень службової дисципліни та законності особовим складом МНС України.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.** Вивченням проблематики порушень законності та службової дисципліни займаються вітчизняні практики, учені М.І. Ануфрієв, О.М. Бандурка, Ю.П. Бітяк, В.С. Венедиктов, Є.Я. Оспіщев, Д.О. Гавриленко, А.Т. Комзюк.

Досвід і практика переконують у тому, що, як правило, факти порушення законності та службової дисципліни трапляються там, де панує ліберальне ставлення керівників до порушників, де не вирішуються проблеми працівників МНС України (зокрема, побутові, особисті), де не здійснюється на належному рівні якісна професійна підготовка та інше.

Такий стан справ завдає суттєвої шкоди авторитету органам та підрозділам МНС України, підриває довіру до їх, створює несприятливі умови для роботи особового складу МНС України.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Законність є однією з фундаментальних категорій права, відіграє важливу роль у функціонуванні правових відносин суспільства. З появою держави і права вона знаходиться в центрі уваги представників багатьох наук, серед яких суттєву роль відіграє осмислення, відображення її у суспільній свідомості, оцінка її ролі в державному управлінні, правотворчому процесі, збереженні стабільності розвитку суспільства.

Законність - це державно-правовий режим, за допомогою якого забезпечується загальнообов'язковість юридичних норм в суспільстві та державі. В умовах розбудови української держави дотримання і зміцнення законності в органах та підрозділах МНС України набувають виняткового значення. Тому й приділяється цій проблемі особлива увага на найвищому державному рівні.

Однак стан забезпечення законності в МНС України в останній час викликає серйозне занепокоєння не тільки керівництва держави, а й широкого громадського загалу.

Сучасний стан розвитку суспільства і соціальна практика об'єктивно вимагають активного і цілеспрямованого вивчення існуючих соціально-правових проблем, в яких чільне місце займає законність, що є «критерієм правового життя суспільства і громадян» [6].

В юридичній науці під законністю розуміють «неухильне виконання законів і відповідних їм інших нормативних актів органами держави, посадовими особами, громадянами та громадськими організаціями». Це означає, що законність обов'язкова для всіх інституцій держави й суспільства. Вона також є обов'язковою умовою, що забезпечує безперешкодну реалізацію прав громадян, громадських утворень на самовираження та вільний розвиток.

Зовні законність виражено в законодавстві, під яким прийнято розуміти систему правових актів, у яких норми права знаходять своє зовнішнє відображення.

Будучи умовою вільного розвитку всіх і кожного, законність не повинна ототожнюватися з всюдозволеністю. Саме законність, відображена в правових актах, є тією гранню, яка обмежує свободу кожного заради свободи всіх.

Якщо розглядати принцип законності щодо його практичного застосування, то законність означає, що всяке рішення державних і недержавних органів, уповноважених на те осіб не повинно суперечити чинному законодавству; має бути прийняте в межах компетенції органу або посадової особи, що його приймає, з додержанням необхідної процедури; мусить сприяти створенню, закріпленню або розвитку корисних для суспільства відносин.

Законність можна розглядати і як метод державного управління, тобто як сукупність прийомів, способів, за допомогою яких держава забезпечує належну поведінку своїх суб'єктів.

Законність - це також режим системи відносин громадян, громадських та інших недержавних утворень, органів місцевого самоврядування з органами, що представляють різні гілки державної влади. Такий режим має сприяти забезпеченню прав і законних

інтересів особи, її всебічному розвитку, формуванню й розвитку громадянського суспільства, ефективній діяльності державного механізму.

Службова дисципліна – бездоганне та неухильне виконання особовим складом МНС України службових обов'язків, установлених Законом України «Про правові засади цивільного захисту», Законом України «Про дисциплінарний статут служби цивільного захисту», іншими нормативно-правовими актами та контрактом про проходження служби в органах та підрозділах МНС України.

Службова дисципліна, моральні засади діяльності органів та підрозділів МНС України, базуючись на високій свідомості працівників, у нинішніх умовах зумовлюються, зокрема, гуманізацією чинного законодавства, підвищенням інтересу до людської особистості, усвідомленням її як найвищої цінності. Все це, у свою чергу, вимагає від особового складу МНС України, під час виконання службових обов'язків неодмінно бути витриманими, уважними, неупередженими у своїх діях, володіти належною культурою поведінки[1].

Як відомо, незаконні дії, грубощі, факти особистої недисциплінованості, необґрунтовані рішення та інші неправомірні дії дестабілізуюче впливають на правопорядок у суспільстві. Тому необхідно систематично аналізувати, виявляти та вивчати умови та причини порушень службової дисципліни працівниками МНС України, вживати радикальні заходи щодо їх викорінення, виходячи зі специфіки роботи кожного органу чи підрозділу.

Значення дисципліни як правової категорії полягає в тому, що вона: по-перше, сприяє досягненню високої якості результатів праці окремо взятого працівника та всього підрозділу в цілому; по-друге, створює умови для працівника трудитися з повною віддачею, проявляти розумну ініціативу й новаторство в праці; по-третє, підвищує ефективність виробництва й продуктивність праці кожного працівника; по-четверте, сприяє охороні здоров'я під час трудової діяльності, охороні праці кожного працівника й усього колективу в цілому. [4].

Суттєвою причиною порушень службової дисципліни є інколи низька управлінська культура з боку керівників підрозділів, відсутність належного контролю, бюрократизм, що міцно вкоренився у стилі роботи деяких керівників. Новаторство, творчість у діяльності, не можуть знайти собі дорогу, нововведення надсилають обов'язково «зверху», і виконувати їх треба у примусовому порядку. Праця повинна обов'язково приносити задоволення, бути творчою і цікавою[13].

Законність і дисципліна - основні умови існування будь-якої демократичної держави, її обов'язкові риси. Вони невід'ємні одна від одної. Законність можлива тільки за суворого дотримання дисципліни всіма фізичними та юридичними особами, а дисципліна, в свою чергу, обумовлюється межами закону.

Нами проведено контент аналіз матеріалів офіційного сайту Головного територіального управління МНС України Львівської області та визначено що, до основних причини суб'єктивного характеру, що призводять до порушень режиму законності та службової дисципліни відносяться: недостатня кваліфікація керівних кадрів; волюнтаризм у дисциплінарній практиці; низький рівень професійної підготовки та правосвідомості працівників; слабка постановка індивідуально-виховної роботи, особливо з молодим поповненням; відсутність належної вимогливості з боку керівників; відсутність стійких моральних переконань; самовпевненість, звичка не зважати на загальноприйняті норми поведінки; нерозуміння мети та характеру служби, відсутність зацікавленості в ній; небажання працювати; зловживання службовим становищем та владою; впевненість у можливості залишатися невиявленим; зневажливе ставлення до вимог службової дисципліни[13].

Зазначені прояви створюють ґрунт на якому вчинюються відповідні правопорушення.



Проаналізувавши результати нашого дослідження проведеного з респондентами які працюють в різних підрозділах МНС України, ми прийшли до висновку, що на стан дотримання законності та службової дисципліни значно впливає морально-психологічний клімат у колективі. Там, де обрані ефективні методи виховання особового складу, де налагоджений громадський осуд щонайменшого порушення, там дисципліна належна.

Одним із чинників збільшення кількості порушень законності та службової дисципліни, особовим складом підрозділів МНС України є формалізм у системі службової підготовки працівників МНС України. Службова підготовка зводиться до монотонного читання наказів та нотацій підлеглим, не проводиться глибокий аналіз дисциплінарних проступків допущених особовим складом, і як слідство необізнаність в питаннях законності та службової підготовки.

Наступним чинником є застаріла система оцінки дисциплінарних порушень. Існуюча система дисциплінування є інфантильною до більшості дисциплінарних провин та не реагує на реальне становище у підрозділі, вона не є прозорою і, як слідство, рішення, які приймаються системою управління процесами дисциплінування, не відповідають необхідним вимогам.

Дослідження проблеми дотримання законності та службової дисципліни працівниками МНС України, дозволяють запропонувати відповідні заходи щодо профілактики та недопущення порушень службової дисципліни та законності:

удосконалення організації повсякденного процесу служби особового складу шляхом розробки та впровадження нормативно-правового порядку у вирішенні повторюваних завдань (розпорядок дня, правил дії по тривозі, підготовки і проведення навчальних занять, несення наряду і т.д.);

удосконалення матеріально-технічних умов, необхідних для дисциплінованої поведінки працівника МНС України, послідовне виключення того, що заважає їм дотримуватися правових, моральних і статутних норм;

формування індивідуальної і колективної дисциплінованості, навчання підлеглих теоретичним та практичним основам в питаннях дотримання законності та службової дисципліни під час проведення занять із службової підготовки, виховання їх у дусі поваги до сформованого в підрозділі порядку;

удосконалення управління системою дисциплінування, створення практично нової нормативно-правової бази і приведення її у відповідність до сучасного стану суспільних відносин.

**Висновки.** Теоретичний пошук дав можливість з'ясувати співвідношення між законністю та службовою дисципліною. Законність можна розглядати як статику (сукупність норм, законодавчих актів), службову дисципліну - як динаміку законності (певні дії з виконання вимог норм і законодавчих актів).

Теоретичний аналіз чинників оптимізації законності та службової дисципліни, і проблем пов'язаних з функціонуванням системи дисциплінування підводить до питання про основні напрямки реформи даної системи. Основні зусилля доцільно зосередити на впровадженні нової нормативно-правової бази; реформуванні організаційно-управлінських структур; удосконаленні форм і методів дисциплінування, враховуючи індивідуально-виховні важелі.

#### **Перспективи подальших досліджень.**

Надзвичайно актуальним є здійснення наукових досліджень з проблем зміцнення дисципліни та законності у діяльності працівників МНС України, підготовка науково обґрунтованих рекомендацій щодо попередження та викорінення негативних явищ у системі дисциплінування МНС України.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про Дисциплінарний статут служби цивільного захисту» за станом на 05.03.2009 р. / Верховна Рада України. – Офіц.вид. – К.: Парламент. Вид-во, 2009.
2. Закон України «Про Дисциплінарний статут митної служби України»: за станом на 06.09.2005 р. / Верховна Рада України. – Офіц.вид. – К.: Парламент. Вид-во, 2005.
3. Наказ МНС України від 30.01.2012 року № 85 «Про порядок обліку правопорушень, подій та грубих дисциплінарних проступків, забезпечення контролю за станом дисципліни та законності в органах та підрозділах цивільного захисту»
4. Александров Н.Г. Трудовое правоотношение : монография / Н.Г. Александров. - М.: Проспект, 2008. - 344 с.
5. Ануфрієв М.І. Управлінські шляхи зміцнення дисципліни в органах внутрішніх справ (соціолого-правові аспекти): Дис. канд. юрид. наук. – Харків, 1998.
6. Бахрах Д. Н. Административное право: учебник для вузов / Д.Н. Бахрах. - М.,1997.
7. Бовина Б.Г. Основные виды деятельности и психологическая пригодность к службе в системе органов внутренних дел: справочное пособие. / Б.Г. Бовина, Н.И. Мягких, А.Д. Сафронова. Под ред. - М.:МВД РФ,1997.
8. Гусов К.Н., Толкунова В.Н. Трудовое право России: Учебник.- М., 2001. - С. 332.
9. Китов А.И. Психология управления : учебник для вузов / А.И. Китов - М.: Академия МВД СССР,1979.
10. Комзюка А.Т. Адміністративна відповідальність в Україні : навч. посіб. / А.Т. Комзюка / за заг. ред.– 2-ге вид., перероб. і допов. – Х.: Ун-т внутр. справ, 2000.
11. Оспішев Є.Я. Організаційно-правове забезпечення службової дисципліни курсантів вищих навчальних закладів МВС України: Дис. канд. юрид. наук. – Харків, 2004.
12. Пришпико С.М. Трудове право України: підручник / С.М. Пришпико, О.М. Ярошенко - Х., 2001. - С. 510.
13. Матеріали офіційного сайту Головне управління МНС в Львівській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.lviv.mns.gov.ua/content/dotrum\\_duscupl.html](http://www.lviv.mns.gov.ua/content/dotrum_duscupl.html)

УДК 614.8

Л.Ф. Дзюба, к. т. н., доц. Л.А. Кавецький,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

## ОРГАНІЗАЦІЯ СПУСКУ ПОТЕРПІЛИХ ІЗ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕРХОЛАЗНОГО СПОРЯДЖЕННЯ

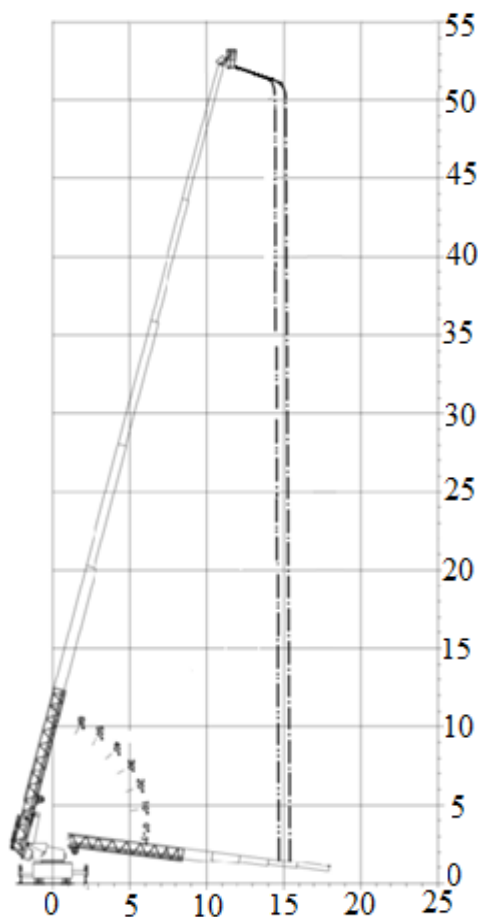
У разі виникнення надзвичайної ситуації найбільш поширеним способом евакуації потерпілих із верхніх поверхів багатоповерхової будівлі є спуск за допомогою пожежних автодрабин чи автопідіймачів. На практиці виникають обставини, за яких застосування цієї техніки з багатьох причин є неможливим. У такому разі для порятунку потерпілих із небезпечної зони рятувальникам доводиться спускати їх за допомогою висотно-верхолазного спорядження. Організація такої рятувальної операції вимагає злагодженості та чіткості дій кожного з виконавців. У статті уточнена методика, що містить алгоритм дій для рятувальників під час спуску потерпілих із багатоповерхових будівель двома способами. А також наведено методичні рекомендації щодо забезпечення безпеки при організації спуску потерпілого за допомогою верхолазного спорядження.

**Ключові слова:** рятувальник, верхолазне спорядження, алгоритм дій, спуск потерпілого.

**Вступ.** Кількість пожеж на території України в 2011 році зменшилась на 2,3% у порівнянні з 2010 роком. Однак кількість загиблих під час пожеж збільшилась на 1,6% та становила 2863 особи, з них 92 дитини. Значна частина пожеж сталася у житлових будинках (близько 30%). На житловий сектор також припало майже 99% загибелі людей від пожеж [1]. Значна кількість фактів групової загибелі людей була зареєстрована у багатоповерхових будинках. Основна причина загибелі людей під час пожежі у багатоповерховій будівлі – відсутність можливості скористатися шляхами евакуації.

**Постановка проблеми.** У багатоповерхівці шляхами евакуації служать коридори, сходові клітки та зовнішні пожежні драбини. Якщо потерпілим не вдається (шляхи евакуації відрізані чи охоплені полум'ям; заповнені димом чи зруйновані) або вони нездатні (втрачена свідомість чи отримана травма) самостійно покинути будівлю, тоді для їх евакуації рятувальники залучають пожежні автодрабини чи колінчасті автопідіймачі.

Однак, як показує практика, трапляються ситуації коли використання цієї техніки є неможливим. Причиною такого обмеження може бути заставлена автівками чи захаращена прибудинкова територія, а в окремих випадках і незаконне встановлення ларьків чи допоміжних прибудов. Неодноразово виникають пожежі, на які прибуває сучасна техніка, що здатна розгорнутись на висоту вище 16-ого поверху, проте не в змозі забрати потерпілих із висоти 8-го поверху через обмеженість під'їзду на потрібну відстань до будинку. Так, автодрабина Mercedes METZ L53 (автомобіль такого типу перебуває на озброєнні в одному із пожежних підрозділів м. Львова), найбільша робоча висота підйому якої 53м, має максимально можливий виліт люльки 15м (рис. 1). Отже, ця автодрабина здатна доставляти люльку для евакуації водночас двох потерпілих на будь-який поверх у межах цієї висоти за умови, що відстань від зовнішньої стіни будівлі до місця встановлення автодрабини не перевищує 13 м (з урахуванням необхідних 2 м на розстановку опорних лап). До прикладу, на пожежі, що виникла в дев'яти поверховому офісному приміщенні Владивостока у 2006 році загинуло дев'ятеро осіб, вистрибнувши з верхнього поверху. Тоді, значна кількість припаркованих автомобілів загордила проїзд та місце встановлення пожежних автодрабин [2].



**Рис.1.** Межі робочого поля автотрабини Mercedes METZ L53

У випадку, коли проведення евакуаційних робіт за допомогою пожежної автотрабини чи колінчастого підіймача є неможливим, рятувальникам

потрібно спускати потерпілих із небезпечної зони (верхніх поверхів) в безпечну (нульова відмітка) по рятувальних мотузках з використанням висотно-верхолазного спорядження.

**Аналіз останніх публікацій.** На сьогодні практична діяльність рятувальників оперативно-рятувальної служби ЦЗ України щодо проведення аварійно-рятувальних робіт під час надзвичайних ситуацій здійснюється згідно з «Тимчасовим статутом дій у надзвичайних ситуаціях (Частина 1, 2)» [3,4] та «Правилами безпеки праці в органах і підрозділах МНС України» [5]. У навчальному посібнику «Пожежно-рятувальна підготовка» [6] описано загальний порядок організації таких робіт, однак не розроблений чіткий алгоритм дій виконавців робіт. Тому на сьогодні не існує методики з певним алгоритмом щодо організації спуску потерпілого з верхніх поверхів будівлі за допомогою верхолазного спорядження.

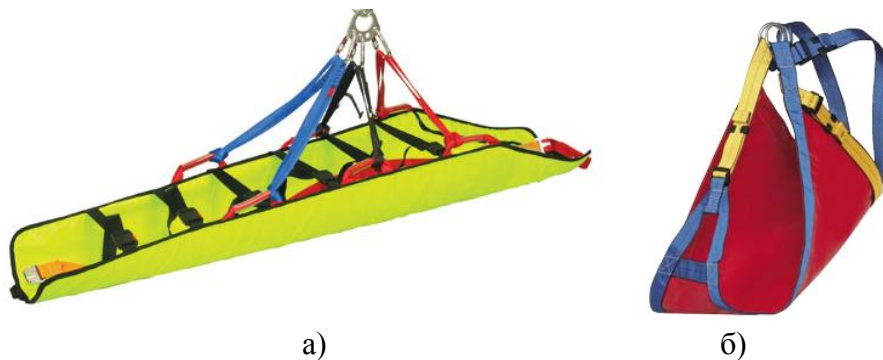
**Мета роботи.** Розробити методику з алгоритмом дій безпечного спуску потерпілих із багатоповерхової будівлі за допомогою верхолазного спорядження.

**Виклад основного матеріалу.** На практиці рятувальники використовують два основних способи евакуації потерпілих шляхом спуску за допомогою

верхолазного спорядження:

- 1) спуск по вертикальних перилах;
- 2) спуск по похилій переправі.

Залежно від стану потерпілого, для його спуску можна використовувати різне рятувальне спорядження (рис. 2). Так, якщо потерпілий похилого віку або з важкими травмами, його спуск організують у рятувальних ношах (рис. 2, а), в інших випадках – у рятувальній системі «косинка» (рис. 2, б).

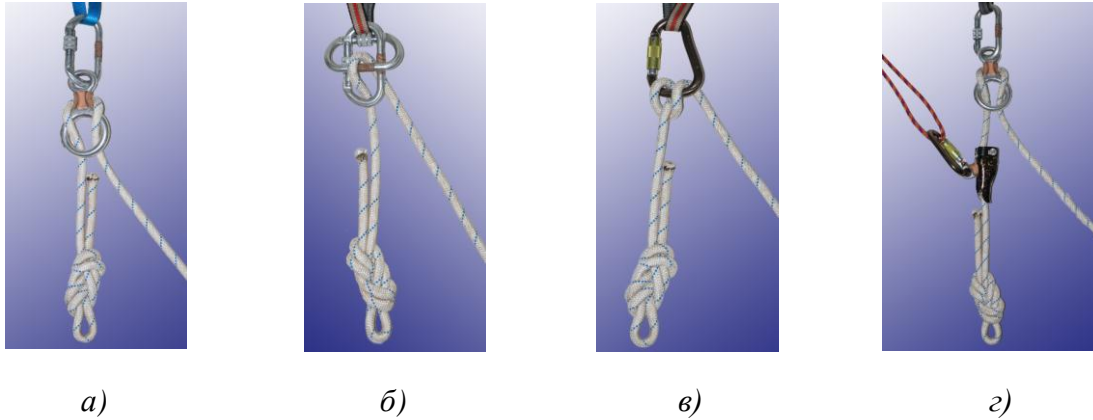


**Рис. 2.** Рятувальне спорядження для спуску потерпілого: а) рятувальні ноші MS01; б) рятувальна «косинка» Petzl

Сучасні фірми-виробники пропонують широкий асортимент такого спорядження,

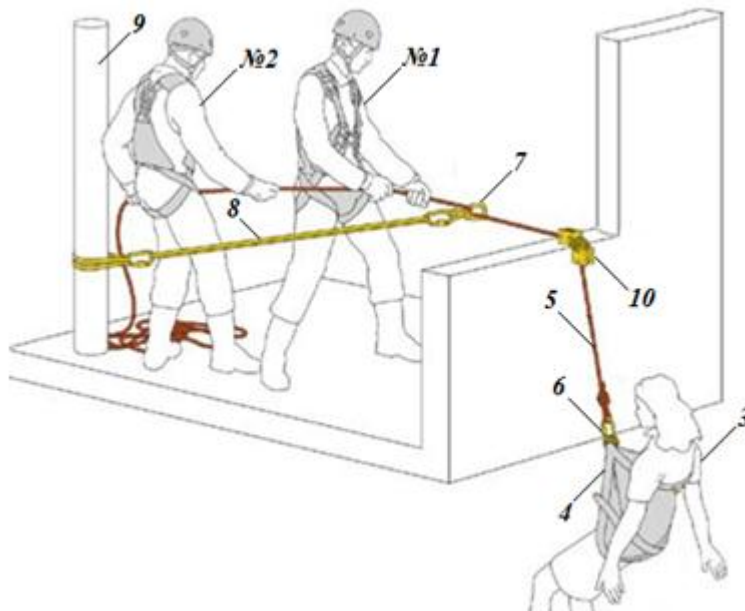
яке є достатньо зручним (незначна вага, оптимальний розмір, простота конструкції) та надійним в експлуатації (міцні металеві сплави та синтетичні волокна).

Для безпечного спуску потерпілого будь-яким із двох вказаних способів, рятувальники організують гальмівну систему (рис. 3). На рис. 3 а гальмівна система побудована з використанням спускового пристрою «вісімка», на рис. 3 б за допомогою спеціального вузла «карабінне гальмо», а на рис. 3 в – вузла «UIAA». Для додаткової страхівки рятувальники доповнюють таку систему затискачем «Shunt» (рис. 3 г).



*Рис. 3. Організація гальмівної системи з використанням:  
а) спускового пристрою «вісімка»; б) спеціального вузла «карабінне гальмо»;  
в) спеціального вузла «UIAA»; г) затискача «Shunt»*

Спуск потерпілого по вертикальних перилах вважається найпоширенішим способом порятунку. На практиці рятувальники спускають таким способом потерпілого з покрівлі чи верхнього поверху будівлі у безпечну зону при умові, що на вертикальному шляху по якому здійснюється рятування (зовнішня частина будівлі) відсутні перешкоди. Для виконання такої рятувальної операції необхідно, як мінімум, двоє рятувальників (рис. 4), які працюють водночас.



*Рис. 4. Схема рятування потерпілого способом «спуск по вертикальних перилах»*

Алгоритм дій цих двох рятувальників має бути таким:

1) рятувальник №2 одягає на потерпілого (3) рятувальний трикутник «косинка» (4) та приєднує до нього кінець рятувальної мотузки (5) через карабін (6);

2) рятувальник №1 складає гальмівну систему. Для цього він заправляє рятувальну мотузку (5) у спусковий пристрій «вісімка» (7) та, створивши відтяжку (8), приєднує створену систему до надійної конструкції (9);

3) рятувальник №2 для захисту рятувальної мотузки від перетирань встановлює на підвіконник протектор (10);

4) перевіривши правильність усіх з'єднань, рятувальник №2 допомагає вийти потерпілому у вікно, а рятувальник №1 натягує двома руками рятувальну мотузку перед «вісімкою»;

5) під час спуску рятувальник №2 перебуває позаду рятувальника №1. Взявшись двома руками за рятувальну мотузку, він виконує функції страхувальника;

б) рятувальник №1 регулює швидкість спуску, шляхом збільшення кута заломлення та сили натягу рятувальної мотузки;

7) після спуску потерпілого у безпечну зону рятувальники виймають рятувальну мотузку з «косинкою» на поверх та готуються до спуску наступного потерпілого.

Евакуація потерпілих із багатоповерхових будівель, способом «спуск по похилій переправі» застосовується рятувальниками у випадку, коли:

- безпечна зона знаходиться на відстані від будівлі, з якої виконують спуск (наявність розширеної забудови на першому поверсі багатоповерхового будинку або великої кількості уламків навколо будинку);

- на нижче розташованих поверхах знаходяться небезпечні для спуску по вертикальних перилах фактори (пожежа, наявність гострих країв конструкцій, кондиціонерів тощо).

Суть цієї евакуації полягає у спуску потерпілого по косо натягнутій мотузці, закріпленій у двох точках на різній висоті. Таку переправу організують з двох рятувальних мотузок: робочої та страхувальної. Сила натягу робочої мотузки завжди є більшою, ніж страхувальної. Окрім цього, обидві мотузки, по-можливості, кріплять в різних місцях на будівлі. Дещо спрощений варіант організації переправи – це натягування зведеної мотузки, коли дві мотузки кріплять разом. Перевагою застосування зведеної мотузки є виграш у часі та відсутність значного прогину мотузок під вагою потерпілого, а недоліком – необхідність знайти надійне місце для кріплення. Натягують мотузку за допомогою рятувального автомобіля або з використанням системи поліспасти. Рятувальники спускають потерпілого по робочій мотузці на карабині грушоподібної форми або на подвійному блок-ролику (рис.5).



Рис. 5. Верхолазне спорядження :  
а) карабін Attache screw-lock;  
б) блок-ролик «Pulley twin roll»

Швидкість спуску регулюють додатковою мотузкою, яку видають через гальмівну систему. Причому місце організації цієї системи може бути як зверху (небезпечна зона), так і на нульовій відмітці біля автомобіля (безпечна зона). Для виконання цієї рятувальної операції необхідно залучити не менше п'яти рятувальників, двоє з яких мають перебувати внизу у безпечній зоні для прийому потерпілого (рис. 6). Алгоритм дій рятувальників під час організації спуску потерпілого по похилій переправі такий:

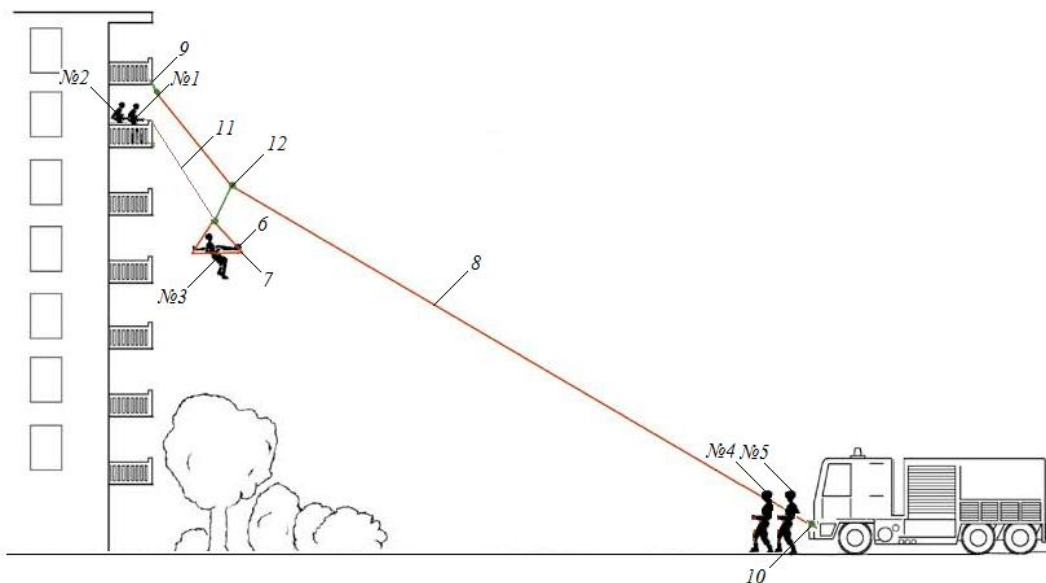
1) рятувальник №2 та №3 укладають потерпілого (6) у рятувальні ноші (7) та фіксують

його регулюючими поясами;

2) рятувальник №1 закріплює подвійну рятувальну мотузку (8) вузлом «булінь» за надійну опору (9) на поверсі та скидає її середину вниз;

3) рятувальник №4 на середині подвійної мотузки зав'язує вузол «подвійна вісімка» та через два сталеві карабіни кріпить її до фаркопу (10) рятувального автомобіля. Після цього рятувальний автомобіль, від'їхавши назад, створює певний натяг мотузки;

- 4) рятувальник №1 організовує на поверсі гальмівну систему (див. рис. 3) та приєднує кінець додаткової мотузки (11) до кріплення рятувальних нош;
- 5) рятувальник №3 організовує систему кріплення до рятувальних нош;
- 6) рятувальник №1, №2 та №3 приєднують рятувальні ноші через блок-ролик (12) до подвійної мотузки та перевіряють правильність усіх з'єднань;
- 7) рятувальник №2 допомагає вийти рятувальнику №3 із ношами через край балкона;
- 8) рятувальник №1 регулює швидкість спуску рятувальних нош із потерпілим, шляхом збільшення кута заломлення та сили натягу додаткової мотузки;
- 9) рятувальник №2 додатково страхує двома руками видавання додаткової мотузки;
- 10) рятувальник №3 під час спуску супроводжує рятувальні ноші з потерпілим та контролює їх розташування у просторі;
- 11) на момент завершення спуску рятувальники №4 та №5 приймають потерпілого із рятувальником №3 та знімають систему кріплення нош до мотузки;
- 12) за необхідності продовження евакуації, рятувальники №1 та №2 виймають рятувальні ноші нагору по натягнутій мотузці за допомогою допоміжної та повторюють процес евакуації потерпілого.



**Рис. 6.** *Схема рятування потерпілого способом «спуск по похилій переправі»*

Такі рятувальні роботи слід виконувати швидко, але з дотриманням запобіжних заходів, щоб не заподіяти шкоди людям, яких рятують. Нижче наведено методичні рекомендації щодо забезпечення безпеки потерпілих та рятувальників при організації спуску за допомогою верхозалазного спорядження:

- забороняється користуватися для рятування мокрими та вологими рятувальними мотузками, а також тими, що не знаходяться у бойовому розрахунку [5];
- перед початком спуску потрібно переконатись, що довжина мотузки забезпечує повний спуск на землю[5];
- особливу увагу рятувальникам слід звертати на початок виходу потерпілого з вікна, щоби на перегині підвіконника під мотузкою не опинилась його рука;
- при спуску потерпілого з метою запобігання ударів до підвіконника чи виступів на будівлі, рятувальникам необхідно знизу відтягувати потерпілого за допомогою додаткової мотузки;
- спуск потерпілого по рятувальній мотузці проводиться особовим складом у рукавицях, щоб запобігти травмам рук [5];

- для захисту мотузок на перегінах рятувальникам в якості протекторів слід використовувати куски пожежних рукавів довжиною 0,8 –1м;

- місцями для закріплення мотузки можуть бути колони, перила сходових кліток та балконів. При наявності на стінах радіаторів опалення (чавунних) місцем закріплення мотузки можуть послужити гаки на яких вони підвішені.

**Висновки:**

1) обґрунтовано актуальність використання верхолазного спорядження для рятування потерпілих з багатоповерхових будівель під час виникнення надзвичайних ситуацій;

2) уточнено методику та розроблено алгоритм дій рятувальників для спуску потерпілого двома способами: по вертикальних перилах та похилій переправі;

3) наведені рекомендації щодо дотримання правил безпеки праці при організації рятувальних робіт за допомогою верхолазного спорядження.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. <http://ua.for-ua.com/incident/2012/01/12/113038.html>
2. <http://ossia.ucoz.ru/news/2006-01-21-54>
3. Наказ МНС України №667 від 26.09.2007р. «Про введення в дію Тимчасового статуту дій у надзвичайних ситуаціях» (Частина 1).
4. Наказ МНС України №96 від 07.02.2008р. «Про введення в дію Тимчасового статуту дій у надзвичайних ситуаціях» (Частина 2).
5. Наказ МНС України №312 від 07.05.2007р. «Про затвердження Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС».
6. Безуглов О.Є. Пожежно-рятувальна підготовка: навч. посіб. / О.Є. Безуглов, І.А. Горпинич, Д.В. Олійник, О.М. Семків, В.В Сипавін. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – 228 с. ISBN 978-617-619-018-9



УДК 004.942

И.А. Жирякова, к.т.н., ЧНУ им. Б. Хмельницкого,  
С.Н. Одокиенко, к.т.н., доц., АПБ им. Героев Чернобыля МЧС Украины

## КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассматривается концептуальная модель автоматизированной системы поддержки принятия решений по оценке техногенной безопасности объектов техносферы на потенциально опасных производствах, а также на предприятиях, имеющих развитую инфраструктуру.

**Ключевые слова:** автоматизированная система, система поддержки принятия решений, концепция, чрезвычайная ситуация, моделирование.

**Введение.** Техногенный риск для жизнедеятельности является естественной платой за высокий уровень цивилизации. Однако все мы должны быть уверены в том, что специалисты на основе его анализа предусмотрят все необходимые меры для сведения этого риска к минимуму, т.е. к обеспечению техногенной безопасности (ТБ). И первым шагом в таком анализе является анализ опасности объектов техносферы.

**Постановка проблемы.** Безопасность жизни и деятельности человека коррелирует с общим социально-экономическим статусом любого государства, который оценивается ООН по интегральному показателю – индексу человеческого развития. По данным за 2011 год [1] Украина занимает 76 место среди 187 стран мира, а в тройке лидеров по-прежнему остаются Норвегия, Австралия и Голландия. Поэтому ТБ, наряду с политической, военной, экономической, информационной и другими видами безопасности, остается одним из важных составных элементов национальной безопасности Украины, что подтверждается соответствующими законами Украины [2-3], а её обеспечение – важным аспектом деятельности государства в этом направлении, что подтверждается указом Президента Украины [4].

Каждый год в Украине в среднем возникает 237 чрезвычайных ситуации (ЧС) техногенного характера. За 2010 год на территории Украины зарегистрировано 254 ЧС. Соответственно Государственному классификатору чрезвычайных ситуаций ДК 019-2001 они распределились на ЧС: техногенного характера – 130, природного характера – 108, социально-политического характера - 16. В результате указанных ЧС погибло 361 лицо (из них 39 детей) и 753 – пострадали (из них 242 ребенка) [5].

Ежегодно материальный ущерб и количество жертв от ЧС техногенного характера неуклонно возрастают и достигают значительных размеров. Высокий уровень убытков зарегистрирован в 2000 году – около 120 млн. гривен, наименьший – в 1998, 1999 и 2004 годах – около 25 млн. гривен.

На сегодняшний момент информация об угрозе возникновения или возникновении ЧС предоставляется в оперативно-диспетчерскую службу МЧС автоматизированными системами раннего выявления ЧС (согласно приказу № 288 МЧС Украины от 15.05.2006 – [6]) в режиме автоматического телефонирования с передачей тревожного языкового извещения, информативность которого является недостаточной для принятия управленческих решений относительно эффективных действий по локализации и ликвидации ЧС. Поэтому, разработка концептуальной модели автоматизированной системы поддержки принятия решений (СППР) по оценке ТБ объектов техносферы для использования на потенциально опасных производствах, а также на предприятиях, имеющих развитую инфраструктуру, является актуальной задачей и согласуется с нормативными документами МЧС Украины [7-8].

**Анализ последних достижений и публикаций.** Несмотря на важность и практическую значимость данной задачи многие научные работы [9-19] посвящены исследованиям различных составляющих ТБ, таких как пожарная, транспортная, радиационная, но не рассматривают данную проблему комплексно.

**Постановка задачи.** Безопасность – проблема многоплановая, которая должна быть разрешена известными способами до того, как отсутствие правильного решения приведет к несчастному случаю или аварии. Первый шаг к ликвидации опасностей состоит в их выявлении, т. е. идентификации.

Оценивание каждой опасности включает изучение вероятности ее появления, а также серьезности травм персонала, поврежденных систем, зданий и прочих компонентов производства, а также экологического ущерба, к которым может привести авария. Опасности должны быть сравнимы, это необходимо для их ранжирования. Для успешного анализа опасностей необходимо провести и изучение контрмер по отношению к каждой из опасностей, что добавляет еще одно направление при проведении анализа, так как в последующем принимаемые решения будут связаны с компромиссами среди альтернативных решений.

Чтобы способы обеспечения безопасности стали реальностью, необходимо использовать определенные процедуры или отдельные действия:

- идентификация опасностей, их анализ и оценка;
- логические процедуры формулирования предупредительных мероприятий (контрмер);
- выбор лучшей контрмеры для внедрения (принятие решения).

СППР по оценке ТБ должна служить первоочередной цели – спасению людей и второстепенной – снижению материального ущерба от ЧС к которой она может привести. Такая система должна анализировать и предоставлять в удобной форме информацию, необходимую для принятия решения по эвакуации людей и принятию мер для ликвидации ЧС. Также система должна соответствовать стандарту МЧС Украины СОУ МНС 75.2-00013528-003:2011 [20]. Требования этого стандарта распространяются на автоматизированные системы раннего выявления техногенных и природных чрезвычайных ситуаций и оповещения, предназначенные для оборудования потенциально опасных объектов и зданий, инженерных сооружений и сетей, расположенных на территориях с риском проявления опасных природных процессов.

Согласно всему выше сказанному можно выделить задачи, решаемые данной системой:

- решение трудноформализуемых задач при управлении ликвидацией ЧС, обусловленных неполнотой и противоречивостью исходных данных;
- анализ, мониторинг и визуализация развития ЧС;
- моделирование развития ЧС с возможностью интерполяции времени распространения полей опасных факторов;
- повышение точности расчетов в условиях ограничения времени и выделяемых ресурсов;
- выработка информации, которая способствует принятию оптимальных управленческих решений;
- учет работы средств обеспечения безопасности;
- накопление информационной основы для оперативной отчетности и дальнейшего статистического анализа.

**Изложение основного материала исследования.** Для организации эвакуационных мероприятий необходимо знать, где и сколько людей находится в здании, какие пути эвакуации для них доступны, сколько человек уже покинуло опасную зону и сколько в ней еще осталось. Такие сведения можно получить из информационной системы предприятия. Поэтому СППР должна тесно интегрироваться с информационной системой

предприятия, иметь возможность получать данные о штатном составе, распределении персонала по зданию, а также информацию из системы контроля и учета доступа, если она установлена.

С другой стороны, СППР должна интегрироваться с комплексами систем внутренней безопасности, получать от них сигналы, извещения и иметь возможность передавать управляющие воздействия.

И, наконец, СППР должна не только автоматически оповещать о возникновении ЧС лиц, принимающих решения, но и передавать им информацию о возможном сценарии развития ЧС на основе оценки факторов риска, модели распространения ЧС и фактической информации, необходимой для организации эвакуации и организации мероприятий, направленных на ликвидацию ЧС.

Для взаимодействия с системами внутренней безопасности может быть использован протокол ВАСnet, который успешно зарекомендовал себя на практике при объединении в единую систему оборудования и управляющих систем различных производителей. Кроме того, стандарт ВАСnet предусматривает использование хорошо освоенных телекоммуникационных технологий (Ethernet, ARCNET, MS/TP, LonTalk, RTP), обеспечивающих высокую скорость и надежность передачи данных, а также дополнительные возможности удаленного доступа и управления по телефонной линии или с мобильных средств связи. Взаимодействие с информационной системой предприятия может осуществляться посредством ODBC либо XML, позволяющими СППР получить доступ к конкретному источнику данных. Предоставление СППР информации, необходимой для принятия решения, может осуществляться через Интернет или GPRS.

Воспользуемся методологией структурного анализа и проектирования (SADT) в IDEF0 нотации для формализации структуры разрабатываемой СППР и процесса решения ею поставленных задач (рис. 1-3).

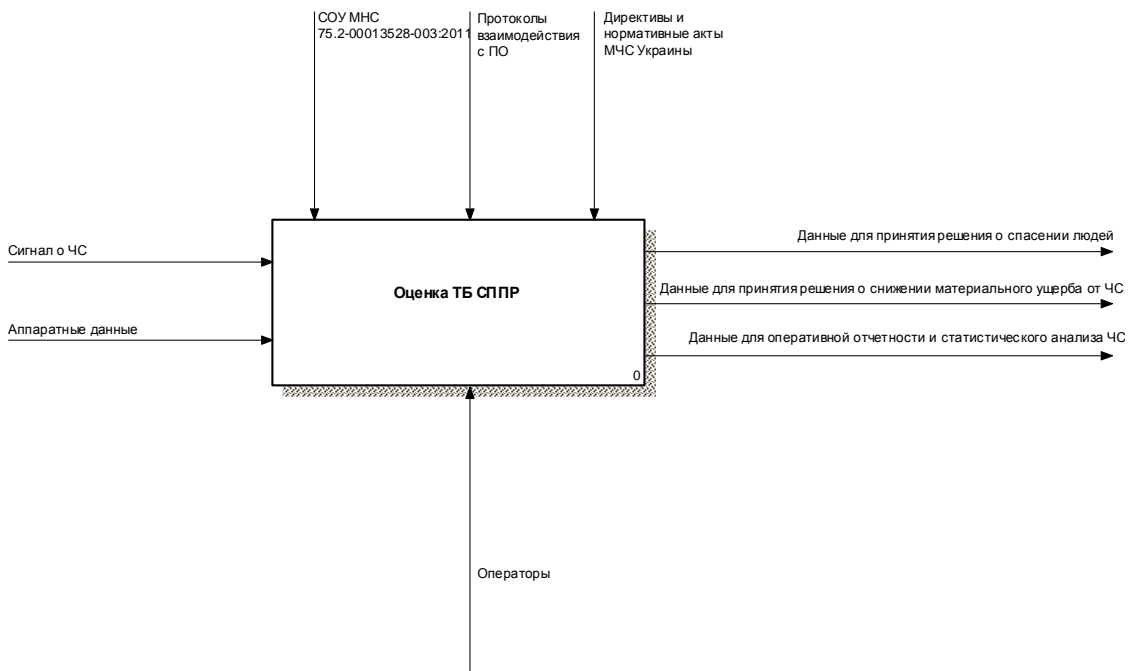


Рис. 1. Взаимодействие СППР с окружением.



Рис. 2. Структура СППР.

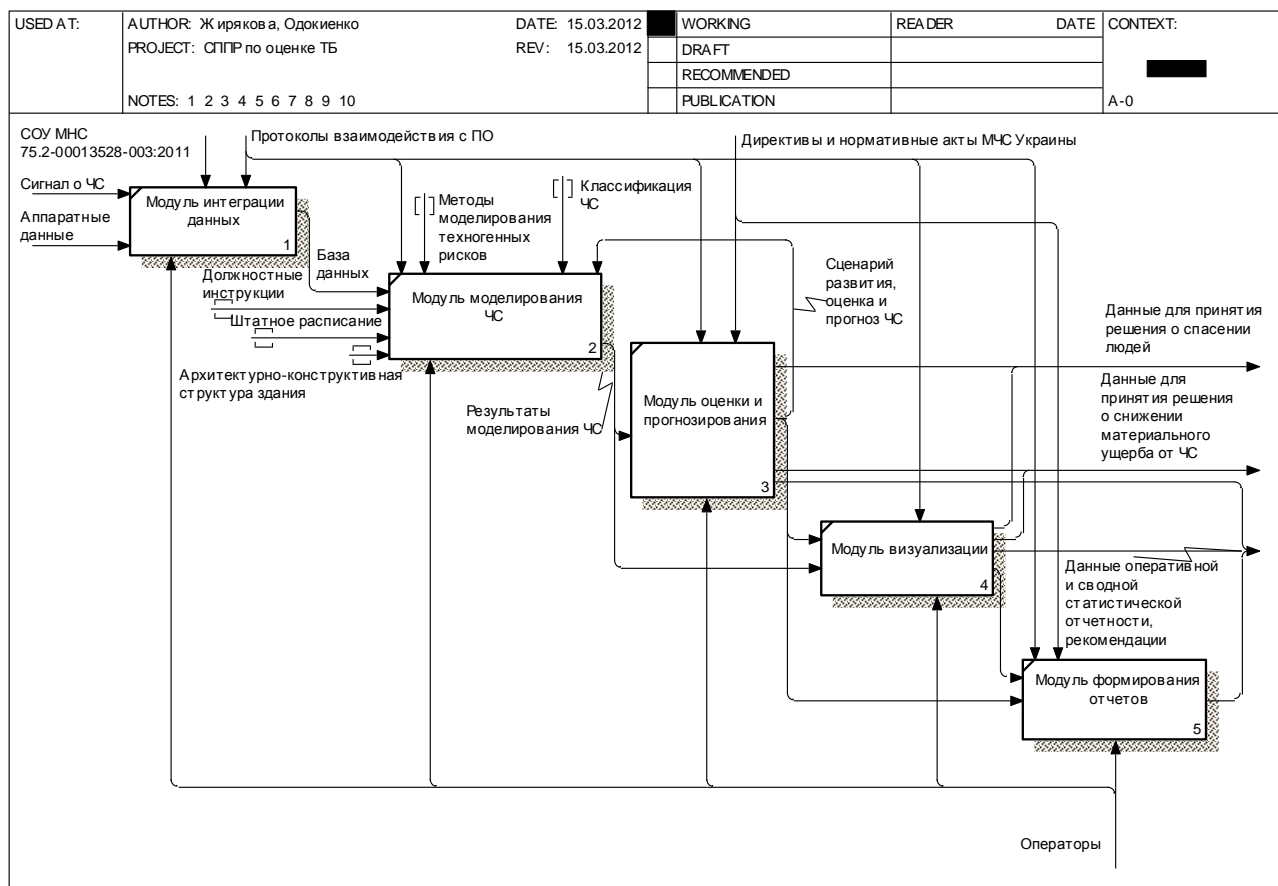


Рис. 3. Процесс работы СППР.

Согласно выделенным задачам в структуре СППР целесообразно реализация следующих модулей: интеграции данных, моделирования ЧС, оценки и прогнозирования, визуализации и формирования отчетов. Каждый модуль будет заниматься реализацией части задач стоящих перед системой.

Модуль интеграции данных необходим для сбора оперативных данных из различных источников, которые в дальнейшем будут использоваться для моделирования ЧС (информация о месте расположения потенциально опасных объектов техносферы на предприятии или месте возникновения ЧС, её виде и, возможно, степени опасности). В качестве источников данных могут рассматриваться, например, автоматизированные системы безопасности, информационная система предприятия, прочие системы. В задачи модуля будет входить преобразование поступивших данных в единый формат и дальнейшее формирование на их основе базы данных, характеризующей ЧС. Например, на основе данных о месте возникновения ЧС можно судить о расположении данного помещения в здании, его назначении, объектах, находящихся в непосредственной близости, и их характеристиках, оценить вероятное количество людей, находящихся в очаге возникновения ЧС.

Для количественной оценки и прогнозирования последствий ЧС требуется создавать её математическую модель, которая должна быть по возможности простой и понятной пользователю, целенаправленной, надежной, удобной в управлении и обращении, достаточно полной, адекватной, позволяющей легко переходить к другим модификациям и обновлению данных. Поэтому в задачи модуля моделирования ЧС входит как непосредственное моделирование ЧС так и моделирование поведения персонала. Моделирование поведенческих реакций осуществляется на основе данных о штатном расписании сотрудников, их должностных инструкциях, архитектурно-конструктивной структуре здания. Результаты, полученные в ходе такого моделирования,

позволяють рекомендувати заходи удосконалення підготовки персоналу до дій в умовах ЧС, а також урахування факторів природного поведінки людей при призначенні розрахункових методів визначення часу початку евакуації. Моделювання ЧС може здійснюватися на основі існуючих методів моделювання техногенних ризиків, а саме: феноменологічних, детерміністських і ймовірнісних. В даний час найбільш перспективними для застосування вважаються детерміністський і ймовірнісний методи. Детерміністський – передбачає аналіз послідовності етапів розвитку аварій, починаючи з початкового події через послідовність передбачуваних стадій відмов, деформацій і руйнування компонентів до встановившогося кінцевого стану системи. Ймовірнісний метод передбачає як оцінку ймовірності виникнення аварії, так і розрахунок відносних ймовірностей того чи іншого шляху розвитку процесів. При цьому аналізуються розгалужені ланцюжки подій і відмов обладнання, вибирається підходящий математичний апарат і оцінюється повна ймовірність аварій.

Модуль оцінки і прогнозування ЧС на основі розроблених моделей і оперативних даних, отриманих з інших модулів, виробляє інформацію, яка буде корисною людині, що приймає рішення. Крім того, в цьому модулі вибирається типовий сценарій розвитку ЧС, по якому далі в модулі візуалізації створюється його тривимірне візуальне зображення на заданому інтервалі часу, що дозволить людині, що приймає рішення, оцінити можливе розвиток ситуації в майбутньому. Також в модулі оцінки і прогнозування повинна бути передбачена можливість вибору як найбільш ймовірного, так і найбільш небезпечного сценарію.

Модуль формування звітів необхідний для формування рекомендацій в області техніки безпеки для виявлених системою потенційно небезпечних об'єктів техносфери, а також статистичного аналізу моделюваної ЧС.

**Висновки.** Представлена в роботі концепція побудови СППР по оцінці ТБ передбачає побудову системи по багаторівневому функціональному принципу, де модулі зв'язані між собою в єдиний ієрархічний обґрунтований комплекс управління безпекою будь-якого потенційно небезпечного виробництва. Система побудована відповідно до дерева завдань і практично повністю незалежна. Для підвищення надійності системи бажано, щоб одна і та ж інформація об аварійних ознаках надходила в неї по декільком інформаційним каналам.

**Перспективи подальших досліджень.** Метою подальших досліджень автори вважають, в першу чергу, критичний аналіз і оцінку найбільш адекватного методу моделювання техногенних ризиків і, в другу чергу, розробку подібної системи і її експлуатацію на виробництві для виявлення можливих недоліків і їх усунення.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Індекс людського розвитку: Україна посіла 76 місце [Електронний ресурс] // MIGnews.com.ua – 2011. – Режим доступу до журн.: <http://mignews.com.ua/ru/articles/91653.html>
2. Закон України «Про цивільну оборону України» від 3.02.1993 № 2974 (із змінами і доповненнями, внесеними Законами України від 24 березня 1999 року № 555-XIV, від 29 травня 2001 року № 2470-III, від 3 лютого 2004 року № 1419-IV).
3. Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» від 17.10.2008 (із змінами, внесеними згідно із Законами № 1419-IV (1419-15) від 03.02.2004, ВВР, 2004, № 19, ст. 259 № 3421-IV (3421-15) від 09.02.2006, ВВР, 2006, № 22, ст. 199 № 587-VI (587-17) від 24.09.2008, ВВР, 2009, № 9, ст. 117).
4. Указ Президента України «Про питання Державної інспекції техногенної безпеки України» від 6 квітня 2011 року № 392/2011.

5. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році [Електронний ресурс] / Офіційний сайт МНС України. – Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/national\\_lecture.html](http://www.mns.gov.ua/content/national_lecture.html)
6. Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи «Про затвердження правил улаштування, експлуатації та технічного обслуговування систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення» від 15.05.2006 г. № 288.
7. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України «Про затвердження документації щодо створення та впровадження системи централізованого пожежного та техногенного спостереження» від 20.04.2011 № 436.
8. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України «Про створення системи централізованого пожежного та техногенного спостереження та визнання таким, що втратив чинність, наказ МНС від 20.04.2011 № 435» від 06.12.2011 № 1274.
9. Белов П.Г. Автоматизированная оценка техногенного риска и оптимизации мер по его снижению / П.Г. Белов, А.И. Гражданкин // Управление риском. – 1999. – № 4. – С. 22-26.
10. Гражданкин А.И. Экспертная система оценки техногенного риска опасных производственных объектов / А.И. Гражданкин, П.Г. Белов // Безопасность труда в промышленности. – 2000. – № 11. – С. 6-10.
11. Топоров А.А. К разработки системы обеспечения техногенной безопасности производств по переработке отходов / А.А. Топоров, А.С. Парфенюк, Г.А. Власов // Математические методы в технике и технологиях : сборник трудов 15-ой международной конференции, 4–6 июня 2002 г. : тезисы докл. – Тамбов: ТГТУ, 2002. – С. 96-98.
12. Шахраманьян М. ГИС для прогнозирования чрезвычайных ситуаций / М. Шахраманьян, В. Ларионов, М. Прошляков // Компьютера. – №47. – 2001. – С. 36-42.
13. Бендюг В.І. Розробка програмного комплексу визначення безпечності промислових підприємств / В.І. Бендюг, Т.В. Бойко, Г.О. Статюха // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2004. – №2. – С. 155-163.
14. Засулько С.С. Запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного характеру як форма забезпечення техногенної безпеки // Проблеми захисту прав людини і громадянина в умовах розбудови громадянського суспільства в Україні : матеріали науково-практичної конференції, 12–15 травня 2005 р. : тези допов. – К.: Національна академія внутрішніх справ України, 2005. – С. 259-261.
15. Хміль Г.А. Системний аналіз техногенної та природної безпеки України / Г.А. Хміль // Безпека життєдіяльності. – 2005. – № 6. – С. 27-30.
16. Рак Ю.П. До проблеми прогнозування та прийняття рішень в галузі надзвичайних ситуацій / Ю.П. Рак, Т.Є. Рак // Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки МНС України. – 2006. – Вип. 2(14). – С. 17-21.
17. Іщук О.О. Прогнозування й оцінка наслідків екстремальних повеневих ситуацій засобами просторового аналізу ГІС / О.О. Іщук, Є.С. Середінін // Вісник геодезії та картографії. – 2000. – № 2. – С.37-42.
18. Бойко Т.В. Техногенна безпека в аспекті сталого розвитку / Т.В. Бойко, В.І. Бендюг, Б.М. Комариста // Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях : тези доп. І-ї наук.-практ. конф. з міжнародною участю, 12-16 травня 2008 р. – Черкаси: Вид-во «Черкаський ЦНТЕІ», 2008. – С. 202-204.
19. Назаренко М.В. Особливості визначення техногенного ризику хіміко-технологічних об'єктів на стадії проектування / М.В. Назаренко, Т.В. Бойко, В.І. Бендюг // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2011. – № 3/11 (51) – С. 13-17.
20. СОУ МНС 75.2-00013528-003:2011 «Безпека у надзвичайних ситуаціях. Автоматизовані системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення. Типи й загальні технічні вимоги». Прийнято та надано чинності наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 04.04.2011 № 333 з 01.05.2011.

УДК 614.841.332

Є.В. Качкар к. т. н., С.М. Биченко к. і. н., АПБ ім. Героїв Чорнобиля,  
І.М. Грицина к. т. н., доц., НУЦЗУ  
Л.В. Компанієць, АПБ ім. Героїв Чорнобиля

## ВПЛИВ ВИБОРУ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ПОКАЗНИКИ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ СЕНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

Отримані показники пожежної небезпеки, які дали можливість розробити рекомендації, щодо вибору внутрішнього заповнення сендвич-панелей, при їх застосуванні у будівництві виробничих будинків та громадських будівель.

**Ключові слова:** вогнестійкість, сендвич-панелі, параметри вогнезахисної здатності, тришарові перегородки.

**Постановка проблеми.** Щороку на території України виникає близько 50 тис. пожеж, 3/4 з яких – в будівлях та спорудах різного призначення. При цьому кількість загиблих на таких об'єктах перевищує 3 тис. осіб на рік. Однією з причин таких наслідків є застосування в будівництві матеріалів з невідомими показниками пожежної небезпеки та конструкцій з невизначеною межею вогнестійкості [1].

Відмова від масового будівництва за типовими проектами потребує застосування нових будівельних матеріалів, конструкцій і технологій. У зв'язку з цим все більшої актуальності набуває науково-технічна задача підвищення ефективності протипожежного захисту об'єктів будівництва і зниження впливу небезпечних факторів пожежі з урахуванням сучасних вимог у сфері пожежної безпеки.

Останнім часом налагоджено виробництво і набуває поширення у будівництві сендвич-панелі із різними утеплювачами.

Найбільшими виробниками теплоізоляції в Європі є підприємства що працюють під торговими марками: PAROC, ROCKWOOL і IZOVER. Основні відмінності таких конструкцій пов'язані із використанням різних теплоізоляційних матеріалів. Серед найпоширеніших матеріалів використовують: пінополістирол, мінеральну вату й пінополіуретан [2-4].

Сучасні стінові сендвич-панелі використовуються при будівництві споруд по різних монтажних технологіях: каркасним та самонесучим.

При дотриманні експлуатаційних вимог, а також технології монтажу вони здатні забезпечити необхідну герметичність і теплозбереження.

Легкість і стійкість до зовнішніх впливів роблять покрівельні сендвич-панелі переважачими по якості аналогічні матеріали.

Проте, серед широкого та різноманітного вибору сендвич-панелей, підприємства-виробники таких конструкцій, зазвичай, не надають повною інформації щодо показників що характеризують пожежну безпеку, санітарний стан та екологічність утеплювачів, які застосовуються при виробництві сендвич-панелей. Тому, **актуальним** є виявлення взаємозв'язку між параметрами вогнезахисної здатності та показників пожежної небезпеки при експлуатації сендвич-панелей, що дасть змогу обґрунтувати умови їх застосування, в якості безпечних матеріалів будівельних конструкцій.

**Мета дослідження.** Обґрунтувати умови та визначити сферу застосування сендвич-панелей, як безпечних матеріалів будівельних конструкцій, з урахуванням сучасних нормованих вимог у сфері пожежної безпеки.

**Для виконання поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:**

- провести аналіз стану застосування сендвич-панелей при будівництві виробничих будинків та суспільних будівель;

- провести аналіз методів оцінювання вогнезахисної здатності і показників пожежної небезпеки внутрішнього заповнення сендвич-панелей, визначити перелік їх показників, а також методи досліджень, які необхідно застосувати для досягнення поставленої мети;

- експериментально оцінити вогнезахисну здатність і показники пожежної небезпеки внутрішнього заповнення стінових сендвич-панелей:

1) BLOCZKI ROCKWOOL фірми Polska Sp.z o.o. із товщиною мінераловатного утеплювача 80 мм (щільністю 117 кг/м<sup>3</sup>);

2) BUDIMPEKS фірми ТОВ «Лексми-Металл» із товщиною пінополістерола 100 мм (щільністю 110 кг/м<sup>3</sup>);

3) GOR-STAL U 1000 фірми «Гефест-профіль» із товщиною пінополіуретана 100 мм (щільністю 40 кг/м<sup>3</sup>);

- за результатами теоретичних та експериментальних досліджень розробити рекомендації щодо застосування сендвич-панелей, при будівництві виробничих будинків та суспільних будівель.

### **Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.**

Сьогодні сендвич-панелі активно використовуються для цивільного й промислового будівництва. Конструктивно вони являють собою тришарову конструкцію, що включає в себе два шари оздоблювального матеріалу, зазвичай це: гіпсокартон, листовий оцинкований метал, дерев'яний шпон або фанера, між якими розташований шар утеплювача [5].

Конструктивне улаштування сендвич-панелі представлено на рис. 1.

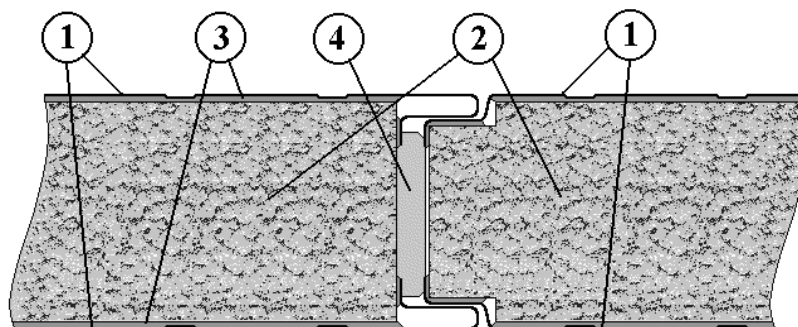


Рис. 1. Тришарова будівельна конструкція (сендвич-панель) з утеплювачем із мінеральної вати: 1 – зовнішня й внутрішня обкладки з оцинкованого сталевого листа товщиною 0,5 мм із лакофарбовим покриттям; 2 – утеплювач із мінеральної вати; 3 – поліуретановий клей; 4 – ущільнювальна прокладка з мінеральної вати.

Сендвич-панелі із різними видами внутрішнього заповнення дуже широко застосовуються в сучасному будівництві. Фізико-технічні характеристики, які надають підприємства-виробники даної продукції, зазвичай направлені на зацікавлення потреб споживачів до застосування сендвич-панелей, в якості ефективного теплоізолюючого будівельного матеріалу і не відображають реальної небезпеки, яка може виникнути в процесі їх експлуатації. Тому, кожен вид будівельного матеріалу (конструкції) перед застосуванням в будівництві, необхідно ретельно досліджувати на предмет його пожежної небезпеки та вогнезахисної здатності.

Для розв'язання задачі дослідження, використаний комплексний підхід, який включав аналіз статистики пожеж та вимог нормативних документів щодо вогнестійкості будівельних конструкцій та методів її оцінювання.

На теперішній час у світовій практиці існує понад 200 методів оцінки пожежної небезпеки будівельних матеріалів [6,7]. Ці методи призначені для визначення таких показників пожежної небезпеки як: горючість, займистість, тепловиділення, здатність чинити опір відкритому полум'ю, поширення фронту полум'я по поверхні матеріалів, димоутворення, токсичність продуктів горіння. Показники пожежної небезпеки речовин



та матеріалів визначають з метою отримання вихідних даних для розробки систем по забезпеченню пожежної безпеки відповідно вимог, будівельних норм і правил [7-10], класифікації небезпечних вантажів, визначення категорії приміщень і будинків згідно вимог норм технологічного проектування тощо. Проаналізувавши нормативну базу авторами встановлено, що показники пожежної безпеки, які необхідні для обґрунтування сфери застосування сендвич-панелей в будівництві, доцільно визначати за:

- групою горючості за ДСТУ Б В.2.7-19 (ГОСТ 30244);
- групою займистості за ДСТУ Б В.1.1-2 (ГОСТ 30402);
- групою поширення полум'я поверхнею за ДСТУ Б В.2.7 (ГОСТ 30444);
- токсичністю продуктів горіння за ГОСТ 12.1.044;
- групою за димоутворювальною здатністю за ГОСТ 12.1.044.

За результатами проведених досліджень, щодо визначення вогнезахисної здатності і показників пожежної безпеки внутрішнього теплоізоляційного шару сендвич-панелей, отримані параметри вогнезахисної здатності та пожежної безпеки внутрішнього шару сендвич-панелей, які представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.

**Узагальнені параметри вогнезахисної здатності та пожежної безпеки внутрішнього шару сендвич-панелей, що досліджувались**

Матеріал внутрішнього заповнення сендвич-панелі	Параметри вогнезахисної здатності та пожежної безпеки (група)				
	горючість	займистість	поширення площєю поверхні	токсичність	димоутворювальна здатність
пінополістерол	<b>Г4</b> (підвищеної горючості)	<b>В2</b> (помірної займисті)	<b>РП3</b> (помірно поширюють)	<b>Т3</b> (високо-небезпечні)	<b>Д2</b> (з помірно димоутворювальною здатністю)
пінополіуретан	<b>Г4</b> (підвищеної горючості)	<b>В2</b> (помірної займисті)	<b>РП2</b> (локально поширюють)	<b>Т2</b> (помірно небезпечні)	<b>Д2</b> (з помірно димоутворювальною здатністю)
мінеральна вата	<b>Г1</b> (низької горючості)	<b>В1</b> (важкозаймисті)	<b>РП1</b> (не поширюють)	<b>Т2</b> (помірно небезпечні)	<b>Д1</b> (з малою димоутворювальною здатністю)

Для обґрунтування вибору теплоізоляційного матеріалу, що використовується в якості внутрішнього заповнення в конструкції сендвич-панелі проаналізуємо їх фізико-технічні характеристики, параметри яких представлено в табл. 2.

Аналізуючи отримані результати, можна констатувати, що маючи приблизно однакові показники з теплопровідності, при однаковій товщині, робоча температура цих теплоізолюючих матеріалів відрізняється в сотні разів. Отже, для забезпечення необхідних меж вогнестійкості [11] в якості огорожувальних конструкцій, в будинках і спорудах найбільше підходять сендвич-панелі із плитами в якості внутрішнього шару із мінеральної вати на основі базальтового волокна.

Таблиця 2.

**Порівняльні характеристики теплоізоляційних матеріалів що застосовуються в сендвич-панелях**

Найменування показника	Мінеральна вата на основі базальтового волокна	Піно-полістирол	Піно-поліуретан
Щільність, кг/м <sup>3</sup>	30-195	7-40	25-80
Теплопровідність $\lambda$ , Вт/м <sup>0</sup> С	0,038-0,054	0,04-0,055	0,02-0,033
Тип сполучної речовини	органічний (фенол-формальдегідні смоли)	органічний	органічний
Робоча температура, °С	<650	<100	<160

Для забезпечення безпечної евакуації людей [12] при будівництві виробничих будинків та громадських будівель, з урахуванням проведених досліджень, **наведено рекомендації** щодо застосування сендвич-панелей на шляхах евакуації, у будинках усіх ступенів вогнестійкості (крім V ступеня), на шляхах евакуації дозволяється застосовувати:

а) для улаштування стін, стель, а також заповнення в підвісних стелях вестибюлів, сходових кліток, ліфтових холів – сендвич-панелі із внутрішнім заповненням з мінераловатними плитами (Г1, В1, Д2, Т2);

б) для улаштування стін, стель, а також заповнення в підвісних стелях коридорів, холів і фойє – сендвич-панелі із внутрішнім заповненням з мінераловатними плитами (Г2, В2, Д2, Т2);

Для улаштування стін та стель залів для глядачів і залів критих спортивних споруд з кількістю місць до 1500, аудиторій (більше 50 місць), конференц-залів, актових залів, торговельних залів підприємств роздрібною торгівлі – дозволяється застосовувати сендвич-панелі із внутрішнім заповненням з мінераловатними плитами (Г2, В2, Д2, Т2).

В зазначених залах з кількістю місць більше 1500, у приміщеннях сховищ бібліотек та архівів – дозволяється застосовувати виключно сендвич-панелі із внутрішнім заповненням з мінераловатними плитами (Г1, В1, Д1, Т2, РП1).

Незалежно від місткості залу, в оперних та музичних театрах дозволяється улаштування стін та стель із застосуванням сендвич-панелі із внутрішнім заповненням з мінераловатними плитами (Г2, В2, Д2, Т2).

Улаштування й облицювання стін та стель на шляхах евакуації в будинках заввишки понад 16 поверхів – дозволяється застосовувати сендвич-панелі із внутрішнім заповненням з мінераловатними плитами (Г1, В1, Д1, Т2, РП1).

Для улаштування приміщень будинків допускається застосувати сендвич-панелі із внутрішнім заповненням з мінераловатними плитами (Г1, В2, Д2, Т2).

У громадських будинках, які мають у своєму складі один або декілька атриумів (пасажів) улаштування внутрішніх поверхонь атриуму, а також суміжних з атриумом приміщень стіни та стелю дозволяється виконувати із застосуванням сендвич-панелі із внутрішнім заповненням з мінераловатними плитами.

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна сформулювати висновки:

1. Аналіз нормативної бази, що регламентує порядок оцінювання пожежної небезпеки матеріалів, що застосовуються в будівництві, дозволив визначити перелік параметрів, які необхідно враховувати для безпечного застосування сендвич-панелей в будівництві
2. Отримані параметри, які дали можливість розробити рекомендації, щодо вибору внутрішнього заповнення досліджуваних сендвич-панелей, при їх застосуванні у

будівництві виробничих будинків та суспільних будівель, з урахуванням показників пожежної небезпеки.

3. В даній роботі, науково обґрунтовані особливості вогнезахисної здатності та пожежонебезпечні властивості внутрішнього заповнення досліджуваних сендвич-панелей, що можуть застосовуватись, для забезпечення необхідних меж вогнестійкості, в якості огорожувальних конструкцій, в будинках і спорудах.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2011 рік. МНС України, К.: 2011, 24 с.
2. Базальтоволокнистые материалы: Сборник статей // Под ред. Костикова В.И., Смирнова Л.Н. – М.: Информконверсия, 2001.–307с. gf
3. Будівельне матеріалознавство: Підручник. – К.: ТОВ УВПК «ЕксОб», 2006. – 315 с.
4. Григорьян Б.Б., Поздеев С.В., Качкар Е.В. Анализ состояния вопроса об использовании минераловатных изделий в качестве огнезащиты для строительных конструкций. Проблемы ПБ. – Харьков: УГЗУ, 2007. – Вып.21. – С. 58-65.
5. ГОСТ 9573-82 Плиты прошивные из минеральной ваты; теплоизоляционные на синтетическом связующем. Технические условия. М: Изд-во стандартов. – 1982. – 9 с.
6. Довбиш А.В. Обґрунтування умов застосування гіпсокартонних плит як вогнезахисних оздоблювальних матеріалів будівельних конструкцій: Дис. канд. тех. наук: 21.06.02. – К., 2006. – С. 67-68.
7. ДСТУ Б В.2.7-19 (ГОСТ 30244) Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість.
8. ДСТУ Б В.1.1-2 (ГОСТ 30402) Захист від пожежі. Матеріали будівельні. Метод випробування на займистість.
9. ДСТУ Б В.2.7 (ГОСТ 30444) Будівельні матеріали. Метод випробування на розповсюдження полум'я.
10. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов номенклатура показателей и методы их определения.
11. Інформаційний лист ДДПБ МНС України № 2-2009 Про удосконалення нормативно-методичної бази з питань вогнестійкості будівельних конструкцій і протипожежних перешкод.
12. ДБН В.1.1-7-2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва" (наказ Держбуду України від 03.12.02 р. № 88).

УДК 662.613.12:669.046.44(024.2)

О. В. Кириченко, к. т. н., доц.,  
Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля

## ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНЕ ОКИСЛЕННЯ ЦИРКОНІУ В ПРОДУКТАХ РОЗКЛАДАННЯ НІТРАТОВМІСНИХ ОКИСЛЮВАЧІВ ТА ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ПІРОТЕХНІЧНИХ СУМІШЕЙ ПРИ ЗОВНІШНЬОМУ НАГРІВІ

Представлено результати експериментальних досліджень процесу окислення цирконію в газоподібних продуктах термічного розкладання нітратовмісних окислювачів та органічних речовин, які входять у склад піротехнічних сумішей, при температурах, що передують їх пожежонебезпечному спалаху.

**Ключові слова:** високотемпературне окислення, нітратовмісні окислювачі, піротехнічна суміш.

**Вступ.** В теперішній час піротехнічні суміші цирконію з нітратовмісними окислювачами (нітрата лужних та лужноземельних металів) та добавками органічних речовин (парафіну, старину, нафталіну та антрацену) широко використовуються в різних галузях народного господарства та військової техніки (суміші для феєрверків, освітлювальні, сигнальні та трасуючі засоби, піротехнічні вироби ІЧ-техніки, елементи ракетно-космічної техніки тощо) [1 – 3]. В умовах вимушеного зовнішнього нагріву (наприклад, при спалахуванні складських приміщень, де зберігаються піротехнічні вироби, споряджені зарядами з розглядуваних сумішей, в умовах транспортування при інтенсивному конвективному нагріві їх поверхонь, або при ударних теплових впливах на металічні корпуси виробів в умовах пострілу та польоту) піротехнічні суміші можуть спалахувати з різким прискоренням подальшого процесу їх згорання, руйнуванням виробів з утворенням високотемпературних продуктів згорання, які розлітаються з великими швидкостями у різні боки, будучи пожежонебезпечними для навколишніх об'єктів (навколишніх споруд, паливно-мастильних матеріалів, пускових установок з обслуговуючим персоналом тощо). Тому для прогнозування пожежонебезпечних властивостей піротехнічних сумішей у вказаних умовах необхідно, в першу чергу, мати дані про закономірності процесу високотемпературного окислення цирконію у газоподібних продуктах термічного розкладання окислювачів та органічних добавок, який передуює процесу спалахування суміші. В теперішній час окремі дані по окисленню цирконію в активних газоподібних середовищах при підвищених температурах нагріву знаходяться у багаточисельних довідниках, монографіях, наукових статтях та наукових працях [1, 4 – 20], що утруднює як встановлення закономірностей окислення цирконію в умовах, близьких до реальних умов горіння піротехнічних сумішей, так й оперативне їх використання в якості керованої бази даних з властивостей компонентів сумішей, що характеризують їх пожежонебезпечні властивості в умовах різних зовнішніх термовпливів. Тому метою даної роботи є систематизація та аналіз вказаних даних, а також їх узагальнення у вигляді нових закономірностей, сукупність яких являє собою одну з складових частин бази даних при прогнозуванні пожежонебезпечних властивостей піротехнічних сумішей в умовах зовнішніх термовпливів.

В результаті проведених досліджень [1, 8, 12, 16, 19] було встановлено, що при температурах, властивих конденсованій фазі піротехнічних сумішей в умовах їх спалахування та розвитку горіння, основними активними газоподібними продуктами термічного розкладання нітрату натрію та розглядуваних органічних речовин є  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ . Тому нижче розглядаються результати досліджень процесів окислення цирконію

при підвищених температурах нагріву у вказаних газоподібних продуктах, включаючи повітря, основою якого є суміш газів  $O_2 + N_2$ .

Усі дослідження проводилися на хімічно чистих зразках цирконію з використанням наступних стандартних методів фізико-хімічного аналізу: методи термогравіметрії, волюмо-метричні та манометричні методи, оптичні методи, які ґрунтуються на інтерференції та поляризації в тонких плівках, вимірювання електричного потенціалу та електропровідності, електроннографія, хімічний аналіз тощо.

**Результати досліджень окислення цирконію при підвищених температурах нагріву.** Цирконій має високу корозійну стійкість у окислювальних середовищах при низьких температурах. Однак, при підвищенні температури до декількох сотень градусів здатність цирконію до окислення різко зростає.

**Окислення цирконію у кисні та повітрі.** Діаграма стану цирконій – кисень наведена на рис. 1. Відомий тільки один стійкий у твердому стані оксид цирконію  $ZrO_2$ , хоча не виключається й існування оксиду  $ZrO$ . Кисень, розчинений у металі, розширює область існування твердого розчину з гексагональною решіткою, підвищує температуру переходу  $\alpha \rightarrow \beta$  та температуру плавлення металу. Дифузія кисню відбувається таким чином, що розчинений атом послідовно переміщується з одного міжвузля у інше. В табл. 1 наведені значення коефіцієнта дифузії кисню у цирконії. В результаті обробки експериментальних даних, наведених у табл. 1, в діапазоні температур 673...1773 К для коефіцієнта дифузії отримано узагальнююче рівняння:

$$D = 5,12 \cdot 10^{-4} \exp(-50800 / RT). \quad (1)$$

Дослідження кінетики окислення у кисні та сухому повітрі показує, що в діапазоні температур 473...1173 К окислення підпорядковується параболічному закону. Однак, на початковій стадії окислення (при температурах 573...673 К) спостерігається відхилення; закон окислення більш близький до логарифмічного.

Узагальнення великої кількості експериментальних даних дозволило отримати наступну загальну формулу для константи параболічного закону окислення цирконію (в діапазоні температур 673...1173 К):

$$K_{пар} = 11 \exp(-36000 / RT), \text{ кг}^2 \cdot \text{м}^{-4} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (2)$$

Залежність константи параболічного закону окислення Zr від температури показана на рис. 2.

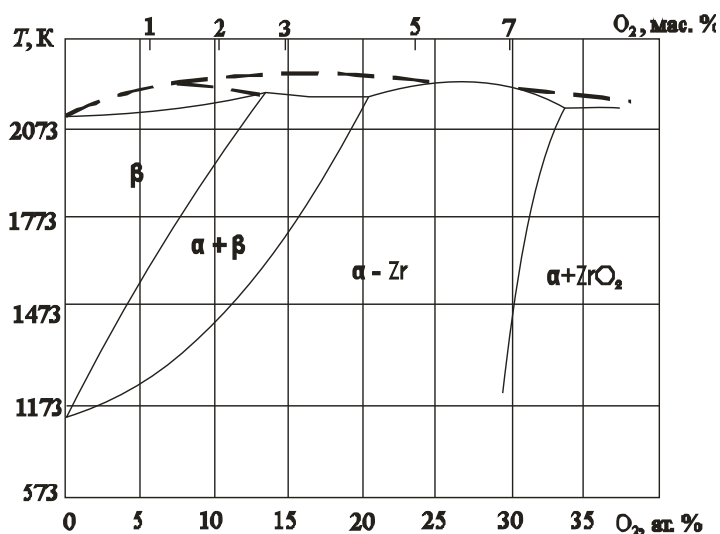


Рис. 1 - Діаграма стану цирконій – кисень.

Таблиця 1 - Коефіцієнт дифузії кисню у цирконії.

Метал	Діапазон температур, К	$D, \text{м}^2/\text{с}$
$\alpha$ -Zr	673...858	$9,4 \cdot 10^{-4} \exp(-51800/RT)$
$\alpha$ -Zr	923...1123	$224 \cdot 10^{-4} \exp(-59700/RT)$
$\alpha$ -Zr	673...923	$0,00046 \cdot 10^{-4} \exp(-35000/RT)$
$\alpha$ -Zr	973...1123	$69,2 \cdot 10^{-4} \exp(-56200/RT)$
$\alpha$ -Zr	673...973	$9,13 \cdot 10^{-9} \exp(-29800/RT)$
$\alpha$ -циркалой-2 (1,5 % Sn, 0,2 % Fe)	1273...1773	$0,196 \cdot 10^{-4} \exp(-41000/RT)$
$\beta$ -циркалой-2	1273...1773	$0,0453 \cdot 10^{-4} \exp(-28200/RT)$

При окисленні цирконію паралельно відбуваються процеси розчинення кисню у поверхневих шарах металу та утворення оксидної плівки. В діапазоні температур 673...873 К в металі розчинюється від 14 % до 29 % кисню, що приймає участь у реакції; при цьому ця частка при 1123 К складає біля 60 %. У йодидному цирконії глибина проникнення кисню при 823 К досягає  $0,2 \cdot 10^{-3}$  м, а при 1023...1223 К –  $0,35 \cdot 10^{-3}$  м.

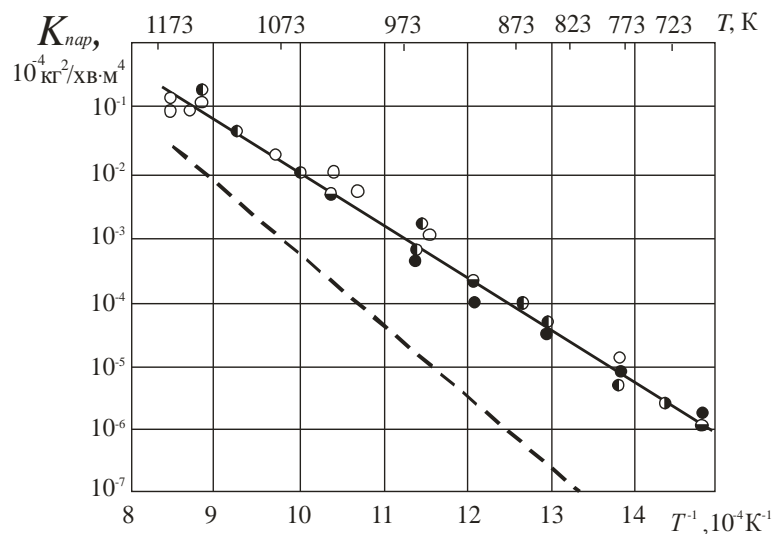


Рис. 2 - Залежність константи швидкості параболічного окислення цирконію від температури. Суцільна лінія відповідає константі повної швидкості окислення  $K_{nap} = 6,6 \cdot 10^2 \exp(-36000/RT)$ ; пунктирна – максимальній швидкості розчинення кисню за рахунок об'ємної дифузії у  $\alpha$ -Zr, що дорівнює  $6,9 \cdot 10^3 \exp(-50800/RT)$ .

Розчинення кисню в металі в діапазоні температур 773...1173 К також підпорядковується параболічному закону. Константа швидкості розчинення кисню  $6,9 \cdot 10^3 \exp(-50800/RT) \text{ кг}^2 \cdot \text{м}^{-4} \cdot \text{с}^{-1}$ .

З використанням реакційної комірки було проведено дослідження кінетики тепловиділення при окисленні Zr на повітрі неізотермічним методом. При окисленні цирконієвих ниток діаметром  $d = 200$  мкм на повітрі в діапазоні температур 673...973 К та

при часах реагування  $t_p = 0,5...6,5$  с кінетичне рівняння відносно швидкості хімічного тепловиділення:

$$\dot{q} = 1,5 \cdot 10^9 \exp(-15500/RT) \cdot \exp(-k_2(T) \cdot q), \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (3)$$

де  $k_2 = 0,63 \cdot 10^{-7} \exp(-11000/RT)$ , м<sup>2</sup>/Дж.

При температурах вище 1173...1273 К оксидна плівка втрачає свої захисні властивості, та спостерігається лінійний закон окислення. При цьому на повітрі по лінійному закону окислення настає раніше, ніж у чистому кисні. Це пов'язано з утворенням нітриду цирконію.

Взаємодія цирконію з азотом. Азот взаємодіє з цирконієм значно повільніше, ніж кисень. Встановлено, що в діапазоні температур 673...1913 К швидкість реакції цирконію з азотом підпорядковується параболічному закону. При цьому швидкість реакції вельми чутлива до наявності навіть невеликої кількості кисню у азоті та не залежить від тиску азоту. Енергія активації швидкості окислення  $\alpha$ -фази цирконію складає 164248 Дж/моль, а  $\beta$ -фази – від 201120...217880 Дж/моль; при цьому константа швидкості поглинання азоту дорівнювала  $2,5 \cdot 10^{-1} \exp(-48000/RT)$  кг<sup>2</sup>·м<sup>-4</sup>·с<sup>-1</sup>. Як видно з рис. 3, де наведена зміна константи швидкості взаємодії Zr з азотом в залежності від температури. При температурі перетворення  $\alpha \rightarrow \beta$  ( $\approx 1138$  К) відбувається порушення безперервності. Реакція азоту з  $\alpha$ -цирконієм відбувається швидше, ніж з  $\beta$ -Zr.

Встановлено, що при невисоких температурах на поверхні цирконію при реакції з азотом утворюється тонкий, щільно прилягаючий до металу золотисто-жовтий шар нітриду. При нагріванні до температур 1173...1873 К відбувається дифузія азоту у  $\beta$ -Zr.

При цьому коефіцієнт дифузії для Zr дорівнює  $D = 1,5 \cdot 10^{-6} \exp(-30700/RT)$  м<sup>2</sup>/с. При більш низьких температурах дифузія азоту у Zr вельми мала. Наприклад, при 1116 К  $D = 1,95 \cdot 10^{-13} \exp(-30700/RT)$  м<sup>2</sup>/с. Таким чином, біля точки перетворення  $\alpha \rightarrow \beta$  дифузія азоту у  $\alpha$ -Zr відбувається у 3...5 разів повільніше, ніж у  $\beta$ -Zr. На рис. 4 наведені кінетичні криві  $\dot{q}(q)$  ( $q$  – хімічне тепловиділення) при реагуванні Zr з N<sub>2</sub> у ізотермічних умовах.

В результаті математичної обробки цих результатів при температурах, нижчих температури плавлення металу, отримані наступні кінетичні рівняння:

при  $T = 1573...1873$  К,

$$\dot{q} = 6,16 \cdot 10^6 \exp(-15000/RT) \cdot \exp(-k_2(T) \cdot q), \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (4)$$

де  $k_2 = 0,93 \cdot 10^{-6} \exp(-21500/RT)$ , м<sup>2</sup>/Дж;

при  $T = 1873...2123$  К,

$$\dot{q} = 2,58 \cdot 10^{10} \exp(-46000/RT) \cdot \exp(-k_2(T) \cdot q), \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (5)$$

де  $k_2 = 0,4 \cdot 10^{-10} \exp(-59500/RT)$ , м<sup>2</sup>/Дж.

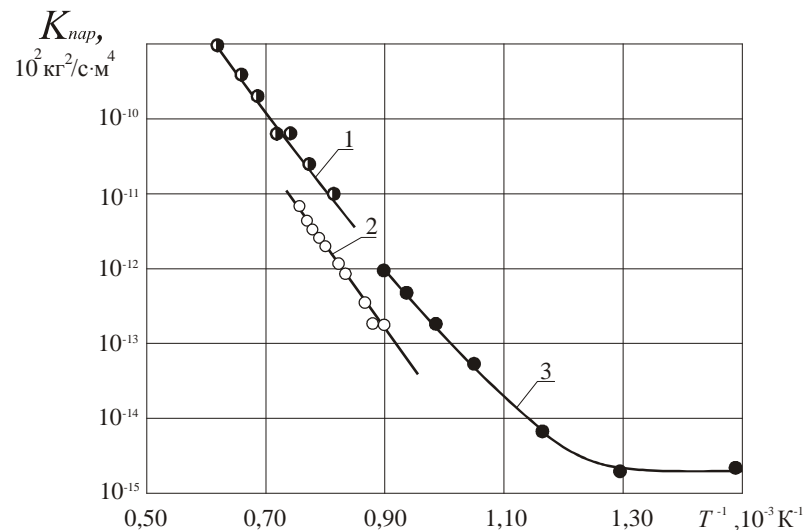


Рис. 3 - Залежність константи швидкості реакції Zr з азотом від температури: 1 –  $E = 201,1$  кДж/моль ( $\beta$ -фаза); 2 –  $E = 217,9$  кДж/моль ( $\beta$ -фаза); 3 –  $164,2$  кДж/моль ( $\alpha$ -фаза).

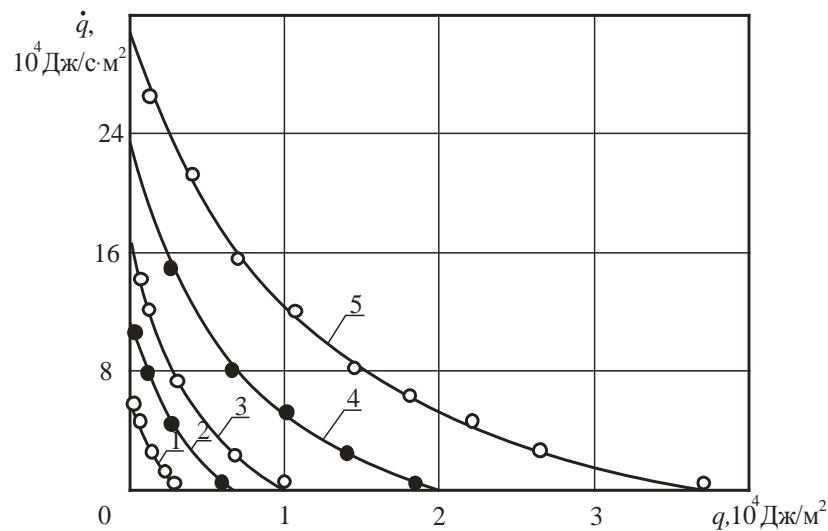


Рис. 4 - Кінетичні криві  $\dot{q}(q)$  при азотуванні цирконієвих ниток для різних температур: 1 – 1623 К; 2 – 1793 К; 3 – 1893 К; 4 – 1973 К; 5 – 2023 К.

Показано, що при температурах, більших 1873 К нітридні плівки на поверхні ниток не утворюються, а хімічне тепловиділення в даних випадках обумовлено розчиненням азоту у цирконії. При цих температурах хімічне тепловиділення обумовлено утворенням як твердих розчинів, так й нітридних плівок. З цією обставиною пов'язана зміна значень кінетичних констант, що має місце при температурі 1873 К.

На рис. 5 представлено криві зміни у часі товщини нітридної плівки на поверхні цирконієвих ниток у азоті при ізотермічному нагріванні. У цьому випадку товщина плівки у часі описується рівнянням

$$1 + 2 \left( \frac{r - \delta}{r} \right)^2 \cdot \ln \left( \frac{r - \delta}{r} \right) - \left( \frac{r - \delta}{r} \right)^2 = \frac{4k}{r^2} \cdot t, \quad (6)$$

в якому константа  $k = 9,4 \cdot 10^{-6} \exp(-48500/RT)$ , м<sup>2</sup>/с;  $r$  – радіус цирконієвої нитки.



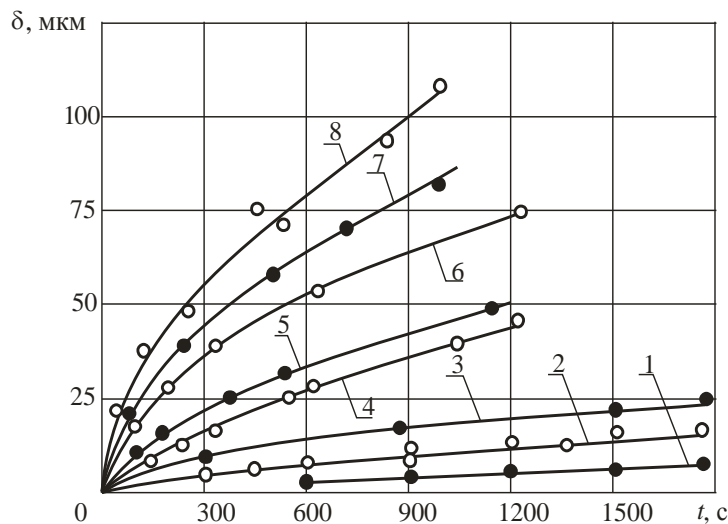


Рис. 5 - Залежність  $\delta(t)$  при азотуванні цирконієвих ниток для різних температур: 1 – 1193 К; 2 – 1273 К; 3 – 1373 К; 4 – 1443 К; 5 – 1503 К; 6 – 1523 К; 7 – 1593 К; 8 – 1733 К ( $\delta$  – товщина окисної плівки).

Окислення цирконію у  $\text{CO}_2$  та  $\text{CO}$ . Окислення цирконію у вуглекислому газі йде значно повільніше, ніж у чистому кисні та у повітрі як до, так й після деградації окисної плівки. До деградації окислення підпорядковується параболічному закону, а потім закон окислення стає лінійним. Деградація настає тим швидше, чим вище температура та тонкіше плівка металу. Швидше за усе вона проявляється на гранях та кутах зразка. На швидкості окислення тиск вуглекислого газу ( $10^5 \dots 8 \cdot 10^5$  Па) та вміст азоту у металі позначається слабо. Швидкість окислення у  $\text{CO}$  при 773...1253 К нижче, ніж у  $\text{CO}_2$ .

### Висновки

Систематизація та узагальнення даних з високотемпературного окислення цирконію в активних газоподібних продуктах термічного розкладання нітрату натрію та органічних речовин (парафіну, стеарину, нафталіну, антрацену) ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$  та  $\text{CO}$ ) показують, що:

- процес окислення цирконію є дуже складним та залежить від великої кількості різних чинників (стану поверхні металу, складу та властивостей навколишнього середовища тощо);
- швидкість окислення цирконію на різних стадіях визначається складом окисної плівки на його поверхні, утворення якої залежить від орієнтації поверхні, наявності домішок в металі та газоподібному середовищі тощо; при цьому, швидкість окислення цирконію у суміші  $\text{O}_2 + \text{N}_2$  набагато вище (приблизно у 10 разів), ніж у  $\text{CO}_2$  і  $\text{CO}$  та у передспалахний період підпорядковується наступному рівнянню:

$$\frac{d\xi_M}{dt} = K_M \cdot C_{\text{O}_2}^m \cdot \rho_{\text{ок}}^n \cdot e^{-\frac{E_M}{RT}},$$

де  $\xi_M$  – ступінь окислення металу,  $K_M$  – константа швидкості ( $\text{с}^{-1}$ ),  $C_{\text{O}_2}$  – відносний вміст  $\text{O}_2$  в газовій суміші;  $\rho_{\text{ок}}$  – густина газової суміші ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ),  $E_M$  – енергія активації (кДж/моль) реакції окислення металу;  $m$ ,  $n$  – емпіричні константи.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ващенко В. А., Кириченко О. В., Лега Ю. Г., Заика П. И., Яценко И. В., Цыбулин В. В. Процессы горения металлизированных конденсированных систем. – К.: Наукова думка, 2008 – 745 с.

2. Кириченко О. В. Повышение эффективности пиротехнических нитратосодержащих изделий в условиях их применения // Вісник ЧДТУ, 2009. – № 2. – с. 89 – 94.
3. Кириченко О. В. Дослідження впливу температури нагріву та зовнішнього тиску на залежності швидкості горіння ПНС від співвідношення компонентів та концентраційні межі горіння // Сб. “Труды Одесского национального политехнического университета”, 2010. – вып. 2(6). – с. 191 – 196.
4. Верягин У. Д., Маширев В. П., Рябцев Н. Г., Тарасов В. И., Рогозкин Б. Д., Коробов И. В. Термодинамические свойства неорганических веществ. Справочник. – М.: Атомиздат, 1965.
5. Краткая химическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1961 – 1967.
6. Краткий справочник физико-химических величин. – Л.: Химия, 1972.
7. Елютин В. П., Митин Б. С., Нагибин Ю. А. Неорганические материалы // Известия АН СССР, 1972. – вып. 8. – т. 72. – № 3. – с. 477 – 484.
8. Мальцев В. М., Мальцев М. И., Кашпоров Л. Д. Основные характеристики горения. – М.: Химия, 1977. – 320 с.
9. Справочник химика. – М. – Л.: Госхимиздат, 1962 – 1968. – т. 1. – 1071 с.; т. 2. – 1168 с.; т. 3. – 1005 с.; т. 4. – 919 с.; т. 5. – 974 с.; т. 6. – 1011 с.; т. 7. – 507 с.
10. Ващенко В. А. Физико-химические свойства алюминия, магния, титана и циркония // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1973. – № 8990. – 36 с.
11. Ващенко В. А. Кинетические характеристики процессов окисления, воспламенения и горения частиц алюминия, магния, титана и циркония // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1973. – № 8991. – 35 с.
12. Ващенко В. А. Воспламенение частиц металлов в продуктах разложения пиросоставов // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1974. – № 9130. – 70 с.
13. Ващенко В. А., Малинин Л. А., Силин Н. А. Расчет скорости распространения фронта пламени по взвеси металлических частиц // Физика аэродисперсных систем, 1975. – № 14. – с. 96 – 97.
14. Ващенко В. А. Воспламенение и горение одиночных частиц металлов в продуктах разложения многокомпонентных металлизированных систем // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1975. – № 10267. – 54 с.
15. Ващенко В. А. Физико-химические основы процесса горения смесей нитрата натрия с магнием, алюминием, титаном и цирконием // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1973. – № 8734. – 34 с.
16. Ващенко В. А. Воспламенение и горение совокупности частиц металлов в продуктах разложения многокомпонентных металлизированных систем // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1975. – № 10763. – 47 с.
17. Силин Н. А., Ващенко В. А., Кашпоров Л. Я. и др. Металлические горючие гетерогенных конденсированных систем. – М.: Машиностроение, 1976. – 320 с.
18. Ващенко В. А. Процессы воспламенения пиротехнических составов // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1977. – № 11210. – 12 с.
19. Ващенко В. А. Закономерности горения многокомпонентных металлизированных систем // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1979. – № 11667. – 16 с.
20. Силин Н. А., Ващенко В. А., Кашпоров Л. Я. Горение металлизированных гетерогенных конденсированных систем. – М.: Машиностроение, 1982. – 232 с.

УДК 614.841.332

А.И. Ковалев, Академия пожарной безопасности имени Героев Чернобыля МЧС Украины,  
П.Г. Круковский, д.т.н., проф., Институт технической теплофизики НАН Украины,  
А.А. Абрамов, ЧП «Испытательный центр ТЕСТ»

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР НА  
ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ОГНЕЗАЩИТНЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ПОКРЫТИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ**

Исследовано влияние ошибок измерения температур на погрешность определения теплофизических характеристик (теплопроводность и теплоемкость) и характеристики огнезащитной способности штукатурного огнезащитного покрытия «Эндотерм 210104» железобетонного многопустотного перекрытия.

**Ключевые слова:** многопустотные железобетонные перекрытия, огнестойкость, штукатурные огнезащитные покрытия, характеристика огнезащитной способности покрытий, теплофизические характеристики.

**Постановка задачи.** Для определения зависимости толщины штукатурного покрытия от толщины защитного слоя бетона для обеспечения требуемого предела огнестойкости, которая называется характеристикой огнезащитной способности (ХОС), необходимы знания об теплофизических характеристиках (ТФХ) таких покрытий [1]. К таким характеристикам относятся коэффициент теплопроводности и удельная объемная теплоемкость. Для большинства огнезащитных материалов ТФХ зависят от температуры, вследствие протекающих в них физико-химических процессов во время нагрева. Для определения ТФХ и ХОС штукатурного покрытия используются результаты испытаний на огнестойкость многопустотных плит перекрытия, а также компьютерные модели теплового состояния многопустотного железобетонного перекрытия, описанные в [2].

**Анализ последних достижений и публикаций.**

Для определения ТФХ и ХОС штукатурного покрытия «Эндотерм 210104», производства НПП «Спецматериалы» г. Донецк, было проведено испытание на огнестойкость 2-х многопустотных железобетонных перекрытий, защищенных этим штукатурным покрытием толщиной 37 мм [1,3]. Для измерения средней и максимальной температуры на необогреваемой поверхности каждого образца (рис. 1,2) было установлено по 5 термопар (Т1-Т5), одна термопара (Т1) в центре образца и четыре в геометрических центрах четвертей образца. Испытания проводились при температуре воздуха 24 °С, относительной влажности воздуха 65 %.



Рис. 1 – Вид многопустотного железобетонного перекрытия с огнезащитным покрытием до испытания.

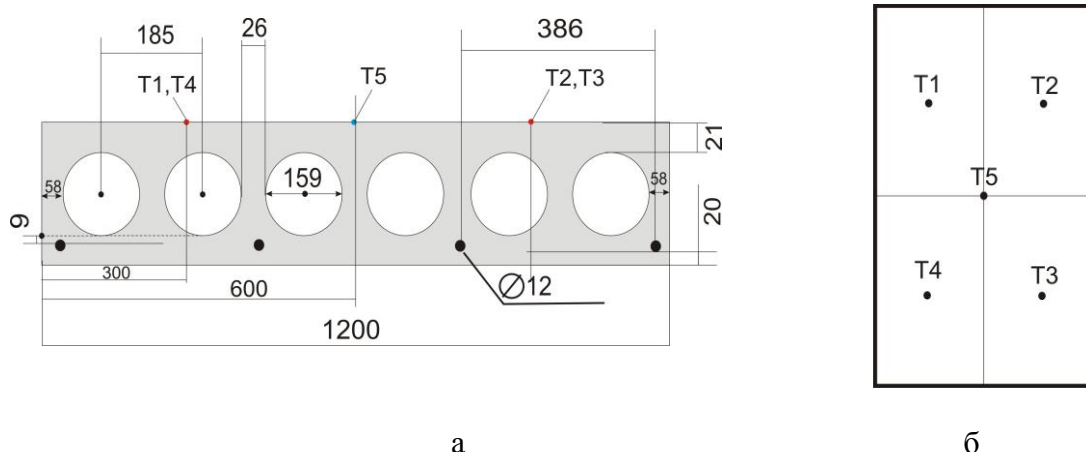


Рис. 2 – Схема расположения термопар с необогреваемой поверхностью многопустотного железобетонного перекрытия: а – вид спереди; б – вид сверху.

В указанных работах [1,3] дано понятие характеристики огнезащитной способности покрытий железобетонных перекрытий как зависимость минимальной толщины огнезащитного покрытия от толщины защитного слоя бетона в перекрытии, при которой обеспечивается требуемый предел огнестойкости железобетонного перекрытия. Разработана такая характеристика для огнезащитного штукатурного покрытия «Эндотерм 210104», производства НВП «Спецматериалы» г. Донецк, но не исследовано влияние ошибок в измерении температур с необогреваемой поверхности на 10, 20 % на погрешность определения теплофизических и огнезащитных характеристик покрытий железобетонных перекрытий.

Поэтому исследование влияния ошибок в измерении температур на точность определения ТФХ и ХОС штукатурного покрытия «Эндотерм 210104» и есть целью настоящей работы.

#### ***Постановка задачи и ее решение.***

Как известно из [4], при проведении испытаний на огнестойкость довольно сложно учесть систематические ошибки в измерении температур. Поэтому предлагается имитировать ошибки в измерении температуры при испытании с помощью генератора случайных чисел.

#### ***Изложение основного материала исследования.***

Для этого был использован вычислительный эксперимент (ВЭ), имитирующий испытания на огнестойкость. в результате которого были получены расчетные значения температур на необогреваемой поверхности железобетонного перекрытия (рис.3, кривая 1). Проведено исследование влияния погрешностей в измерении температуры на необогреваемой поверхности железобетонного перекрытия на точность определения ТФХ бетона, покрытия и ХОС штукатурного покрытия.

Вводились случайные погрешности 10 и 20 % в измерении температур на необогреваемой поверхности перекрытия без огнезащитного покрытия с помощью генератора случайных чисел (рис. 3, 4, кривые 2).

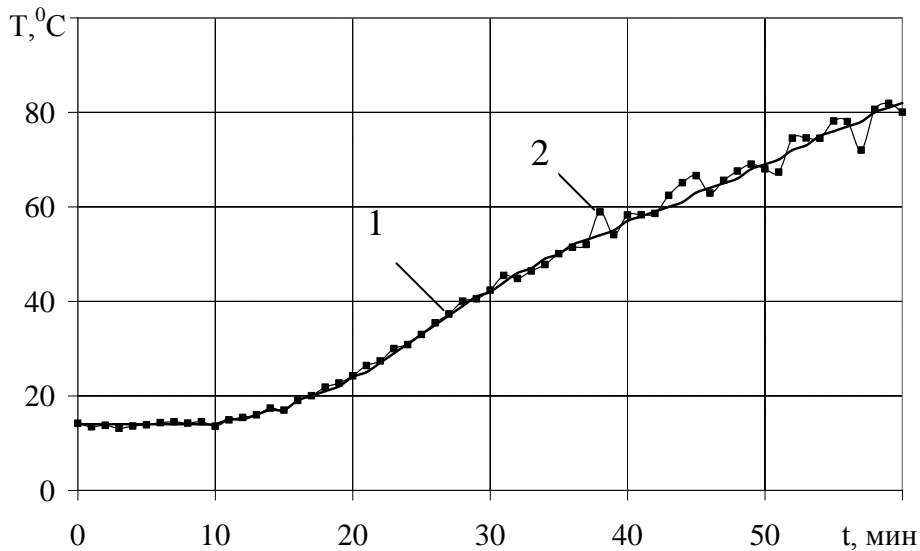


Рис. 3 – Точные и возмущенные до 10 % значения температур на необогреваемой поверхности железобетонного перекрытия, толщиной 220 мм, где:  
1 – точная кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности;  
2 – возмущенная кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности.

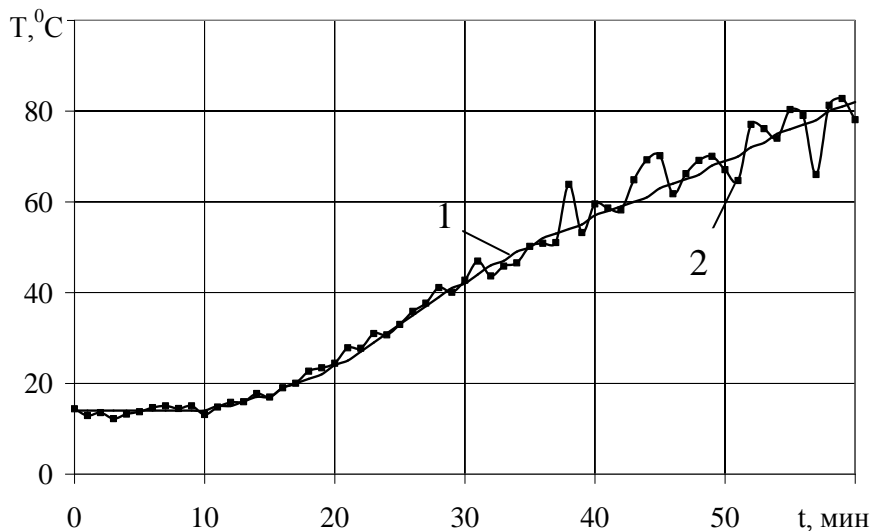


Рис. 4 – Точные и возмущенные до 20 % значения температур на необогреваемой поверхности железобетонного перекрытия, толщиной 220 мм, где:  
1 – точная кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности;  
2 – возмущенная кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности.

Полученные возмущенные температуры использовали при поиске ТФХ бетона перекрытия решением обратных задач теплопроводности (ОЗТ).

В результате исследования установлено, что случайные погрешности в измерении температуры на 10 и 20 % на необогреваемой поверхности плиты перекрытия не значительно влияют на точность определения ТФХ бетона плиты. Неточность в измерении температур с необогреваемой поверхности перекрытия на 10 % приводит к погрешности в значениях ТФХ бетона в 0,6 %, а на 20 % к погрешностям в 1,6 %. При этом величина (критерий) среднеквадратичного отклонения расчетных температур от «экспериментальных», полученных в ВЭ с добавлением возмущения температур на 10 %, составил 3,56 °С, а при возмущении на 20 % – 4,44 °С.

Полученные ТФХ слоев бетона многопустотного железобетонного перекрытия использовали при нахождении коэффициента теплопроводности штукатурного покрытия с помощью ОЗТ (рис. 5).

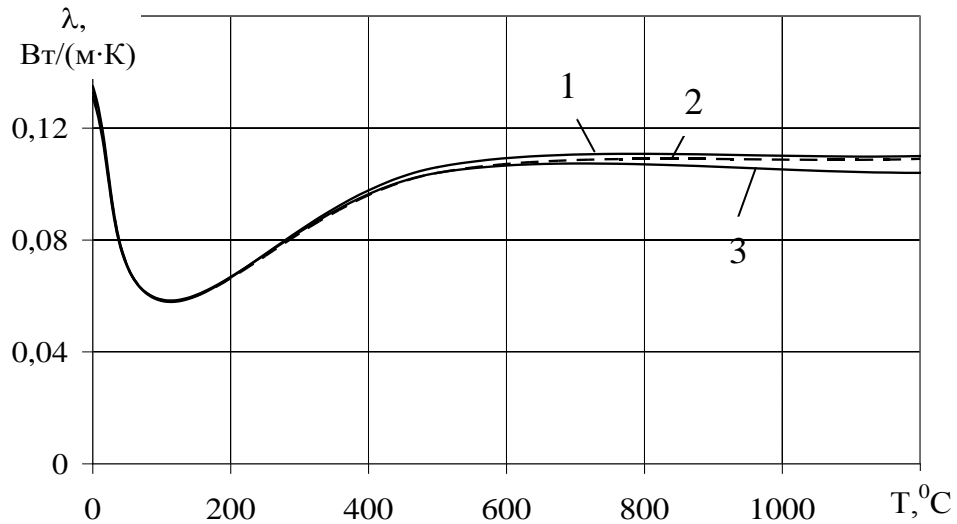


Рис. 5 – Зависимости эффективных коэффициентов теплопроводности штукатурного покрытия от температуры, где:

- 1 – точные коэффициенты;
- 2 – коэффициенты, полученные решением ОЗТ при возмущенных температурах на 10 %;
- 3 – коэффициенты, полученные решением ОЗТ при возмущенных температурах на 20 %.

Критерий среднеквадратичного отклонения при поиске коэффициента теплопроводности штукатурного покрытия по возмущенным на 10 % температурам составил 1,9 °С, а по возмущенным на 20 % температурам – 2,66 °С. Точные и расчетные температуры на необогреваемой поверхности плиты перекрытия показаны на рис. 6.

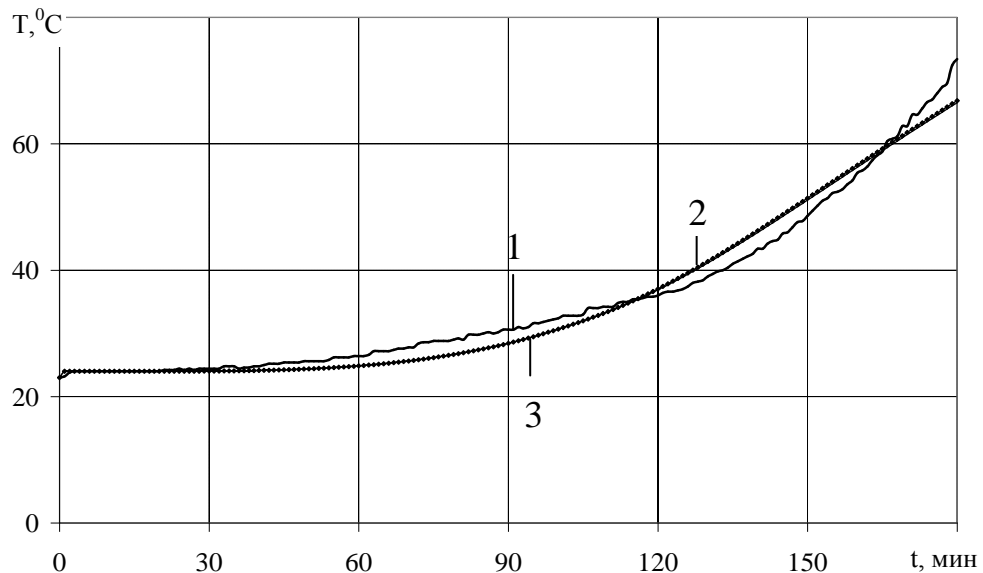


Рис. 6 – Зависимости температуры от времени огневого воздействия на не обогреваемой поверхности перекрытия со штукатурным покрытием, где:

- 1 – кривая, полученная в результате испытаний на огнестойкость;
- 2 – расчетная возмущенная на 10 % кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности;
- 3 – расчетная возмущенная на 20 % кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности.

Точные и возмущенные на 10, 20 % температуры с необогреваемой поверхности многопустотного железобетонного перекрытия со штукатурным покрытием «Эндотерм 210104» показаны на рис. 7, 8.

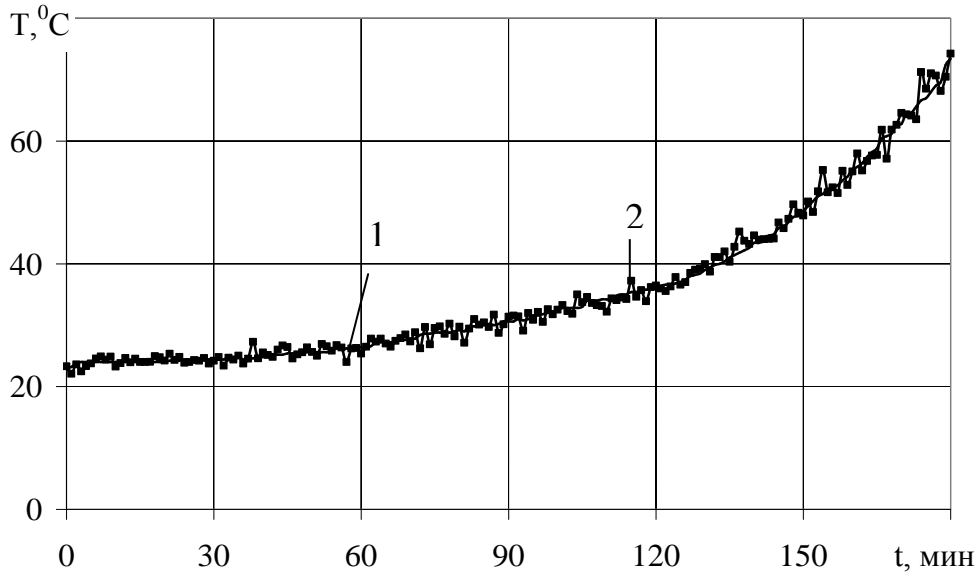


Рис. 7 – Точные и возмущенные до 10 % значения температур на необогреваемой поверхности перекрытия, покрытой штукатурным составом, где:

- 1 – точная кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности;
- 2 – возмущенная кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности.

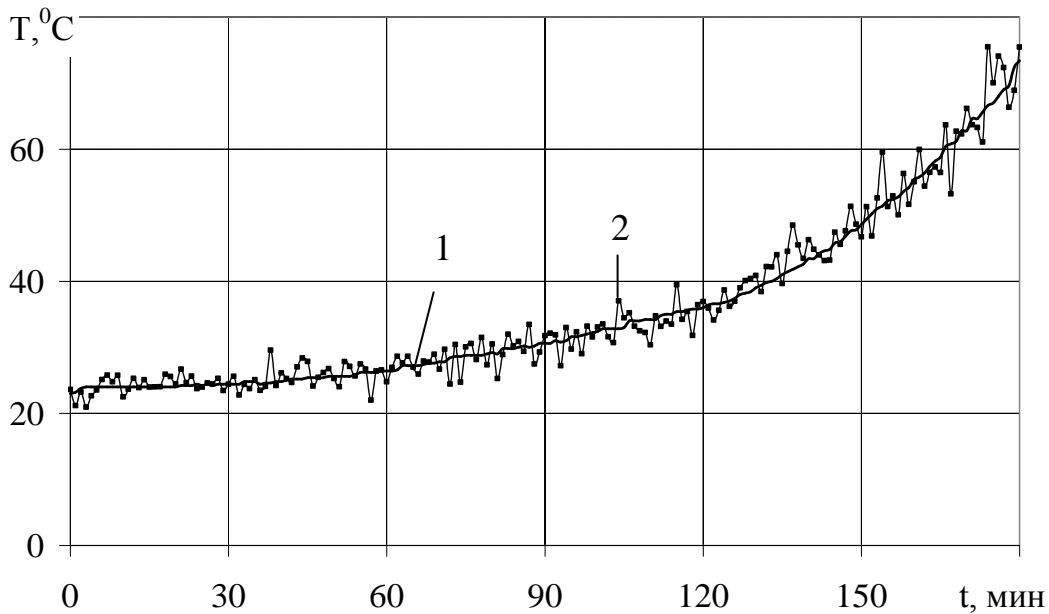


Рис. 8 – Точные и возмущенные до 20 % значения температур на необогреваемой поверхности перекрытия, покрытой штукатурным составом, где:

- 1 – точная кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности;
- 2 – возмущенная кривая изменения температуры на необогреваемой поверхности.

Найденные ТФХ бетона, штукатурного покрытия использовали для нахождения ХОС штукатурного покрытия для предела огнестойкости в 180 минут (рис. 9).

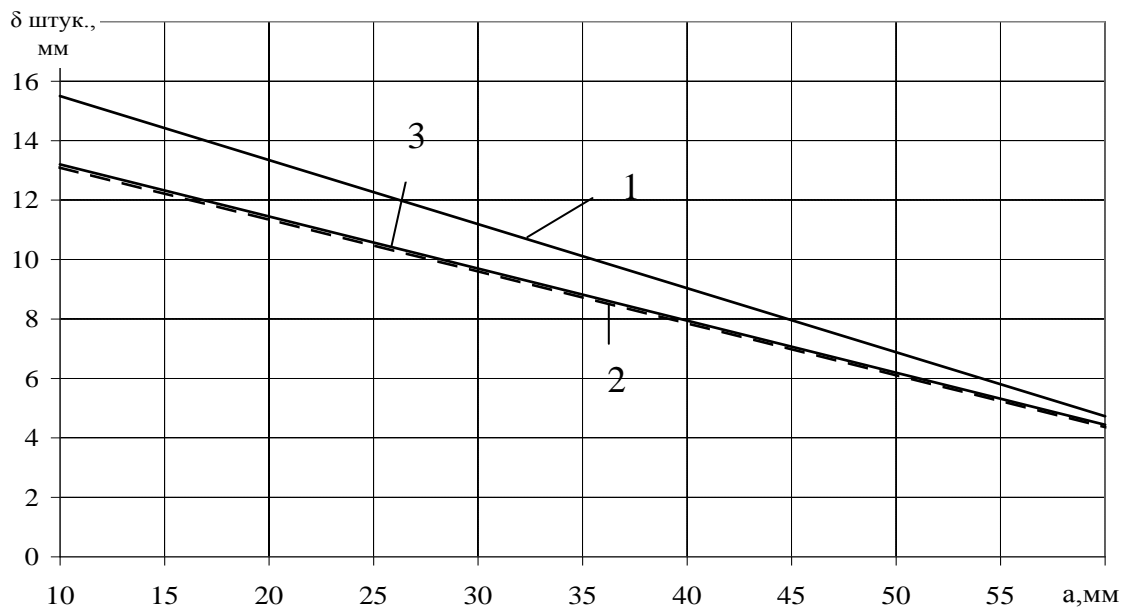


Рис. 9 – Характеристика огнезащитной способности штукатурного покрытия «Эндотерм 210104» для предела огнестойкости 180 мин, где:

- 1 – полученная на точных данных;
- 2 – полученная на возмущенных до 10 % данных;
- 3 – полученная на возмущенных до 20 % данных.

Как видно из рис. 9, максимальное отклонение ХОС от точных данных при возмущении на 10 % составляет 15,5 %, что подтверждает теорию о сильном влиянии случайных погрешностей в измерении температур на необогреваемой поверхности плиты перекрытия на точность определения ХОС штукатурного покрытия.

Можно предположить, что такие отклонения обусловлены конструктивным выполнением многопустотных плит перекрытий в сочетании с особенностями массопереноса влаги (естественной и химически связанной) при высокотемпературном воздействии.

**Выводы.** В результате исследования влияния случайных погрешностей в измерении температур на 10, 20 % на необогреваемой поверхности железобетонного перекрытия установлено, что случайные погрешности слабо влияют на точность определения теплофизических характеристик многопустотного железобетонного перекрытия, но сильнее влияют на точность определения теплофизических характеристик (максимальная погрешность до 3 %) и наиболее сильно на характеристику огнезащитной способности штукатурного покрытия «Эндотерм 210104» (максимальная погрешность до 15,5 %).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Круковский П.Г. Методика определения характеристики огнезащитной способности покрытий многопустотных железобетонных плит перекрытий / П.Г. Круковский, А.И. Ковалев // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2011. – № 1 (23). – С. 87-101.



2. Ковалев А.И. Усовершенствование метода оценки огнезащитной способности покрытий железобетонных перекрытий: дисс. ... кандидата техн. наук : 21.06.02 / Ковалев Андрей Иванович. – К., 2012. – 163 с.
3. Круковский П.Г. Методика определения характеристики огнезащитной способности вспучивающихся огнезащитных покрытий на бетонных перегородках расчетно-экспериментальным методом / П.Г. Круковский, А.И. Ковалев // Пожежна безпека: теорія і практика. – 2011. – № 7. – С. 170-185.
4. Качкар Е.В. Обоснование параметров трехслойных перегородок с минераловатными плитами для зданий и сооружений с учетом их огнестойкости : дис. ... кандидата техн. наук : 21.06.02 / Качкар Евгений Владимирович. – К., 2009. – 157 с.

УДК 336.13

Т.М. Кришталь, к.е.н., доц., Т.О. Щерба, к.і.н., доц.,  
АПБ ім. Героїв Чорнобиля

## РЕФОРМУВАННЯ ПОРЯДКУ НАДАННЯ ПЛАТНИХ ПОСЛУГ ОРГАНАМИ ТА ПІДРОЗДІЛАМИ МНС УКРАЇНИ

Розглянуто та проаналізовано зміни переліку та визначення вартості платних послуг, що надаються органами та підрозділами МНС України

**Ключові слова:** позабюджетна діяльність, власні надходження бюджетних установ, платні послуги, вартість, витрати.

**Постановка проблеми.** Враховуючи обмеженість у видатках загального фонду державного бюджету України, одним із вирішальних у матеріально-технічному забезпеченні органів управління і підрозділів МНС України та сплаті комунальних послуг і енергоносіїв, постає питання збільшення власних надходжень до спеціального фонду з надання платних послуг. Зміни в нормативно-правовому забезпеченні позабюджетної діяльності органів та підрозділів МНС України потребують висвітлення нових умов надання платних послуг підрозділами МНС України та формування плати за ці послуги.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** На сьогодні питання ведення позабюджетної діяльності бюджетними установами, в тому числі, надання платних послуг органами та підрозділами МНС України є одним з найменш досліджених у науковому плані, хоча фрагментарне висвітлення проблеми має місце як в юридичних наукових статтях, так і в економічних виданнях. Зокрема, дослідження проблем діяльності бюджетних установ по залученню власних надходжень знайшло своє відображення у роботах С.В. Балдіної, В.І. Кравченка, О.Я. Лилик, Е.А. Максименкової, А.А. Марченко, М.Л. Пашкова, С.В. Савинова, В.В. Сидоренко, Н.А. Терентьєвої, П.В. Фіногєєва, О.О. Чечуліної та інших.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Метою дослідження є визначення порядку надання платних послуг органами та підрозділами МНС України відповідно до змін нормативно-правового забезпечення. Вирішення поставленої задачі досягалось шляхом здійснення комплексного аналізу економічних відносин, що виникають з приводу такої діяльності, визначення основних прогалин і протиріч чинного законодавства щодо правового регулювання надання платних послуг та шляхів їх усунення.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.** Четверту частину бюджету Міністерства надзвичайних ситуацій складають кошти, отримані від надання платних послуг. Спеціальний фонд бюджету МНС наповнюється завдяки платним послугам. Саме за рахунок цих коштів частково покривається дефіцит бюджетних коштів на утримання органів і підрозділів МНС України. Тому, сьогодні, враховуючи останні зміни нормативно-правового забезпечення позабюджетної діяльності, дуже важливо сформулювати чіткий порядок надання платних послуг підрозділами МНС України.

По територіальних органах управління середнє значення показника надходження до спеціального фонду від надання платних послуг протипожежного призначення та додаткових платних послуг, які можуть надаватися аварійно – рятувальними службами становить 95,4 відсотка планових надходжень за 9 місяців 2011 року [6].

У 2010 р. в МНС України діяла непрозора система використання коштів за надані платні послуги, яка не відповідала вимогам чинного законодавства, а тарифи, коефіцієнти та розміри оплати виявилися економічно необґрунтованими. Проблеми якості послуг, їх

здешевлення для населення залишалися без уваги. Фактично керівники територіальних органів МНС управляли системою платних послуг на власний розсуд [8].

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Кошти, які органи та підрозділи МНС отримують понад асигнування, що виділяються їм з державного та місцевих бюджетів, називаються коштами спеціального фонду. Для успішної роботи із залучення цих коштів необхідно зацікавити в цьому колектив, кожен підрозділ, кожного співробітника, сформувані нормативну базу, яка чітко визначала б порядок та послідовність дій, отримати ліцензії (акредитацію, сертифікати тощо), що вимагаються для здійснення більшості видів позабюджетної діяльності. Адже надходження від надання платних послуг фізичним та юридичним особам підрозділами МНС України забезпечують покриття видатків підрозділів, що сприяє їх належному функціонуванню. Слід зауважити, що надання платних послуг не може завдавати шкоди або погіршувати якість основної діяльності підрозділів МНС України.

Відповідно до Податкового кодексу переліки платних послуг, які можуть надаватися бюджетними установами встановлюються Кабінетом Міністрів України.

У 2011 році відбулося ряд змін в нормативно-правовому забезпеченні порядку надання платних послуг підрозділами МНС України. Зокрема, втратили чинність ряд нормативно-правових актів, а саме: Постанова КМУ від 15 травня 2000 р. N 798 “Про затвердження переліку платних послуг, що можуть надаватися підрозділами Державної пожежної охорони Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи”; Постанова КМУ від 17 травня 2002 р. № 644 “Про затвердження переліку додаткових платних послуг, які надаються аварійно-рятувальними службами”; Наказ МНС України, МФУ, МЕУ № 176/547/211 від 16.07.2002 “Про затвердження Порядку утворення цін на додаткові платні послуги, які надаються аварійно-рятувальними службами, умов їх надання та справляння плати за ці послуги” та Наказ МНС України, МФУ, МЕУ № 476/724/251 від 25.07.2006 р. „Про затвердження Тарифів на виконання платних послуг, які можуть надаватися підрозділами Державної пожежної охорони МНС України, і Порядку внесення суб'єктами господарювання та фізичними особами плати за надання платних послуг підрозділами Державної пожежної охорони МНС України”.

Кабінетом Міністрів України розроблено та затверджено в єдиній Постанові перелік платних послуг протипожежного призначення, які надаються підрозділами МНС України, додаткових платних послуг, які надаються аварійно-рятувальними службами МНС України та платних послуг, які надаються гідрометеорологічними установами та організаціями МНС України [4].

Платні послуги можуть надаватися виключно на добровільних засадах за письмовим зверненням зацікавлених юридичних та фізичних осіб. Рішення про надання підрозділом МНС України зазначеної у заяві послуги приймає його керівник з урахуванням завантаження особового складу основною діяльністю. При позитивному рішенні із замовником укладається договір про надання відповідної послуги. У договорі зазначається найменування замовленої послуги, термін її надання та умови оплати.

Розрахунки за надання послуг здійснюються шляхом попередньої оплати або за фактом їх надання. Оплата здійснюється шляхом перерахування замовником коштів через банківські установи або відділення поштового зв'язку. Також дозволяється прийом готівкових коштів до каси. Їх облік проводиться у національній валюті України, відповідно до порядку ведення касових операцій, встановленого нормативно-правовими актами Національного банку України. Готівкова виручка за спеціальними коштами, що надійшла до каси підрозділу МНС, здається на поточний рахунок по спеціальних коштах. Використання цих коштів без попереднього зарахування на поточний рахунок забороняється.

Кошти, одержані від надання платних послуг, зараховуються на спеціальні реєстраційні рахунки підрозділів МНС України в органах Державного казначейства України.

Надання замовленої послуги підтверджується Актом здавання-приймання послуги.

У зв'язку з реформуванням системи МНС України та відповідно до Положення про Державну інспекцію техногенної безпеки України, затвердженого Указом Президента України від 6 квітня 2011 року N 392/2011 Державна інспекція техногенної безпеки України (Держтехногенбезпеки України) є центральним органом виконавчої влади, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України через Міністра надзвичайних ситуацій України. Державна інспекція техногенної безпеки, як правонаступник Державного департаменту пожежної безпеки, органи державного пожежного нагляду, згідно зі ст. 11 Закону України «Про пожежну безпеку», ст. 9 Закону України «Про ліцензування певних видів господарської діяльності», Постанови Кабінету Міністрів України від 14.11.2000 р. № 1698 «Про затвердження переліку органів ліцензування», Ст. 4 Закону України «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності» є суб'єктами надання адміністративних послуг. Адміністративна послуга – це послуга, яка є результатом здійснення суб'єктом повноважень щодо прийняття згідно з нормативно-правовими актами на звернення фізичної або юридичної особи адміністративного акта, спрямованого на реалізацію та захист її прав і законних інтересів та/або на виконання особою визначених законом обов'язків (отримання дозволу (ліцензії), сертифіката, посвідчення та інших документів, реєстрація тощо) [2].

До адміністративних послуг, які надаються інспекцією, відносяться: видача ліцензій на право провадження господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення; переоформлення ліцензій на провадження господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення, видача дубліката ліцензії на провадження господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення, видача копії ліцензії на провадження господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення.

До адміністративних послуг, які надаються органами державного пожежного нагляду, відносяться: оцінка (експертиза) протипожежного стану вибухопожежонебезпечного об'єкта, оцінка (експертиза) протипожежного стану об'єкта з масовим перебуванням людей, оцінка (експертиза) протипожежного стану підприємства, об'єкта, приміщення.

Кабінетом Міністрів України затверджено перелік платних послуг, що можуть надаватися підрозділами Державної інспекції техногенної безпеки.

Одним із провідних завдань є правильне визначення вартості платних послуг. Для цього необхідно створити чіткий механізм визначення вартості платних послуг, що надаються підрозділами МНС України. Перш за все, вартість послуг має бути економічно обґрунтованою. Міжвідомчим Наказом № 1/2/1 від 03.01.2012 року затверджено методику формування вартості платних послуг, які надаються підрозділами МНС України. Згідно цієї методики формування вартості платних послуг здійснюється відповідно до економічно обґрунтованих планованих витрат підрозділів МНС України, визначених на підставі державних та галузевих нормативів витрат ресурсів, техніко-економічних розрахунків, кошторисів, з урахуванням цін на матеріальні ресурси та послуги у запланованому періоді [5].

До вартості платних послуг включаються:

- прямі матеріальні витрати;
- прямі витрати на оплату праці та відрахування на соціальні заходи;
- інші прямі витрати;
- непрямі витрати.

Вартість платної послуги розраховується за формулою

$$V_{\text{послуги}} = V_{\text{п}} + V_{\text{праця}} + V_{\text{ін}} + V_{\text{нп}}, \quad (1)$$

де  $V_{\text{послуги}}$  - вартість платної послуги;

$V_{\text{п}}$  - прямі матеріальні витрати;

$V_{\text{праця}}$  - прямі витрати на оплату праці та відрахування на соціальні заходи;

$V_{\text{ін}}$  - інші прямі витрати;

$V_{\text{нп}}$  - непрямі витрати.

До складу прямих матеріальних витрат включається вартість основних та оборотних засобів, які безпосередньо використовуються під час надання платної послуги, а саме: придбання сировини та матеріальних цінностей, обладнання, оснащення, матеріали, паливо та енергія, необхідні для забезпечення виконання послуги, тощо.

До складу прямих витрат на оплату праці та відрахування на соціальні заходи включаються витрати на заробітну плату і грошове забезпечення, виходячи з чисельності та тарифно-кваліфікаційного складу працівників та осіб рядового і начальницького складу, безпосередньо пов'язаних з наданням послуг, часу їх фактичного залучення та відповідних нормативно-правових актів, що стосуються умов нарахування заробітної плати та грошового забезпечення працівників та осіб рядового і начальницького складу підрозділів МНС України.

До складу інших прямих витрат включаються витрати на оплату: службових відряджень і транспортних витрат персоналу, діяльність якого безпосередньо пов'язана з наданням платної послуги; послуг зв'язку, якими користується персонал, діяльність якого безпосередньо пов'язана з наданням платної послуги; амортизації (зносу) основних та інших необоротних матеріальних і нематеріальних активів, безпосередньо пов'язаних з наданням платної послуги.

До складу непрямих витрат включаються всі інші витрати, які можуть бути пов'язані із забезпеченням функціонування підрозділу МНС України, а саме витрати на оплату:

- адміністративних витрат, пов'язаних із забезпеченням функціонування підрозділу МНС України, що надає платні послуги;
- амортизації (зносу) основних та інших необоротних матеріальних і нематеріальних активів, не пов'язаних з наданням платної послуги;
- оренди будівлі (приміщення) та витрат на поточний ремонт;
- охорони праці, техніки безпеки і охорони навколишнього природного середовища;
- праці, відрахування на соціальні заходи та медичне страхування адміністративного та технічного персоналу;
- послуг сторонніх організацій, у тому числі послуг з охорони та пожежної охорони приміщень, у яких надаються платні послуги;
- тепло-, водопостачання і водовідведення, електроенергії та інші утримання приміщень;
- утримання, експлуатації та ремонту, страхування, операційної оренди основних засобів, інших необоротних активів, призначених для забезпечення функціонування підрозділу МНС України.

При складанні калькуляції на платну послугу слід застосовувати коефіцієнти збільшення вартості залежно від умов надання послуг.

Необхідно відмітити, що в методиці наведено лише загальний механізм визначення вартості платної послуги, на нашу думку, потрібно надати детальний алгоритм розрахунку вартості послуги. Також в методиці не зазначено, яка конкретно посадова особа уповноважена здійснювати розрахунок вартості послуг. Також методикою не враховано те, що вартість однієї і тієї ж послуги в різних регіонах нашої країни може відрізнятись

одна від одної та може змінюватись в залежності від пори року. В методиці не допустимо використання прислівника тощо, так як це дає можливість для неоднозначного тлумачення, а значить і діяльності на власний розсуд.

На нашу думку, необхідно привести порядок визначення вартості платних послуг до економічно обґрунтованого рівня. Для цього слід, по-перше, визначити вичерпний перелік витрат, які можуть включатися підрозділами МНС до вартості платних послуг. Відповідно необхідно дати детальне роз'яснення по складовим кожного виду витрат, пов'язаних з наданням платних послуг, що визначені Методикою. Наприклад, до складу адміністративних витрат доцільно включати витрати, пов'язані з обслуговуванням та управлінням, зокрема з: утриманням апарату управління та працівників, зайнятих обслуговуванням адміністративної інфраструктури. Такі витрати складаються з основної і додаткової заробітної плати (грошового забезпечення), заохочувальних та компенсаційних виплат, відрахувань на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, підготовки та перепідготовки кадрів; амортизаційними відрахуваннями (зношувальність) на основні засоби та нематеріальні активи адміністративного призначення; утриманням основних засобів, інших необоротних активів (оренда, страхування майна, ремонт, опалення, освітлення, водопостачання, водовідведення, охорона); винагородою за професійні послуги (юридичні, аудиторські); оплатою послуг зв'язку; оплатою розрахунково-касового обслуговування та інших послуг банків, наданих відповідно до укладених договорів; використанням малоцінних і швидкозношуваних предметів, придбання канцелярських товарів, передплати періодичних професійних видань.

По-друге, МНС України слід здійснювати належний дієвий контроль за тим, щоб підрозділи МНС не включали до вартості платних послуг витрати, не передбачені діючим законодавством. Крім того, необхідно відомчим наказом МНС України розробити типовий договір на надання платних послуг підрозділами МНС, який передбачав би основні суттєві умови їх надання з урахуванням останніх змін та норм діючого законодавства. У свою чергу МНС України слід здійснювати постійний контроль за дотримання підрозділами умов примірної угоди надання платних послуг.

По-третє, передбачити і враховувати щорічну індексацію цін на платні послуги в залежності від рівня інфляції, встановленого Державним комітетом статистики України, виходячи з того, що поряд з підвищенням рівня цін в економіці, вартості платних послуг також притаманне підвищення.

В ході дослідження було визначено ряд проблемних питань, які потребують подальшого вивчення та вирішення, зокрема:

- відсутність чіткого методичного підходу до формування вартості платних послуг, адже саме впровадження підрозділами МНС методики розрахунку вартості платних послуг має забезпечити використання єдиного підходу до визначення вартості платних послуг в системі МНС;
- невизначеність виду витрат, який повинен бути покладений в основу визначення вартості платних послуг;
- спірним залишається питання про те, чи повинні бути ціни єдиними для одних і тих же видів послуг, чи вони повинні диференціюватися залежно від регіону.

На закінчення, варто зазначити, що сьогодні відбулося поєднання бюджетного фінансування підрозділів МНС України з розвитком платних послуг. Тому важливою є проблема розумного і раціонального поєднання надання платних послуг з основною діяльністю підрозділу.

**Висновки.** Проведене дослідження показало, що нормативно-правові акти, що визначають та регулюють процес надання платних послуг підрозділами МНС України, формування вартості цих послуг, призначені доводити до суб'єктів господарювання про правові, організаційні, економічні засоби забезпечення діяльності з надання платних послуг підрозділами. Сьогодні ж простежується відсутність належної систематизації і деталізації нормативних актів, що регулюють цю діяльність.

**Перспективи подальших досліджень.** Наявність значної кількості проблем, які постають в процесі надання платних послуг підрозділами МНС України свідчить про те, що дане питання потребує подальшого дослідження, вивчення та розробки в теоретичному і в прикладному сенсі як економістами, так і юристами.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Податковий кодекс України відомості Верховної Ради України від 02.12.2010 № 2755-VI.
2. Постанова КМУ від 17 липня 2009 р. № 737 Про заходи щодо упорядкування державних, у тому числі адміністративних послуг.
3. Постанова КМУ від 20.02.2012 № 110 Деякі питання надання підрозділами Державної інспекції техногенної безпеки платних послуг.
4. Постанова КМУ від 26 жовтня 2011 р. N 1102 Деякі питання надання платних послуг підрозділами Міністерства надзвичайних ситуацій.
5. Наказ Міністерства Надзвичайних Ситуацій України, Міністерства Економічного Розвитку і Торгівлі України, Міністерства Фінансів України від 03.01.2012 № 1/2/1 Про затвердження Методики формування вартості платних послуг, які надаються підрозділами Міністерства надзвичайних ситуацій України.
6. Рішення Колегії від 25 жовтня 2011 року м. Київ № 31 Про стан надання платних послуг підрозділами МНС України.
7. Рішення Колегії від 26 січня 2012 року № 7 Про стан виконання планових показників надходжень до спеціального фонду організаціями та підрозділами МНС України.
8. Банки і клієнти, №12 (999) 19.03—26.03.2011.
9. Економіка цивільного захисту / [М. А. Куценко, М. М. Вітько, М. М. Корабльов та ін.]. – Черкаси, 2006. – с. 29 – 37.

УДК 541.128.12

В.В.Кукуєва, к. х. н., доц., О.О. Водяницький,  
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

### КВАНТОВО-ХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХЛИВОСТІ ГАЛОГЕН-РАДИКАЛІВ, ІММОБІЛІЗОВАНИХ НА ПОВЕРХНІ КРЕМНЕЗЕМУ

Шляхом неемпіричних квантово-хімічних розрахунків в базисному наборі 6-31 G\* досліджені шляхи деструкції галоген-радикалів від органічних сполук – інгібіторів горіння та від поверхні кремнезему на предмет вивчення можливості використання дисперсного кремнезему в якості каталітичної підкладки для посилення інгібувального ефекту.

**Ключові слова:** гасіння, інгібування горіння, квантово-хімічні розрахунки, механізм реакції, хладон, галогеновмісні вуглеводні.

**Постановка проблеми.** До недавнього часу бромовмісні вуглеводні 1301 (CF<sub>3</sub>Br) і 2402 (C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>Br<sub>2</sub>) були одними з найефективніших речовин для пожежогасіння. Але, як відомо [1], хладони руйнують озоновий шар Землі, з цього постає проблема заміни цих речовин екологічно безпечними. Деякі флуоровмісні вуглеводні (ФВВ), які занесені до стандартів [2], менш шкідливі для стратосферного озону, але ефективні при ліквідації пожежі. Ці речовини мають низьку токсичність і досить високу вогнегасну здатність.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Автори [3] заперечують хімічний характер дії цих інгібіторів. Вони пояснюють їхню дію на полум'я лише розбавленням повітря [3]. ФВВ менш ефективні, ніж бромовмісні хладони. Так, показано [3], що маса інгібіторів на основі ФВВ, необхідна для гасіння, перевищує масу бромовмісних речовин. Добре відомо, що вогнегасна активність галогеновмісних вуглеводнів знижується в наступному порядку [4]: RI>RBr>>RCl>RF (R-вуглеводневий радикал). Автори роботи [3] припускають що відсутність хімічної дії хлор-флуоровмісних вуглеводнів на горіння обумовлено більш високою енергією хімічного зв'язку C-Cl і C-F в порівнянні з C-I і C-Br. Згідно багатьом роботам, зокрема [4] хімічне інгібування горіння галогеновмісними сполуками реалізується в реакціях за участю атомів галогенів, що утворюються при деструкції галогеновмісних сполук, висока енергія хімічного зв'язку C-Cl і C-F зменшує ймовірність протікання вищезазначених реакцій. В [5] проведені розрахунки ефективності галогеновмісних інгібіторів для флуор-, бром- і йодовмісних сполук. Показано, що більша активність інгібіторів CF<sub>3</sub>Br і CF<sub>3</sub>I у порівнянні з CF<sub>4</sub> і іншими флуоровмісними інгібіторами обумовлена регенеративним циклом, пов'язаним з HBr і HI, відповідно. У наших роботах [6,7] неодноразово була підтверджена ця точка зору за допомогою квантово-хімічних розрахунків. Проте, на противагу думці авторів роботи [3], розрахована енергія розриву зв'язку X-галоген хлоровмісного вуглеводню лише на 0,0049 а.о. відрізняється від енергії деструкції хладону 1301 з утворенням атомарного броду [7]. Отже можна припустити інший механізм інгібувальної дії. Також було показано, що продукти деструкції ефективно зв'язують активні центри полум'я (АЦП), в чому проявляється так званий scavenging effect (ефект пастки) [8], що лежить в основі хімічного інгібування. Раніше [9, 10] було доведено, що енергія деструкції зв'язків між атомами поверхневих сполук кремнезему значно менше, ніж в ізольованих молекулах. Цей факт, зокрема, може бути корисним, коли в хімічному процесі важлива не вся молекула речовини, а окремі радикали, що утворюються в процесі її деструкції. Такі радикали можуть бути іммобілізовані на поверхню кремнезему і, остання буде слугувати підкладкою для посилення дії іммобілізованої групи атомів. Зокрема, було показано, що



відщеплення диметилфосфату від поверхні кремнезему відбувається значно легше, ніж від молекули триметилфосфату [9]. Тверде тіло має періодичну структуру, тому описання поведінки електронів в ньому спрощується [11]. У разі молекул, адсорбованих на поверхні твердого тіла, цей сприятливий чинник відсутній. У зв'язку з цим для коректного описання реакцій на поверхні необхідно розглянути реагуючі молекули і значне число атомів твердого тіла. В цьому полягає основна складність моделювання реакції адсорбованих молекул. Моделі, що використовуються, умовно можна розділити на дві групи. Так звані «твердотільні» моделі виходять з властивостей «нескінченного» твердого тіла. Наприклад, якщо в рівняннях Хартрі-Фока-Рутана під атомними орбіталями мати на увазі безперервний набір хвильових функцій електронів твердого тіла, нехтувати обмінними членами і явно врахувати лише кулонівське відштовхування електронів з різними спінами, локалізованих на адсорбованому атомі, то одержимо модель Андерсена [12]. Існують більш прості моделі, наприклад, модель, в межах якої електрони твердого тіла вважаються вільними. «Твердотільні» моделі досить грубі, проте, вони досить успішно використовуються для описання адсорбції окремих атомів. У разі адсорбції молекул «твердотільні» підходи ускладнюються. Систематичних досліджень в цьому напрямі поки що недостатньо.

В другій групі моделей враховується лише кінцеве число атомів твердого тіла, розташованих поблизу адсорбованих молекул. Таке наближення називається кластерним. Розмір кластера обирається так, щоб, з одного боку, був можливий його квантово-хімічний розрахунок, - а з іншого боку, - щоб в межах даного кластера з прийнятною точністю відтворювалися необхідні характеристики адсорбованих молекул. Розірвані на межах кластера хімічні зв'язки часто замикають шляхом введення «псевдоатомів», підібраних так, щоб тип хімічного зв'язку псевдоатом — кластер відповідав такому в твердому тілі. Виникає питання: який мінімальний розмір кластера, достатній для описання реакцій на поверхні твердого тіла? На це питання немає однозначної відповіді. Необхідне мінімальне число атомів в кластері залежить від конкретної системи. Навіть у разі однієї і тієї ж системи для з'ясування різних властивостей адсорбованих молекул може бути необхідний різний розмір кластера. Ми в своїх розрахунках користуємося кластерним підходом.

Для описання кластера у принципі прийнятні стандартні квантово-хімічні методи. Цікаві приклади квантово-хімічних розрахунків деяких конкретних систем можна знайти в монографії Г. М. Жидомірова і співробітників [13]. Детально розглянуті питання вивчення гетерогенного каталізу квантово-хімічними методами дослідження в [14, 15, 16]. Проблема Ван-дер-Ваальсової взаємодії молекули з поверхнею твердого тіла розглядається з використанням квантово-хімічної теорії збурень [17]. Застосовуючи теорію збурень другого порядку, для енергії притягування  $\Phi$  між сферичною неполярною молекулою і поверхнею будь-якого напівнескінченного твердого тіла Синаноглу і Пітцер [18] одержали вираз:

$$\Phi = -\frac{1}{2}\alpha_1 \left| \langle 0 | \vec{F}_1 | 0 \rangle \right|^2 - \frac{1}{2}\alpha_1 \frac{\delta_1}{\delta_1 + \delta_s} \sum_{t \neq 0}^{\infty} \left| \langle 0 | \vec{F}_1 | t \rangle \right|^2,$$

де  $\alpha_1$  – поляризованість молекули;  $\delta_1$  і  $\delta_s$  – середні енергетично збуджені молекули твердого тіла;  $\vec{F}_1$  - миттєве електростатичне поле, створюване всіма електронами і ядрами твердого тіла в центрі молекули адсорбата;  $\Phi$  – різні енергетичні рівні твердого тіла; перший член рівний енергії поляризації молекули електростатичним полем над поверхнею; другий член відповідає енергії дисперсійної взаємодії. В цих теоріях фактично враховуються тільки сили притягування Ван-дер-Ваальсового типу; сили відштовхування не враховуються.

**Постановка задачі і її розв'язання.** Задачу про адсорбцію молекули на поверхні можна розв'язати, очевидно, тільки при зведенні її до декількох одновимірних задач. Для цього можна скористатися моделлю, в якій тверде тіло замінюється ланцюжком

гармонійно зв'язаних атомів, при цьому граничний атом ланцюжка грає роль атома поверхні. Якщо цей атом має вільну валентність, то поблизу поверхні буде достатньо глибока потенційна яма для атомів і радикалів. Це означає, що при наближенні радикала АВ до граничного атому ланцюжка, між ними може утворитися достатньо міцний хімічний зв'язок без витрати енергії на активацію. При цьому потенційна яма, обумовлена взаємним притягуванням атомів і радикалів, і потенційна яма, що відповідає взаємодії радикала з поверхнею, будуть незалежні. Цю ж модель можна застосувати, коли з поверхнею взаємодіє молекула і потенційна яма, що обумовлена дисперсійним тяжінням. В граничному випадку взаємодія між молекулою і поверхнею може бути представлена кривою відштовхування, що не має мінімуму.

У випадку хімічної адсорбції довжину зв'язку можна вважати меншою, ніж при фізичній адсорбції. Довжина зв'язку при хімічній адсорбції близька до відповідної довжини зв'язку в звичайних хімічних сполуках. При фізичній адсорбції її енергія швидко зменшується із відстанню  $r$ , і змінюється пропорційно  $r^{-n}$  де  $n \sim 6-12$  в залежності від характеру сил. В адсорбційних процесах на оксидах суттєву роль грають поверхневі гідроксильні групи. Саме на цих групах відбувається адсорбція з неводних розчинів молекул спиртів, кислот, фенолу. Адсорбційна здатність аніонів зменшується у такій послідовності:  $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Al-силікат} > \text{Fe-силікат} > \text{Al-молибдат}$ . В цій же послідовності зменшується число груп  $-\text{OH}$  на  $1,00 \text{ nm}^2$  поверхні: для  $\text{SiO}_2 - 8$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 6$ ,  $\text{Al-силікат} - 3$ ,  $\text{Fe-силікат} - 2$ ,  $\text{Al-молибдат} - 0$  [20].

**Результати та їх обговорення.** З метою дослідження інгібувальної дії галогенопохідних вуглеводнів, які, згідно літературних джерел [21-22] можуть бути альтернативою забороненим хладонам, а також для пошуку можливості пролонгування каталітичної дії, були проведені квантово-хімічні розрахунки шляхів їх термічної деструкції, проаналізована імовірність взаємодії з активними центрами полум'я. Вибір об'єктів дослідження пояснюється тим, що всі речовини є галогенпохідними насичених вуглеводнів, але проявляють різну інгібувальну здатність.

Розрахунки виконувались неемпіричним методом ССП МО ЛКАО за програмою Gamess [23]. При оптимізації геометрії молекул використовували градієнтну методику і базисний набір 6-31 G\*. Величини енергії розриву зв'язку, наведені в таблиці 1, є різницею енергій вихідних і кінцевих продуктів у їх рівноважних конфігураціях.

Результати розрахунків молекул речовин-інгібіторів (таблиця 1) показали найменшу енергію відщеплення радикалів  $\text{Br}\cdot$  і  $\text{Cl}\cdot$ , що корелює з загальновідомими висновками експериментальних робіт. Необхідно відмітити, що енергія розриву зв'язків в обох випадках приблизно однакова, що слугує на користь можливості використання хлоровмісних інгібіторів в якості альтернативних. При цьому атомарний бром вдвічі легше утворюється при деструкції флуоровуглеводнів, ніж вуглеводнів, де не всі атоми гідрогену заміщені галогенами. Флуор відщеплюється приблизно з однаковою енергією від більшості з досліджених сполук. Характерно, що від сполук, що містять в своєму складі бром, флуор відщеплюється в приблизно 1,5 разів важче, ніж від флуоровуглеводнів, що теж говорить на користь використання цих інгібіторів горіння замість заборонених бромовмісних. В той же час енергія зв'язку галоген-гідроген в усіх досліджуваних речовинах практично вдвічі більша, ніж інші. Це означає, що в результаті деструкції не буде утворюватися атомарний гідроген, що є одним із радикалів розгалуженого ланцюгового горіння.

Таблиця 1.

**Енергії розриву зв'язків при термічній деструкції досліджуваних молекул.  
(Неемпіричний квантово-хімічний розрахунок ХФ/6-31 G\*)**

Реакційний шлях деструкції галоген-радикалів	Енергія деструкції, E, ккал/моль
$CBrCl_2-CF_3 \rightarrow CCl_2-CF_3\cdot + Br\cdot$	32,0
$CBrCl_2-CF_3 \rightarrow CCl_2Br-CF_2\cdot + F\cdot$	285,3
$CBrCl_2-CF_3 \rightarrow CBrCl-CF_3\cdot + Cl\cdot$	6,4
$CFBr=CF_2 \rightarrow CF_2=CF\cdot + Br\cdot$	54,3
$CF_2=CHBr \rightarrow CF_2=CH\cdot + Br\cdot$	104,9
$CCl_3 - CF_3 \rightarrow CF_3-CCl_2\cdot + Cl\cdot$	35,4
$CCl_3 - CF_3 \rightarrow CCl_3-CF_2\cdot + F\cdot$	63,8
$CHFCI - CF_3 \rightarrow CFH-CF_3\cdot + Cl\cdot$	67,8
$CHFCI - CF_3 \rightarrow CFCl-CF_2\cdot + F\cdot$	81,5
$CHFCI - CF_3 \rightarrow \cdot CHCl-CF_3 + F\cdot$	84,1
$CHFCI - CF_3 \rightarrow CHFCI\cdot + CF_3\cdot$	71,8
$CHFCI - CF_3 \rightarrow CFCl\cdot-CF_3 + H\cdot$	122,4
$CF_3 - CF_3 \rightarrow CF_5\cdot + F\cdot$	104,1
$CHF_2 - CF_3 \rightarrow CHF_2\cdot + CF_3\cdot$	197,7
$CHF_2 - CF_3 \rightarrow CHF\cdot - CF_3 + F\cdot$	92,6
$CHF_2 - CF_3 \rightarrow CF_2\cdot - CF_3 + H\cdot$	128,3
$CHF_2 - CF_3 \rightarrow CHF - CF_2\cdot + F\cdot$	92,2

Флуороетани вивчені з двох причин. Перша, коли чотири специфічних кандидата розглянуті при розкладанні в полум'ї, вони генерують безліч флуоровмісних стабільних частинок і радикалів, які сприяють утворенню багатьох інших флуорометанів. Отже, щоб описати розкладання чотирьох специфічних агентів (і хімію продуктів) адекватно, необхідно описати хімію багатьох утворених інтермедіатів та продуктів. Наприклад, нижча енергія і первинний реакційний шлях розкладання для одного з кандидатів  $CF_3-CF_3$ , включає дисоціацію зв'язку C-C з утворенням двох радикалів  $CF_3\cdot$ . Ці радикали, реагують з метил-радикалом  $CH_3\cdot$ , який присутній у значній концентрації у вуглеводневому полум'ї. Така реакція радикальної рекомбінації має два канали деструкції, відносна важливість яких залежить від температури і тиску. Один канал призводить до утворення флуороетену  $CH_2=CF_2$  (і HF побічний продукт). Інший канал полягає в утворенні іншого флуороетану,  $CH_3-CF_3$  [24]. Щоб передбачити продукти в полум'ї правильно, значення та швидкість тепловтрати, і в кінцевому рахунку ефективність інгібувальної домішки, також необхідно описати правильно розкладання цих двох додаткових стабільних флуоровмісних вуглеводнів ( $CH_3-CF_3$ ,  $CH_2=CF_2$ ). Якщо розглянути шляхи деструкції для цих двох молекул і всі інші реакційні шляхи для  $CF_3\cdot$  мають відношення до хімії, для інших трьох

специфічних кандидатів, повинні бути розглянуті більшість з можливих флуорометанів і флуороетанів. Важливим буде також аналіз інгібувальної активності в ряду галогенів-замісників F-Cl-Br. Виявлення механізму термічного розкладу і взаємодії продуктів розкладу з активними радикалами, відповідальними за ланцюгове поширення полум'я, допоможе не тільки пояснити дію відомих інгібіторів, але і передбачити структурні особливості і елементний склад речовин, імовірність інгібувальної дії яких може бути спрогнозована. Так, результати квантово-хімічного дослідження з одного боку підтвердили експериментальні результати щодо інгібувальної активності бромовмісних вуглеводнів. В той же час було показано, що атомарний хлор буде утворюватися практично з такою ж енергією. Дійсно активність галоген-радикалів зменшується в ряду галогенів-замісників F-Cl-Br. Та енергія розриву з утворенням цих радикалів мало відрізняється, що в умовах високотемпературного режиму застосування не має принципового значення.

Наступним кроком у нашому дослідженні був аналіз стабільності утворених інтермедіатів між продуктами деструкції галогеновмісних інгібіторів і активними центрами полум'я. Адже відомо, що за глибиною мінімуму на потенціальній кривій залежності енергії взаємодії від відстані між частинками можна говорити про стійкість проміжної сполуки. Як бачимо на рисунку 1 інтермедіат між атомарним киснем і бромом більш стійкий, ніж у випадку с флуором. Тим не менш, графік свідчить про наявність значної взаємодії радикала флуора з АЦП.

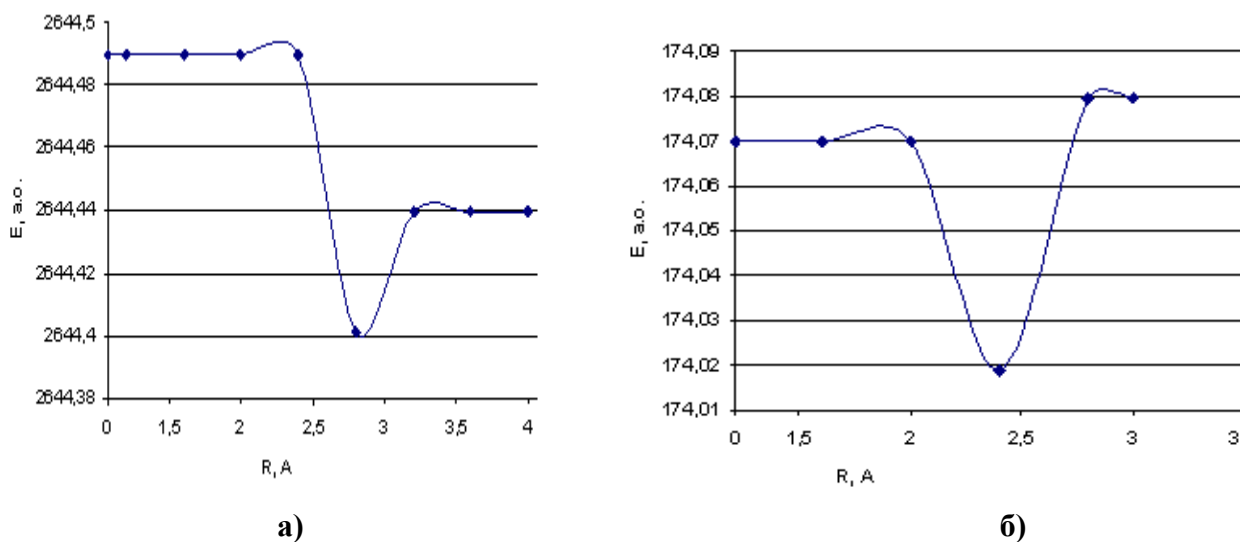


Рис. 1. Графіки залежності зміни потенціальної енергії ( $E$ , а.о.) взаємодії галоген-радикалів з атомом кисню від відстані між частинками ( $R$ , Å): а) взаємодія Br...O, б) взаємодія F...O.

Тепер перед нами стояло завдання вивчити можливість посилення каталітичної активності інгібувальної компоненти молекули інгібітора. В якості підкладки для посилення каталітичної дії ми використали поверхню дисперсного кремнезему, адже раніше вже було показано [9, 10], що утворення поверхневих сполук на кремнеземі є енергетично вигідним процесом, а енергія деструкції інгібувальних радикалів значно менша, ніж в об'ємних молекулах.

Хімічна адсорбція супроводжується утворенням на поверхні твердого тіла поверхневих хімічних сполук. Проте при цьому абсолютно не обов'язково, щоб адсорбція супроводжувалася дисоціацією молекул. Адсорбована молекула в якійсь мірі може зберегти свою індивідуальність, не зважаючи на те, що вона бере участь в утворенні хімічного зв'язку. Міцність хемосорбційного зв'язку, як і звичайних хімічних зв'язків, в об'ємних сполуках, може коливатися у вельми широких межах: від декількох ккал/моль до

декількох сотень ккал/моль. Природа хемосорбційного зв'язку у принципі та ж, що і в об'ємних сполуках, проте специфіка поверхні може істотно вплинути на характер зв'язку і розподіл електронів в атомах, що взаємодіють. При хімічній адсорбції утворені зв'язки по природі і міцності близькі до хімічних зв'язків. Вони можуть бути ковалентними, іонними, координаційними. Характер хімічної адсорбції визначається взаємними переходами електронів між адсорбованою речовиною і адсорбентом, тобто електронною взаємодією адсорбованих молекул і твердого тіла.

Вивчення хемосорбційних взаємодій на поверхні твердого тіла пов'язано з певними труднощами. Взаємодія на поверхні в принципі не може бути зведена до локальної взаємодії адсорбованого атома з атомом кристалічної решітки без урахування змін в електронному стані твердого тіла. Електронна теорія однозначно показала, що одночасно з хемосорбцією в твердому тілі відбуваються електронні переходи, енергію яких не можна ігнорувати при визначенні енергії адсорбції. Завдяки участі в зв'язку вільних носіїв решітки, поверхнева хімічна сполука, що утворилася, істотно відрізняється від подібних сполук в інших фазах. Границею хімічної адсорбції зазвичай є покриття поверхні мономолекулярним шаром.

Вивчення ІЧ-спектрів адсорбованих молекул дозволило зробити висновок про утворення між гідроксильними групами поверхні і гідроксильними групами спиртів, кислот і фенолу водневого зв'язку. Відповідно до цього можна припустити, що залежність адсорбції від природи адсорбенту пов'язана не тільки з числом ОН-груп, що припадають на одиницю поверхні, але і з властивостями останніх. Дійсно, теплота змочування поверхні оксидів водою, величина якої значною мірою залежить від енергії водневих зв'язків, що утворюються, – лінійна функція точок нульового заряду. Сильна взаємодія з групами –ОН виявляється також при адсорбції амінів. Проте, в цьому випадку відбуваються і інші більш глибокі взаємодії з оксидами, в результаті яких утворюються поверхневі хімічні сполуки. Результати розрахунків деструкції досліджуваних радикалів з поверхні кремнезему наведені в таблиці 2. Аналіз відщеплення галогенів від поверхні кремнезему показав імовірність деструкції у всіх розглянутих випадках. Найкраще себе проявляє радикал брому, який має найменшу енергію відриву. Найбільшу енергію, за розрахунком, має радикал  $\text{CF}_3$ . Характерно, що при порівнянні галоген-радикалів спостерігається аналогічна тенденція зменшення енергії деструкції, а, отже і падіння активності в ряду F-Cl-Br, що збігається з традиційними науковими поглядами на періодичність у зміні властивостей елементів.

Таблиця 2.

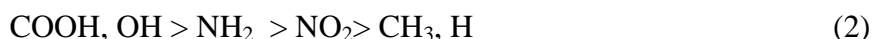
**Енергії розриву зв'язків при деструкції поверхневих сполук.  
(Неемпіричний квантово-хімічний розрахунок ХФ/6-31 G\*)**

Брутто формула поверхневої сполуки на кластері кремнезему	Енергія розриву адсорбційного зв'язку (E, ккал/моль)
$\text{X}_3\text{Si}\dots\text{Br}$	1,3
$\text{X}_3\text{Si}\dots\text{CF}_3$	135,9
$\text{X}_3\text{Si}\dots\text{Cl}$	90,7
$\text{X}_3\text{Si}\dots\text{F}$	126,7
$\text{X}_3\text{Si}\dots\text{C}_2\text{F}_5$	85,2
$\text{X}_3\text{Si}\dots\text{CHFCI}$	113,5

Якщо порівнювати з енергією деструкції цих радикалів від ізольованих молекул інгібіторів (таблиця 1), то одразу можна відмітити, що енергія деструкції бром-радикалу зменшується в двічі. Інші досліджувані радикали міцніше тримаються на підкладці, тому можна припустити більшу ефективність інгібітора, що складається з галоген-радикалів, іммобілізованих на поверхні кремнезему при умові подачі вогнегасної речовини у розвинуте горіння. При відриві радикалів від кремнезему, на поверхні підкладки теж утворюється не скомпенсована валентність і, як вже було показано раніше [10], утворюється додатковий канал для уловлювання радикалів – активних центрів полум'я.

Можливість утворення хімічних сполук між адсорбатом і адсорбентом також залежить від природи адсорбенту. Стеаринова кислота адсорбується зворотно на  $\text{SiO}_2$ , Тоді як на оксидах алюмінію магнію і цинку відбувається хемосорбція з утворенням на поверхні шару стеарату. Утворення на поверхні хімічної сполуки спостерігається також при адсорбції олеату калію з водного розчину на силікаті магнію. В той же час на силікатах заліза і марганцю адсорбція цієї сполуки протікає зворотно. Наявний матеріал не дозволяє знайти закономірність, на підставі якої можна б було передбачити адсорбційні властивості твердих тіл, не вдаючись до експерименту. Можна припустити, що енергія адсорбції багато в чому залежить від положення електронних рівнів в адсорбенті. Залежність адсорбції від положення електронних рівнів адсорбенту дозволяє припустити наявність залежності адсорбції і від енергії електронів в молекулах адсорбата. Використання з цією метою, головним чином, якісних уявлень про перерозподіл електронної густини при введенні різних замісників, стало традиційним і застосовується в даний час.

Аналізуючи опубліковані дані, не можна знайти які-небудь суворі закономірності, що зв'язують адсорбційну здатність сполук з наявністю певних замісників. Так, розглядаючи замісники за їх зростаючим впливом на адсорбційну здатність в органічних речовинах можна розташувати в такій послідовності:



Бачимо, що електронно-донорна і електронно-акцепторна здатності вказаних груп не мають вирішального значення. Електронно-акцепторна група  $\text{NO}_2$  розташована між електронно-донорними групами  $\text{NH}_2$  і  $\text{CH}_3$  а донори електронів  $\text{NH}_2$  і  $\text{OH}$  займають місце між сильними акцепторами [25]. Для створення стійких по відношенню до дії середовища поверхневих хімічних сполук потрібні міцні хімічні зв'язки між поверхнею і речовинами-модифікаторами. Такою хімічною модифікацією поверхні можна різко змінювати її адсорбційні властивості. Міжмолекулярна взаємодія, яка при цьому виникає має загальну природу

**Висновки.** Вивчення механізму інгібувальної дії відомих вогнегасних речовин доводить переважний хімічний механізм вогнегасної дії більшості відомих інгібіторів, а саме: уловлювання активних центрів полум'я продуктами деструкції вогнегасних речовин. Квантово-хімічне дослідження галогеновмісних вогнегасних речовин показало, що найбільш ефективним у зв'язуванні активних центрів полум'я виявився радикал  $\text{Br}^\bullet$ , який взаємодіє зі всіма АЦП. Флуоро- і хлоровмісні вуглеводні мають енергію деструкції дещо більшу в порівнянні з бромовмісними, але в умовах високотемпературного режиму застосування це не має принципового значення. Отже, флуоро- і хлоровмісні вуглеводні можуть бути альтернативою для заборонених екологічно небезпечних бромовмісних сполук.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. W.L.Grosshandler, Evaluation of Alternative In-Flight Fire Suppressants for Full-Scale Testing in Simulated Aircraft Engine Nacelles and Dry Bays / W.L.Grosshandler, R.G.Gann, W.M. Pitts. - NIST SP. - 1994.- P. 861,
2. NFPA 2001, Standart for Clean Agent Fire Extinguishing System, USA. - 2000
3. Baratov, A.N. About Substitution for ozone-Depleting Agents for Fire Extinguishing // Baratov, A.N.; Kopylov, N. P.; Timofeev, E.V.- HOTWC 2002. - Proceedings, April 30-May 2.
4. Baratov, A.N., Fire Extinguishing in Chemistry / Baratov, A.N., and Ivanov, E.N. – Moscow. – Khimiya. – 1979.
5. Babushok V., Influence of  $CF_3I$ ,  $CF_3Br$ ,  $CF_3H$  on the High-Temperature Combustion of Methane / Babushok V., Noto T., Burgess D.R.F., Hamins F., Tsang W., - Combustion and Flame. – 1996. – V. 107. – P. 351-367
6. Кукуева В.В., Влияние состава и структуры галогенсодержащих огнетушащих веществ на их ингибирующую активность / Кукуева В.В., Кириллов О.А. - Ж. Вісник УКРНДПБ. – 2003. – № 1(7), С. 46-54
7. Кукуева В.В., Квантово-хімічне дослідження галогеновмісних інгібіторів / Кукуева В.В., збірник наукових праць «Пожежна безпека: теорія і практика» . - 2009, № 3. – С. 48-51
8. Namrata Vora, Chemical Scavenging Activity of Gaseous Suppressant by using Laser-induced Fluorescence measurements of Hydroxyl // Namrata Vora , Jia Eng Siow and Normand M. Laurandean, - Comb and Flame. – 2001. – v.126. – PP.1393-1401.
9. Kukueva V.V. Theoretical analysis of thermal destruction of dimethyl phosphates immobilized on dispersed silica surface / Kukueva V.V., Kirillov A.A., Grebenujk A.G., Lobanov V.V. Chemistry, physics and technology of surfaces. – Issues 7-8. – Видавничий дім „КМ Академія”. – Київ. – 2002. – С. 158-162
10. Кукуева В.В., Теоретическое исследование активности радикалов, привитых к поверхности кремнезема / Кукуева В.В., Кириллов О.А., Лобанов В.В., Чуйко О.О., Химия, физика и технология поверхности. – Выпуск 11-12. – Киев. – Наукова думка. – 2006. – С. 154-163
11. Авизль Н.Н. Адсорбция газов и паров на однородных поверхностях / Н.Н.Авизль, А.В.Кисилев, Д.П.Пошкус. - М «Химия», 1975
12. R.Hoffmann, A chemical and theoretical way to look at bonding on surfaces // Rev. of Modern Phys. – 1988. – Vol. 60, N 3.
13. Жидомиров Г.М. Кластерное приближение в квантовохимических исследованиях хемосорбции и поверхностных структур / Жидомиров Г.М., Михейкин И.Д. – М.: ВИНТИ, 1984. – 161с. – (Итоги науки и техники. Сер. Строение молекул и хим. Связь, Т.9)
14. Van Santen, Concepts in Theoretical Heterogeneous Catalytic reactivity/ Van Santen, Matthew Neurock, Catal. Rev. - Sci. Eng.. - 37 (4). – 1995. – P. 557-698
15. Ruette F. Quantum Chemistry Approches to Chemisorption and Heterogeneous Catalysis (F.Ruette,ed.) / Ruette F., Sierralta A., and Hernandez A.J., Kluwer Academic Pub., Netherlands. – 1992. – 233 p.
16. Baerends E.J., in Cluster Models for Surface and Bulk Phenomena, NATO ASI, B283 (G.Pacchioni and P.Bagus, eds), Plenum Press. - 1992.
17. Дьюар М. Теория возмущений молекулярных орбиталей в органической химии / Дьюар М., Догерти Р. – М.: Мир, 1977. – 695 с.
18. Sinanoglu O., Pitzer K.S., J.Chem.phys. – 1960. – V. 32. – PP. 1279-1288

19. Чуйко А.А., Строеие и химия поверхности кремнезема / А.А.Чуйко, Ю.И.Горлов, В.В.Лобанов, Киев, - Наукова думка, 2007
20. Хемосорбция органических веществ на оксидах и металлах/ Е.А.Нечаев, Х.:Вища шк. Изд-во при Харьк. Ун-те. – 1989. – 144 с.
21. Harvey L. r, Ab initio calculations and kinetic modeling of Halon and Halon replacements / Harvey L. Raige, Rajiv J. Berry and other, – HOTWC. – May 7-9. – 1996. – Albuquerque, New Mexico.
22. Noto T., Inhibition Effectiveness of Halogenated Compounds / T. Noto, V. Babushok, A. Hamins and W. Tsang. – Combustion and flame. –1998. – V.1126. – PP. 147-160
- 23.Gordon M.S. Advances in electronic structure theory: GAMESS a decade later / Gordon M.S., Schmidt M.W. in: Theory and Applications of Computational Chemistry: the first forty years / Eds. C.E.Dykstra, G. Frenking, K.S.Kim, G.E.Scuseria. – Amsterdam: Elsevier, 2005. – P. 1167-1189.
24. Nyden M.R., Flame Inhibition Chemistry and the Search for Additional Fire Fighting Chemicals / M.R.Nyden, G.T.Linteris, D.R.F.Burgess, P.R.Westemoreland, W.Tsang, M.R.Zachariah // Evaluation of Alternative In-Flihy Fire Suppressants for Full-Scale Testing in Simulated Aircraft Engine Nacelles and Dry Bays. Section 5, Grosshandler W.L., Gann R.G., Pitts, Editors. – 1994. – PP. 467-641
25. Химия привитых поверхностных соединений / Под ред. Г.В.Лисичкина. – М.:ФИЗМАЛИТ, ISBN 5-9221-0342-3. –2003. – 592 с.



УДК 159.953.5

О.М. Смірнова, ІДУЦЗ, М.І. Омельченко, АПБ ім. Героїв Чорнобиля

## ПСИХОЛОГІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ В ОСВІТНІХ ЗАКЛАДАХ МНС УКРАЇНИ

Стаття присвячена психологізації навчально-професійної підготовки майбутніх працівників пожежно-рятувальних підрозділів в профільних навчальних закладах МНС України. Окреслюються основні напрямки та аспекти психологізації на різних етапах підготовки. Представлено пропозиції психологізації навчально-професійної підготовки.

**Ключові слова:** психологізація, навчально-професійна підготовка, професійно важливі психологічні якості, розвиток та удосконалення особистості, професіоналізація.

**Постановка проблеми.** Ефективність ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та рятування потерпілих значною мірою залежить від рівня професіоналізму фахівців Міністерства з питань надзвичайних ситуацій, чий професіогенез починається в процесі навчально-професійної підготовки в профільних освітніх закладах.

Теоретико-методологічні питання психологізації професійної підготовки мають відповідну спрацьованість, висвітлену в прикладних дисертаційних дослідженнях, в частині нормативних документів, які стосуються фахівців-практиків та психологів. Проте, педагогічна психологія вищого навчального закладу, майже, не має належного відображення. Концептуальному та науково-методичному обґрунтуванню психологізації професійної підготовки майбутніх фахівців в профільних освітніх закладах МНС України приділено менше уваги, ніж того вимагають завдання оперативно-рятувальної служби.

Пізнавальна ситуація, яка склалась навкруги проблеми психологізації вузівської підготовки ускладнюється тим, що знаходиться на перетині відповідальності кількох відомчих служб: кадрово-управлінської, виховної, наукової та навчально-методичної діяльності професорсько-викладацького складу.

Недостатня розробленість проблеми в сучасній психологічній науці та практиці підготовки дозволяють окреслити тему статі, яка має беззаперечну наукову та прикладну значущість і актуальність.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** По факту, психологічне забезпечення професійної підготовки регулюється нормативно-правовими актами у сфері цивільного захисту, документами відомчої освіти, психологічного забезпечення службової діяльності [7, 8, 9]. Окремий напрямок досліджень складають роботи Самонова О.П., пов'язані з вивченням психологічних засад професійної діяльності та підготовки пожежних. Ним проводився психологічний аналіз службової та бойової діяльності. Був розроблений професіографічний опис основних видів діяльності підрозділів державної протипожежної служби. Вивчалися психологічні складові та умови формування професійної майстерності пожежних. У своїх дослідженнях Самонов О.П. розділяє особливості психологічної підготовки особового складу пожежних підрозділів за напрямками виконання бойових функцій. Відповідно ним надані психолого-педагогічні рекомендації щодо формування професійної майстерності керівників гасіння пожеж, газодимозахисників і диспетчерів.

На думку О.П. Самонова: «Під психологічної підготовкою особового складу пожежних підрозділів слід розуміти системне навчання, яке направлене на активізацію професійних здібностей та забезпечення стану психіки до ефективної діяльності в екстремальних умовах» [5].

В контексті тематики статті, важливим є те, що у своїх роботах О.П. Самонов звертає увагу на розвиток професійно-особистісних якостей пожежних та розробляє

рекомендації щодо саморегуляції, зокрема, ситуативного управління психічним станом пожежного на бойовому чергуванні та у бойовій обстановці. Надзвичайно важливі роботи Самонова розкривають психологічні характеристики діяльності пожежних та стосуються практичної діяльності. Вони слугують орієнтиром підготовки майбутніх рятівників.

Питанням виявлення особливостей ергономічного забезпечення підготовки пожежного-респіраторника присвячене дисертаційне дослідження М.А. Кришталя (1997). В його роботі був проведений аналіз стану та технічного забезпечення психологічної підготовки особового складу пожежно-технічних закладів та практичних підрозділів.

Мотиваційна готовність курсантів і слухачів вищого навчального закладу до професійної діяльності (на прикладі спеціалістів пожежної безпеки МВС України) була розглянута Г.С. Грибенюком у 1997 році. Було встановлено, що зростання рівня дійовості мотиваційної готовності курсантів і слухачів вищого навчального закладу МВС зумовлюється переважанням у структурі мотивів професійної спрямованості, усвідомленням цінностей професійної орієнтації, визначеністю загальної життєвої перспективи. А підвищення якості професійної підготовки курсантів та слухачів вищого навчального закладу МВС значною мірою детермінується належними розробкою та обґрунтуванням психологічного змісту методик, алгоритму визначення міри мотиваційної готовності та можливостями їх практичного втілення.

Процес набуття професійно важливих психологічних якостей пожежних на етапі фахового становлення, який може відбуватися більш ефективно за умови інженерно-психологічного забезпечення професійного відбору до державної пожежної охорони України та їх подальшої психологічної підготовки, був розглянутий у роботі В.В. Вареника (2001). Особливості становлення та розвитку пожежної служби були висвітлені у працях О.М. Бандурки, М.М. Козяра, В.М. Стрільця та інших.

О.В. Бикова (2001) розглядала педагогічні особливості процесу формування готовності у майбутніх офіцерів пожежної охорони до професійної діяльності.

Акцентуючи увагу на етапі професійної підготовки М. М. Козяр у докторській дисертації (2005) пише:

«Рівень індивідуальної та групової професійно-екстремальної підготовленості фахівців з надзвичайних ситуацій зростає і залишається стабільно високим за умов реалізації теорії та методики, що забезпечують неперервну поетапну професійну підготовку особового складу підрозділів з надзвичайних ситуацій до діяльності в екстремальних умовах природних, екологічних, техногенних і технічних аварій чи катастроф, котра включає загальну і спеціальну (базову) професійно-екстремальну підготовку та контекстну підготовку до розв'язання специфічних завдань у надзвичайних ситуаціях регіонального характеру (контекстно-екстремальну підготовку), відновлення професійно-екстремального потенціалу фахівців з надзвичайних ситуацій і постійне підтримування високого рівня готовності особового складу до діяльності в екстремальних умовах (постекстремальну підготовку)» [2].

З 2007 року дослідження українських науковців в контексті становлення та формування психологічних якостей під час навчання у профільному навчальному закладі, поступово набувають системності, відбувається їх поглиблення, актуалізація окремих аспектів цього напрямку. Зокрема, Г. С. Грибенюк, у 2007 році в докторській дисертації предметом дослідження обрав – особистісні, соціально-психологічні та психолого-педагогічні умови становлення і розвитку у майбутніх рятівників здатності до саморегуляції як детермінанти ефективної професійної діяльності в екстремальних умовах. Вперше у його дослідженнях було з'ясовано психолого-педагогічні умови ефективної підготовки рятівників до професійної діяльності в екстремальних умовах в освітніх закладах МНС України. Г.С. Грибенюк відмічає:

«Саморегуляція є невід'ємною складовою професіогенезу особистості. Процес становлення й розвитку саморегуляції охоплює всі етапи професійного життя людини і вирішальним чином зумовлює результативність виконання професійних функцій.

Формування здатності до саморегуляції є одним з найважливіших завдань підготовки сучасного фахівця-рятувальника, оскільки забезпечує можливість виховання особистості, здатної самостійно приймати рішення, формувати й довізначати завдання у відповідності до вимог складних, мінливих ситуацій й завдяки цьому досягати поставлених цілей. Чинна у нашій державі система підготовки фахівців реалізується, як правило, у контексті традиційної предметно-інформаційної парадигми, а тому, зрозуміло, не може відповідати сучасним вимогам професійної підготовки. Основний недолік чинної системи полягає в тому, що в ній недостатньо реалізується суб'єктний підхід до виховання особистості як самодостатнього професіонала.

Зазначене найбільшою мірою стосується професійної підготовки особистості до діяльності, яка здійснюється в екстремальних умовах і передбачає сформованість у людини системи специфічних особистісно-професійних якостей, властивостей, здатностей, знань, умінь та навичок» [1].

Професійна орієнтація та психологічний відбір кандидатів на навчання в профільні навчальні заклади, є важливими елементами, які носять активний інформаційно-психологічний характер. Вони орієнтовані на оцінку інтелектуально-мотиваційної готовності до навчання та проходження служби, соціальну зрілість, когнітивні, комунікативні, емоційно-вольові особливості особистості. Вивчення цих особливостей проводиться за допомогою показників інформативних психологічних тестів та алгоритму формування підсумкового висновку. Алгоритм виставлення категорії професійної придатності (прогнозу професійної придатності) відбувається із співставлення психофізіологічних, психологічних та соціально психологічних особливостей особистості з необхідним рівнем вимог спеціальності та особливостей навчання в освітніх закладах. Цей алгоритм забезпечує точне визначення засобів та методів удосконалення професійно важливих психологічних якостей для конкретної особи.

Дисертаційне дослідження В.П. Бута (2008) розкриває структуру професійно важливих якостей курсантів газодимозахисників-рятувальників. Виділено групи професійно важливих якостей курсантів, які потребують формуючого впливу та розкрито зміст тренінгової програми формування професійно важливих якостей у курсантів-випускників газодимозахисної служби.

Технології формування професійно важливих психологічних якостей, які протидіють розвитку професійного стресу у рятувальників враховують систематизацію факторів (особливостей) професійної діяльності, які мають небезпеку розвитку емоційного стресу. Системний підхід психолого-педагогічних заходів впливає на поетапне формування необхідних у професійній діяльності професійно важливих психологічних якостей.

Дослідження Приходько Ю.О. (2008) та Склярєва С.О. (2010) присвячені аналізу успішності професійної діяльності, як основної ланки системи реагування на надзвичайні ситуації, яка залежить від комплексу професійно важливих якостей працівника та детермінована як рівнем вираженості мотиваційних і особистісних якостей, так і закономірностями їх структурної організації. Розроблені рекомендації з проведення професійного психологічного відбору та психологічного супроводження навчання у навчальних центрах МНС України та професійної діяльності працівників пожежно-рятувальних підрозділів з метою підвищення їх успішності. Створено опитувальник для експертної оцінки професійно важливих якостей рятувальника та правила ймовірного прогнозування рівня професійної успішності рятувальників.

Захищена у 2008 році Гонтаренко Л.О. дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата психологічних наук «Професіографічний аналіз діяльності працівників чергово-диспетчерської служби екстреного виклику МНС України» продовжує низку робіт, які присвячені залежності ефективності професійної діяльності від комплексу професійно важливих якостей працівників, який, за результатами професіографічного

опису, має використовуватися при професійно-психологічному відборі та психологічному супроводженні діяльності персоналу МНС України.

Дисертаційне дослідження Н.Я. Вовчатої (2010) було присвячене теоретичному обґрунтуванню та експериментальній перевірці організаційно-педагогічних умов професійної підготовки фахівців пожежно-рятувальної служби в контексті інтеграції в європейський освітній простір. Вперше було визначено умови ефективної професійної підготовки з упровадженням кредитно-модульної системи організації навчального процесу відповідно до вимог Болонського процесу.

У 2011 році А.Г. Снісаренко в дисертаційній роботі зробив професіографічний аналіз діяльності начальників караулів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України. Актуальність дослідження була обумовлена необхідністю удосконалення діяльності служби психологічного забезпечення МНС України, насамперед, у розрізі здійснення професійно-психологічного відбору персоналу та психологічного супроводження його діяльності.

Аналіз дисертаційних робіт присвячених психологічним аспектам навчально-професійної підготовки, показав наступне: дослідження в якості теоретико-методологічної основи обирають сукупність існуючих теорій, гіпотез та підходів вітчизняних шкіл, немає розбіжностей також і у соціально-психологічних кардинальних парадигмах. Необхідно відзначити безумовну важливість та цінність всіх виконаних дисертаційних робіт – саме звернення до теми психологічного забезпечення професійної підготовки, аналіз різноманітних поглядів доводить його загальнодержавне значення.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Аналіз окремих досліджень даного напрямку та існуючої ситуації дозволив визначити необхідність у єдиному цільовому поєднанні та психологізації всіх компонентів навчально-професійної підготовки майбутніх фахівців МНС України. Матеріал статті розкриває необхідність та можливі шляхи синхронізації процесів навчально-професійної підготовки в умовах вищого навчального закладу МНС України.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.** Дослідження питання психологізації професійної підготовки представляється вкрай актуальним в контексті особливостей розвитку якості навчання у профільних навчальних закладах. Загальні принципи та методичні основи побудови організаційно-психологічної системи в навчальному закладі для становлення та удосконалення професійно важливих психологічних якостей, мають суттєве значення для розвитку загальної та спеціальної психології, а також теорії загальної та професійної підготовки. Під впливом таких факторів, як спеціальна освіта та професійне удосконалення, відбувається становлення професійно важливих психологічних якостей та професіоналізація в їх взаємозв'язку та єдності, що значно розширює уяву про закономірність психологічного удосконалення фахівця.

На сьогоднішній день в наукових дослідженнях існує множинність уявлень про необхідні умови психологічного забезпечення дієвої професійної підготовки, проте, не знайшло своєї розробки єдине цільове поєднання всіх процесів навчально-професійної підготовки в умовах навчального закладу.

Принципове значення в подальшій розробці теоретичних питань в галузі психології та педагогіки, інших спеціальних дисциплін, пов'язаних з професійною діяльністю можуть мати рекомендації міждисциплінарного характеру з концептуальними засадами, які стосуються проблем становлення та удосконалення професійно важливих психологічних якостей курсантів та студентів, їх свідомості та самосвідомості в загальній формі та професіональному плані. Дослідження в галузі психологізації навчально-професійної підготовки мають множинну інтерпретацію, що відкриває можливості та перспективи для досліджень емпіричного, експериментального та прикладного характеру, важливих для подальшого розвитку психологічної теорії, теорії освіти та виховання.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Стихійні лиха, катастрофи та інші надзвичайні ситуації останніх років вразили свідомість світової спільноти та мали значні людські і матеріальні збитки. Вони, з очевидністю, показали наскільки важлива оперативність дій рятувальних сил, їх готовність до виконання службових обов'язків в екстремальних ситуаціях. Професійна діяльність працівників служби цивільного захисту, яка відбувається в складних умовах, характеризується впливом значної кількості стресогенних факторів, у зв'язку з цим, зростають вимоги до особистості рятувальника, його психологічних якостей та рівня професіоналізму.

Проблема психологічного забезпечення професійної підготовки була розглянута різними авторами під різним кутом зору. Значна увага приділялася розробці, аналізу, оцінці ефективності формувального впливу та психорегулюючим заходам.

Більшість досліджень, які торкаються проблем застосування можливостей психології у професійній підготовці, єдині у тому, що професійний розвиток розглядається як процес входження фахівця в обрану професійну сферу, його соціалізації та вдосконалення. Суспільно-значущі цінності перетворюються в досвід індивідуальної професіоналізації. На цьому шляху знаходиться опанування професійно-важливих психологічних якостей та пізнання особливостей діяльності.

Сучасна російська наукова думка розкриває досвід психологічного забезпечення професійної підготовки в межах наукової школи, зокрема, Санкт-петербурзького університету Державної протипожежної служби МНС Росії. В контексті психологічних досліджень професійної підготовки рятувальних підрозділів важливим є розробка теоретичних засад діяльності психологічної служби освітнього закладу, системи роботи, принципів організації в освітянському просторі.

Незважаючи на всю існуючу опрацьованість теоретичних та методологічних питань психологічного забезпечення професійної підготовки, іноземний досвід подібних досліджень, концептуальному та науково-методичному забезпеченню психологізації навчально-професійної підготовки курсантів та студентів профільних навчальних закладів МНС України приділено менше уваги.

На сьогоднішній день, забезпечення психологічного захисту в Україні це цілеспрямована організація психологічної підготовки населення та осіб рядового і начальницького складу, працівників органів і підрозділів цивільного захисту [7]. В рамках реалізації психологічного захисту, в Україні, створена та розвивається психологічна служба МНС, загальне організаційне, методичне керівництво і контроль за діяльністю якої здійснюється Центром соціально-гуманітарної роботи та психологічного забезпечення через відділ психологічного забезпечення та захисту населення. Інструкція з організації психологічного забезпечення службової діяльності забезпечує на основі єдиного методологічного підходу скоординовану діяльність усіх суб'єктів психологічного забезпечення в системі МНС України з метою вдосконалення цього напрямку роботи [8]. Але є необхідність у подальшій розробці інструментарію психологізації процесів відомчих служб в умовах вищого навчального закладу.

Психологічна діяльність здійснюється працівниками Центрів (груп, секторів) психологічного забезпечення та роботи з особовим складом за територіальним принципом їх знаходження. Однією з важливих задач, які розв'язують практичні психологи МНС, є психологічне забезпечення професійної підготовки курсантів (студентів) профільних освітніх закладів, що вимагає синхронізації всіх процесів навчально-професійної підготовки та розробки організаційно-методичного апарату цієї важливої частини психологічної роботи в МНС України.

Для досягнення цієї мети виникає необхідність у єдиному цільовому поєднанні функцій відомчих служб профільних навчальних закладів, розробці рекомендацій по удосконаленню професійної орієнтації та професійно-психологічного відбору кандидатів

на навчання та організаційно-методичному забезпеченні системи психологічного супроводження курсантів та студентів на всіх етапах їх підготовки.

Розглядаючи компоненти навчально-професійної підготовки, треба зазначити, що кожна складова набуття професіоналізму має відповідне спрямування. Навчання – цілеспрямований процес організації та стимулювання активної навчально-пізнавальної діяльності по оволодінню знаннями, вміннями та навичками. Розвиток творчих здібностей та етичних поглядів. Метою навчання є доведення до відповідного рівня (середнього, еталонного, можливого) кількості та якості елементів знань та вмінь. Під час виховного процесу відбувається формування особистості, яке спрямоване на підготовку її до участі у суспільному і культурному житті відповідно до соціокультурних нормативних моделей. Метою виховання є — очікувані зміни людини, які здійснені під впливом спеціально підготовлених і планомірно проведених виховних акцій і дій. Кажучи про наукову діяльність, мова йде про сферу людської діяльності, направлену на вироблення і теоретичну систематизацію об'єктивних знань про дійсність. Основою цієї діяльності є збір наукових фактів, їх постійне оновлення і систематизація, критичний аналіз і, на цій базі, синтез нових наукових знань або узагальнень, вони не лише описують природні або суспільні явища, які спостерігаються, але і дозволяють побудувати причинно-наслідкові зв'язки і, як наслідок, — прогнозувати. Отже, наука це високоспеціалізована діяльність людини з вироблення, систематизації, перевірки знань з метою їх високоефективного використання.

Відокремленим компонентом навчально-професійної підготовки є психологічне супроводження навчально-виховного процесу. Це комплекс заходів, спрямованих на формування та розвиток психологічних знань, умінь та навичок, які дозволяють професійно грамотно та ефективно досягати поставлених цілей, створення сприятливих умов з метою формування, підтримки та відновлення оптимальної працездатності. Метою психологічного супроводження є проведення психопрофілактичної роботи, спрямованої на зміцнення та відновлення соціально-психологічного благополуччя, попередження виникнення соціально-психологічної та особистісної дезадаптації.

Сьогодні, в умовах вищого навчального закладу, лише навчання та виховання поєднані у навчально-виховний процес, метою якого виступає організація та забезпечення формування особистості. Наукова діяльність відокремлена, а психологічні дослідження, які проводяться науковцями знаходять своє відображення лише в роботі окремих зацікавлених осіб. Завданням психологічного супроводження визначено – забезпечення навчально-виховного процесу в межах завдань, які стоять перед психологічною службою МНС України [8]. Ситуація, яка склалася між компонентами навчально-професійної підготовки, демонструє їх відокремленість. Хоча в кожному з них є свій психологічний аспект. Система «викладач-слухач» характеризується психолого-педагогічними конструктами. Взаємовідносини курсантів та студентів в учбових колективах визначаються соціально-психологічними особливостями. Індивідуальне реагування на ситуації залежить від особистісних характеристик. Крім того необхідно відзначити і такі компоненти підвищення дієвості освітнього процесу, як професіоналізм викладацького складу, взаємовідносини у педагогічних колективах, психолого-педагогічні аспекти впровадження нових педагогічних технологій та ряд інших факторів.

Поєднання значущого впливу всіх компонентів навчально-професійної підготовки та їх психологізація може відчутно позначитися як на дієвості освітнього процесу в умовах навчального закладу, так і на професіоналізації випускників та молодих фахівців МНС України.

Ще у 1982 році О.П. Самонов у своїх роботах зазначав:

«У єдності з професійною майстерністю знаходиться професійна культура особового складу. Між ними існує тісна взаємозалежність. Освіта створює умови для вирішення виховних завдань, а виховання – передумови для успіхів у навчанні. У зв'язку із зростаючими вимогами до професійної майстерності особового складу пожежної

охорони, труднощами його формування підвищилась роль моральних та етичних сторін особи співробітника. Наявність внутрішньої культури є не менш значущим, ніж володіння професійними знаннями» [5].

Єдине цільове поєднання компонентів навчально-професійної підготовки має знайти своє відображення у алгоритмі поетапної психологізації в умовах вищого навчального закладу (психологічна професійна орієнтація, професійно-психологічний відбір, психологічне супроводження курсантів та студентів на етапах пізнання особливостей майбутньої діяльності, висновок про професійну придатність на випуску з навчального закладу, контроль за ефективністю адаптації випускників в практичному підрозділі). Важливим є залучення до психологізації всіх учасників навчально-виховного та кадрово-управлінського процесів. Загальне підвищення рівня психологічної культури може відбуватися у наступних напрямках: для курсантів – програми професіоналізації та удосконалення професійно важливих психологічних якостей, адаптації до професійного навчання; для студентів та слухачів – програма особистісного та професійного зростання; здійснення спеціалізованого консультування з реалізації зазначених програм (в тому числі на підставі самовиховання та саморозвитку). Для співробітників доцільним було б проводити консультування з проблем удосконалення навчально-виховного процесу та використання у ньому досягнень прикладної психології. Не повинне бути залишеним поза увагою і проведення навчання навичкам протидії професійним стресовим впливам всіх учасників навчально-виховного та кадрово-управлінського процесів.

У продовж всього періоду навчання існує необхідність у моніторингу удосконалення професійно важливих психологічних якостей та у вивченні психологічної готовності випускників до служби за обраною спеціальністю. Контроль за дієвістю адаптації випускників профільних навчальних закладів за місцем проходження служби може розв'язати низку завдань: моніторинг змін вимог професійної діяльності до професійно важливих психологічних якостей співробітників МНС України; динаміка змін факторів професійної діяльності, які мають вплив на емоційний стан співробітників; моніторинг адаптованості співробітників до професійної діяльності; своєчасна корекція поєднання та синхронізації процесів навчально-професійної підготовки.

Синхронізація процесів навчально-професійної підготовки має відбуватися на підставі наступних принципів:

1. Принцип єдності. Цілісність та єдність психологізації становлення професійно важливих психологічних якостей за рахунок усіх суб'єктів навчання: навчальний відділ, кафедри, виховний підрозділ, факультет, суспільні організації тощо, всіх форм та методів роботи;
2. Принцип науковості. Наукова обґрунтованість, спадкоємність, плановість та поетапність психологізації професійної підготовки;
3. Принцип особистісного підходу. Діагностика та ранжирування професійно значущих особистісних якостей;
4. Принцип професіоналізму та компетентності. Компетентність в управлінні психологізацією професійної підготовки в профільних освітніх закладах. Інформатизація становлення професійно важливих психологічних якостей та удосконалення професіоналізму курсантів та студентів, наукова передбачуваність та плановість у здійсненні всіх його частин;
5. Принцип неперервності або динамічності. Послідовність та неперервність у проведенні психологічних заходів;
6. Принцип практичності навчання. Взаємозв'язок навчальних заходів з практикою професійної роботи в екстремальних умовах діяльності;
7. Принцип активності. Індивідуальна активність та зацікавленість у розвитку професійно важливих психологічних якостей, становленні та удосконаленні професіоналізму.

Психологічна служба в організаційній системі управління освітнім закладом повинна займати таке місце, яке дозволить її працівникам шляхом психологізації навчально-професійної підготовки реалізовувати професійну діяльність, яка включає:

- Професійно-прикладну психодіагностику (визначення вихідного рівня індивідуальних здібностей до навчання та оволодіння професією, психологічний моніторинг динаміки удосконалення професійно важливих психологічних якостей та стану психологічної готовності до служби у сфері цивільного захисту з початку навчання до успішного «входження в посаду», характеру міжособистісних відносин та соціально-психологічного клімату в учбових підрозділах).
- Психологічне консультування курсантів, студентів, слухачів та працівників.
- Профілактичну та психокорекційну роботу в умовах вищого навчального закладу: допомога по усуненню професійно неадекватних тенденцій в професійному та особистісному зростанні, профілактиці особистісних кризових станів, міжособистісних конфліктів, неуспішності та порушень дисципліни, а також психологічна підтримка у процесі розвитку продуктивного індивідуального та групового стилю діяльності з урахуванням специфіки майбутньої діяльності.
- Психологічну просвіту курсантів, студентів, слухачів та співробітників, яка направлена на удосконалення у них професійно-психологічної культури (в тому числі, знань в галузі особистісного та професійного удосконалення та оволодіння психотехніками саморегуляції в екстремальних ситуаціях). Ознайомлення керівництва навчального закладу, співробітників кафедр, відділів та служб з новими психотехнологіями навчання фахівця та особливостями їх впровадження в навчально-виховний процес.
- Науково-дослідну діяльність, направлену на розробку нових та корекцію тих моделей фахівців (професіорган), що вже існують, удосконалення методичного інструментарію з психологічного забезпечення освітнього процесу.
- Інформаційну діяльність з організації взаємодії з відомчими та регіональними психологічними службами (загальноосвітніх шкіл, вищих навчальних закладів, установ, центрів психодіагностики, практичних, кризових психологів служби цивільного захисту). Підготовка рекомендацій керівництву освітніх закладів та інших підрозділів МНС України з удосконалення програм відбору, методів підготовки, виховання фахівців та їх психологічному забезпеченню на подальших етапах проходження служби [6].

Логічна послідовність єдиного цільового поєднання компонентів навчально-професійної підготовки з метою професіоналізації та удосконалення професійно важливих психологічних якостей, повинна відповідати логічній послідовності розвитку особистості та узгоджуватися з теоретичними основами психологічного супроводження навчально-виховного процесу. В якості контролю за ефективністю програми професіоналізації може виступати психологічне спостереження за випускниками, у продовж 5 років після закінчення навчального закладу.

Отже, єдине цільове поєднання компонентів навчально-професійної підготовки та впровадження їх психологізації в умовах відомчого навчального закладу вимагає розробки комплексно-цільових програм та перспективних планів психологізації на рівні кожного освітнього закладу. Система заходів повинна поєднувати з одного боку, підвищення у працівників навчальних закладів психологічної компетентності та мотивації до реалізації нових педагогічних технологій, а з іншого – на створення умов для успішного становлення та удосконалення професійно важливих психологічних якостей майбутніх фахівців МНС України.

В комплексно-цільовій програмі психологізації навчально-професійної підготовки увага повинна звертатися на:

- Професійний розвиток як процес входження фахівця в обрану професійну сферу діяльності МНС України, його соціалізація та удосконалення в ній, при якому



суспільно-значущі цінності та особливості діяльності перетворюються в досвід індивідуальної професіоналізації.

- Професійне удосконалення фахівця, як процес оволодіння професією фахівця МНС України, який визначається цілеспрямованим управлінням та самоуправлінням, контролем та самоконтролем за сформованістю професійно важливих психологічних якостей.
- Узгодженість та взаємодія процесів професійного розвитку та удосконалення.
- Процес становлення професійно важливих психологічних якостей під впливом спеціально організованих психолого-педагогічних заходів.

**Висновки.** Аналіз взаємодії компонентів навчально-професійної підготовки у профільних освітніх закладах МНС України дозволив виявити необхідність їх цільового поєднання та психологізації всіх його процесів. Це поєднання, метою якого є удосконалення навчання і виховання та професіоналізація випускників, повинно представляти собою багатокомпонентний динамічний процес та системне психологічне явище, яке буде мати свої концептуальні, процесуальні та організаційно-методичні особливості.

Практична робота працівників МНС України, які не розвивають або мають недостатньо професійно важливих психологічних якостей, знижує ефективність самої службової діяльності, призводить до ушкодження здоров'я, до передчасного звільнення не тільки за станом здоров'я, але й у зв'язку з професійною неспроможністю. Психологізація процесів підготовки та становлення професіоналізації дозволить попереджувати емоційно-психічні розлади та обумовить не тільки зменшення плинності кадрів, але й зробить можливим підвищення рівня готовності особового складу МНС України до проходження служби, сприятиме поліпшенню процесів адаптації співробітників до роботи в складних умовах професійної діяльності.

**Перспективи подальших досліджень.** Дослідження психологізації процесів навчально-професійної підготовки та професіоналізації може бути повністю або частково включене в нові дослідницькі та організаційно-психологічні проекти. Існує необхідність у науково-практичному та методичному інструментарію, який був би узгоджений з існуючими нормативно правовими актами та з необхідністю забезпечений новими системотворчими матеріалами. Науково-практичний та методичний інструментарій міг би бути використаний як в науково-дослідницьких цілях, так і з метою підвищення якості навчально-професійної підготовки на практиці, в якості розвиваючих, коректуючи та діагностичних методів її оцінки.

Матеріали пов'язані з психологізацією навчально-професійної підготовки доцільно було б використовувати у лекційних курсах з психології у процесі професійної підготовки фахівців екстремального профілю діяльності, а також в системі підвищення кваліфікації психологів або їх перепідготовки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Грибенюк Г.С. Психологічні основи становлення саморегуляції у навчально-професійній діяльності майбутніх рятувальників: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора психол. наук: спец. 19.00.07 «Педагогічна та вікова психологія» / Г.С. Грибенюк. – К., 2007. – 34 с.
2. Козяр М.М. Теоретичні та методичні засади професійної підготовки особового складу підрозділів з надзвичайних ситуацій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук: спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / М.М. Козяр. – К., 2005. – 31 с.
3. Корольчук М.С. Актуальні проблеми психофізіології військової діяльності. -К.: КВГІ, 1996. - 164 с.
4. Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии. – М.: Педагогика, 1976. - 416 с.

5. Самонов А.П. Психологическая подготовка пожарных. – М.: Стройиздат, 1982. 79 с.
6. Шленков А.В. Психологическая подготовка личного состава ГПС МЧС России: Монография. - СПб.: СПбИ ГПС МЧС России, 2010. 84 с.
7. Закон України «Про правові засади цивільного захисту»
8. Наказ МНС України від 23.02.2004 р. № 89 «Про затвердження Інструкції з організації психологічного забезпечення службової діяльності аварійно-рятувальних служб» - К.: МНС України, 2004. – 44с.
9. Наказ МНС України від 23.11.2004 р. № 187 «Про затвердження Концепції психологічного забезпечення службової діяльності працівників апаратів та підрозділів Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій» - К.: МНС України, 2004. – 21с.

УДК 614.841.345.6:621.642.2/.3

О.М. Тищенко, к. т. н., доц., Ю.Ю. Дендаренко, к. т. н., доц., О.Д. Блащук,  
АПБ ім. Героїв Чорнобиля МНС України, В.М. Гвоздь, к.т.н., доц.,  
ТУ МНС в Черкаській області

## ДО ПИТАННЯ ЩОДО ЗАХИСТУ ВІД ТЕРМІЧНОГО ВПЛИВУ РЕЗЕРВУАРІВ ЗІ ЗРІДЖЕНИМ ВУГЛЕВОДНЕВИМ ГАЗОМ ПІД ЧАС ПОЖЕЖ

Розглядаються особливості розвитку пожеж на об'єктах переробки та зберігання зріджених вуглеводневих газів, що зберігаються у металевих наземних резервуарах на складах та у сховищах. Пропонується з метою охолодження металевих оболонок палаючої та сусідніх ємностей, зниження концентрації газу, що має вільний виток у повітря, а також його осадження застосовувати водяні завіси з використанням спеціально створених насадків на пожежні стволи, які одночасно забезпечують зниження інтенсивності теплового потоку та витрат води

**Ключові слова:** зріджений вуглеводневий газ, насадок для створення радіальних водяних струменів, термічний вплив.

**Постановка проблеми.** Під час пожеж, які пов'язані з горінням зріджених вуглеводневих газів (ЗВГ), особливо при їхньому зберіганні під тиском, практично завжди існує небезпека руйнування (розриву) ємностей, комунікацій і допоміжного технологічного обладнання, що супроводжується викидом великих об'ємів палаючого газу, вибуху (хлопками та спалахами).

Це відбувається через швидке зростання тиску всередині вказаних ємностей і комунікацій в результаті їх нагрівання (запобіжна арматура не завжди дозволяє „стравити” його в атмосферу та на факел), а також втрати міцності (за тієї ж причини) металевих поверхонь, які обмежують парорідинний простір. Запобігти руйнуванню резервуарів можна шляхом охолодження його поверхні водяними струменями. Але традиційна методика охолодження не сприяє ефективному відведенню тепла від металевої оболонки ємності із ЗВГ через неможливість одночасного охоплення компактним водяним струменем максимальної площі її поверхні.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Чисельні описи пожеж на об'єктах зберігання та переробки зріджених вуглеводневих газів (ЗВГ) свідчать про те, що внаслідок вільного витоку газу в атмосферу виникає досить складна обстановка через утворення пароповітряних хмар з високим ступенем токсичності. Крім того, палаючий струмінь газу, що виходить під високими температурою та надлишковим тиском, негативно впливає на безпеку особового складу підрозділів оперативно-рятувальної служби, а також сприяє швидкій втраті конструктивних властивостей корпусу (металевої оболонки) палаючого та сусідніх з ним резервуарів під дією потужного теплового потоку.

При розгерметизації обладнання та вільному виході ЗВГ в атмосферу внаслідок високої швидкості випаровування можуть утворюватись пароповітряні хмари великих розмірів, які залежать від кількості газу, що миттєво вийшов, або швидкості витікання, а також кліматичних умов (швидкості вітру, температури повітря тощо).

Найбільш ймовірною причиною аварійного витікання продукту є втрата герметичності обладнання через порушення технологічного процесу та несправності протиаварійних систем і пристроїв. Спалахування виникає, як правило, від стороннього джерела, тому що максимальна температура продукту не перевищує температури самоспалахування.

Розміри та форма факела визначаються характером пошкодження: з отворів круглої форми – компактні струмені, зі щілинних отворів – розпилені струмені. Для оперативної

оцінки витрати ЗВГ по довжині полум'я керівник гасіння пожежі може використовувати дані, що наведені у табл. 1 [3].

Таблиця 1. Залежність довжини полум'я від витрати газу.

Вид струменя	Витрата ЗВГ, кг/с при довжині факела полум'я, м											
	2	3	5	10	15	20	25	30	35	40	50	55
Компактний	–	–	0,1	0,4	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0	10	15	20
Розпилений	0,5	1,0	2,0	7,5	14	20	30	40	55	–	–	–

**Постановка задачі та її розв'язання.** Метою роботи є створення та дослідження методики охолодження кулеподібних і горизонтальних резервуарів із ЗВГ, яка б дозволила досягти максимального охоплення металевої оболонки ємності з метою її захисту від термічного впливу факела полум'я.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.** Сучасна методика охолодження резервуарів зі зрідженими газами передбачає залучення значної кількості сил і засобів, які часто діють в умовах впливу небезпечних факторів пожежі. Розв'язанню цієї проблеми сприятиме пристрій, використання якого не потребує безпосередньої участі особового складу в реалізації вказаної оперативної-тактичної операції. Як засіб захисту пропонується між палаючим та сусідніми резервуарами (у зоні теплового впливу) встановити тепловий екран у вигляді водяної завіси (радіального водяного струменя) [2].

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Часто в результаті впливу полум'я та водяного зрошення втрачають міцність опорні конструкції, на яких монтуються резервуари та комунікації, що також може призвести до деформації та розгерметизації останніх. Пожежі на об'єктах зберігання та переробки ЗВГ характеризуються можливістю прояву у різному сполученні таких небезпечних явищ:

- теплової дії „пожежі-спалаху” (вибухове виникнення горіння);
- дії хвилі стиснутого повітря (вибухова хвиля);
- теплової дії струменевого факела палаючого газу;
- теплової дії полум'я під час горіння проливу;
- теплової дії вогневої кулі.

Оскільки густина парів більшості ЗВГ перевищує густину повітря, пароповітряні хмари можуть дрейфувати у приземному шарі атмосфери на значні відстані. Під час загоряння таких хмар може виникати їх швидке згоряння без вибуху у вигляді спалаху або згоряння з вибухом з утворенням хвилі стискання.

З метою захисту від теплової дії при пожежах зовнішніх споруд комплексу сховища ЗВГ передбачають застосування стаціонарних установок водяного зрошення та стаціонарних лафетних стволів.

Джерелом водопостачання стаціонарних установок водяного зрошення та лафетних стволів є кільцевий водопровід високого тиску.

Під час пожеж в ізотермічних ємностях, що містять ЗВГ, виникає значний тепловий потік від факела полум'я, який негативно впливає на сусідні об'єкти, в тому числі й на сусідні резервуари. У таких випадках для охолодження максимальної площі поверхні тіла ізотермічної ємності зі зрідженим газом, застосовують спосіб водяного зрошення усієї поверхні за периметром або напівпериметром у залежності від взаємного розташування палаючого та сусіднього резервуарів, а також характеру підігріву поверхні.

З метою зниження теплової дії факела полум'я рекомендується подавати у нього розпилені струмені води за допомогою пожежних стволів з насадками-розпилювачами, технічні характеристики яких представлено у табл. 2.

Таблиця 2. Технічні характеристики стволів з насадками-розпилювачами.

Параметр	НРТ-5	НРТ-10	НРТ-20	РВ-12	НРС
Тиск, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
Витрата води, л/с	5	10	20	12	12
Довжина струменя, м	20	25	35	8 (вертикальна завіса)	30
Діаметр вихідного отвору, мм	7,5	9,9	14	–	–
Маса, кг	1,3	1,4	1,4	1,3	1,2

З метою екранування теплового випромінювання можуть бути застосовані водяні завіси, які утворюються за допомогою насадків-розпилювачів щілинного типу.

Водяні завіси встановлюють перед об'єктом захисту на відстані не ближче 1,5 м від фронту полум'я з ефективним кутом розпилення 45-50° до горизонту при робочому тиску, який вказано у табл. 2.

Зріджений газ може витікати у паровій, рідкій та у парорідинній фазах, кожна з яких має свою температуру горіння. Тому характер витікання газу можна визначити по кольору та виду полум'я:

- у паровій фазі газ горить світло-жовтим полум'ям, з великою швидкістю витікання з характерним свистячим шумом;
- у рідинній фазі полум'я має яскраво-оранжевий колір з виділенням сажі;
- у парорідинній фазі горіння відбувається з періодичною зміною висоти полум'я.

Висота полум'я при горінні розлитого зрідженого газу у 2-2,5 разів більше середнього діаметра площі горіння. При горінні продукту під шаром щебеню висота полум'я не залежить від площі горіння та не перевищує 0,5-0,7 м.

Тому з метою охолодження, наприклад, одного горизонтального наземного сталевого резервуара з обох боків необхідно задіяти як мінімум два лафетних стволи, які діятимуть як маневрові. У цьому випадку витрата води зі ствола з діаметром насадка 25 мм складе від 16 до 18 л/с [1]. В умовах тривалого часу гасіння пожежі, протягом якого здійснюється охолодження, в обвалуванні навколо резервуара утворюється значний шар води, який деактивізує дії підрозділів оперативно-рятувальної служби.

Таким чином, поставлено задачу знайти, розрахувати та експериментально довести ефективність теплового екрану, що створюється у вигляді рухомої водяної поверхні, котра здатна ефективно захищати певний фізичний об'єкт від термічного впливу зони теплової дії.

З метою скорочення витрат води на охолодження резервуарів авторами пропонується застосовувати насадок на пожежний ствол для створення радіальних (плоских) водяних струменів (НРС) (рис. 1.) [2]. Застосування такого насадка дає змогу збільшити площу одночасного охолодження максимальної дільниці поверхні за одиницю часу за рахунок розширення кута факелу розпилення струменя. Витрата води при цьому не перевищує 13 л/с [2].

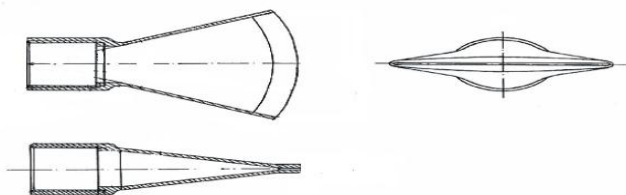


Рис. 1. Загальний вигляд насадка для створення радіального водяного струменя.

Необхідно зазначити, що даний насадок може бути застосований також з метою нейтралізації (осадження) парів ЗВГ під час його вільного витоку зі зруйнованого або пошкодженого резервуару в атмосферу шляхом встановлення водяної завіси перед фронтом пересування хмари.

На рис. 2; 3 показані можливі схеми застосування НРС з метою охолодження аварійних горизонтальних і кулеподібних наземних металевих резервуарів зі зрідженим газом.

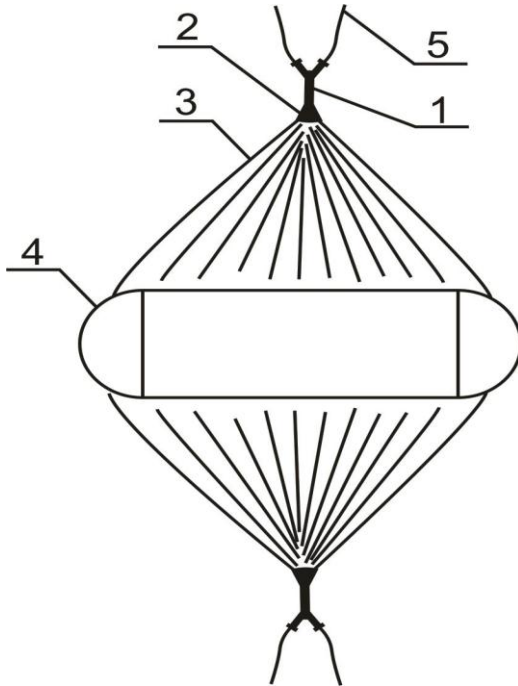


Рис. 2. Схема охолодження горизонтального резервуару зі зрідженим газом за допомогою НРС під час пожежі:

1 – лафетний ствол ПЛС-20П; 2 – насадок для створення радіальних (плоских) водяних струменів; 3 – радіальний водяний струмінь; 4 – горизонтальний сталевий наземний резервуар; 5 – напірні рукавні лінії.

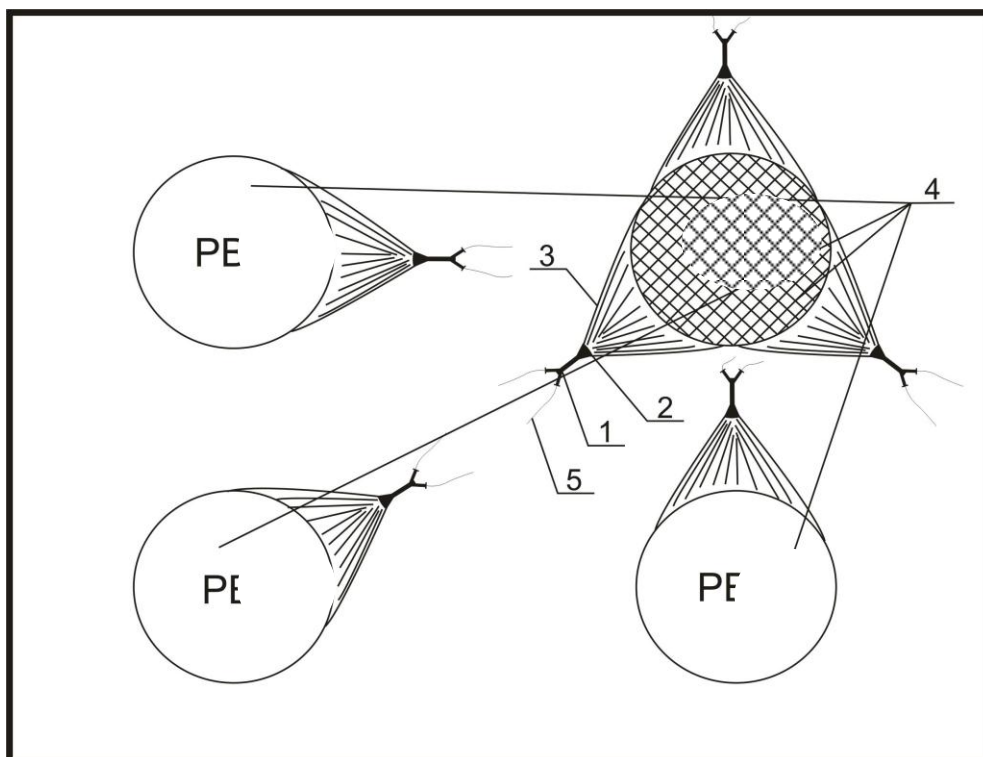


Рис. 3. Схема охолодження кулеподібних резервуарів зі зрідженим газом за допомогою НРС під час пожежі:

1 – лафетний ствол ПЛС-20П; 2 – насадок для створення радіальних (плоских) водяних струменів; 3 – радіальний водяний струмінь; 4 – вертикальний сталевий резервуар; 5 – напірні рукавні лінії.

**Висновки.** Створено та експериментально досліджено системи радіальних (плоских) водяних струменів-екранів, які дозволяють ефективно захищати технологічне обладнання вибухо-пожежонебезпечних виробництв за допомогою нових типів плоских насадків на пожежні стаціонарні та переносні лафетні стволи.

Запропоновано новий спосіб захисту резервуарів з нафтопродуктами та ЗВГ, що дозволяє зберігати необхідні несучі та огорожувальні властивості конструктивних елементів технологічного обладнання в умовах ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій при значному зменшенні витрат води та необхідної кількості особового складу підрозділів оперативно-рятувальної служби.

**Перспективи подальших досліджень.** Метою подальших досліджень є створення методології визначення кількісних показників небезпечних факторів під час виникнення аварійних ситуацій на об'єктах зберігання зріджених вуглеводневих газів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 111.
2. Дендаренко Ю.Ю. Радіальні водяні струмені-екрани для протипожежного захисту. Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.16 / Харківський держ. техн. ун-т будівн. та архіт. – Харків, 2004. – 20 с.
3. Обеспечение пожарной безопасности объектов хранения и переработки СУГ: Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 1999. – 78 с.





## ABSTRACTS / АННОТАЦИИ

UDC 614.841.414

*A. Alekseev, Cand. of Sc.(Chem), A. Levchenko, Cand. of Sc. (Eng) D. Levchenko, V. Krishtal, O. Zemlaynskiy*

### **PRESENCE OF ORGANOPHOSPHORUS COMPOUNDS IN THE FIELD BY UPGRADED APPLIANCE GSA-12**

The developed algorithm of band gas analyzer to determine the presence of organophosphorus compounds in the field.

УДК 614.841.414

*Алексеев А.Г., к.х.н., доцент, Левченко А.Д., к.т.н., доцент, Левченко Д.Е., Кришталь В.Н., Землянский О.Н.*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИСУТСТВИЯ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

#### **С ПОМОЩЬЮ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ПРИБОРА ГСА-12**

Разработан алгоритм работы ленточного газоанализатора для определения присутствия фосфорорганических веществ в полевых условиях.

---

UDC 614.842

*H.S. Alekseeva, c.t.s., assist. prof., T.V. Nikitina, c.cosiolog.s., assist. prof., V.V. Nakonechniy, c.t.s., assist. prof., A.G. Alekseev, c.chem.s., assist. prof., M.A. Kutsenko, c.ekonom.s.*

### **SYSTEMATIZATION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF PREDICTION METHODS OF CONSEQUENCES OF DISASTER AT CHEMICALLY DANGEROUS ESTABLISHMENTS**

Systematization and Comparative Analysis of the most often used prediction methods of disasters at chemically-dangerous establishments both from the point of view of the completeness of data, degree of reliability, their interrelation and systematic, and from the point of view of understanding of their peculiarity, possibility to be used in practice.

УДК 614.842

*Е.С. Алексеева, к.т.н., доц., Т.В. Никитина, к.соц.н., доц., В.В. Наконечный, к.т.н., доц., А.Г. Алексеев, к.х.н., доц., М.А. Куценко, к.э.н.*

### **СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Проведена систематизация и сравнительный анализ наиболее используемых методик прогнозирования аварий на химически опасных объектах как с точки зрения полноты информации, степени достоверности, их взаимосвязанности и системности, так и с точки зрения понимания их специфики, возможностей использования в практической деятельности.

---

UDC 614.84

*A. Berezovskyi, I. Maladyka, V. Zaivyi, A. Skrypynets, Yu. Popov,*

**RESEARCH OF DYNAMIC MECHANICAL AND VIBRATION-ABSORPTIVE PROPERTIES OF EPOXYURETHANCE MEANS FOR FIRE VIBRO PROTECTION OF METAL PRODUCTS**

Dynamic, mechanical and vibration-absorptive properties of firevibroprotective cover for fire precaution of metal products are studied. It was determined that chemical structure of modified epoxy oligomers and their composition in the mixture with oligoesterthreecyclocarbonates influences on both structural parameters of epoxyurethane polymer net and level of interphase cooperation in dispersive filled with polyphosphate ammonium of epoxyurethane materials. Such influence allows control their viscoelastic and absorbing properties.

УДК 614.84

*А.И. Березовский, И.Г. Маладыка, В. В. Зайвый, А. В. Скрипинец, Ю.В. Попов*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МЕХАНИЧЕСКИХ И ВИБРОПОГЛАЩАЮЩИХ СВОЙСТВ ЭПОКСИУРЕТАНОВЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ОГНЕВИБРОЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Изучены динамические механические и вибропоглощающие свойства эпоксиуретановых покрытий в присутствии полифосфатааммония, предназначенные для огневibroзащиты металлических изделий. Установлено, что химическое строение модифицирующих оксидных олигомеров и их содержание в смеси с олигоэфиртрициклокарбонатом влияет как на структурные параметры эпоксиуретановой полимерной сетки, так и на уровень межфазного взаимодействия в дисперснонаполненных полифосфатом аммония эпоксиуретановых материалах, что позволяет регулировать их вязкоупругие и демпфирующие свойства.

---

UDC 536.3: 535.34:614.838.441

*A. Vynohradov, PhD of physics*

**CALCULATION OF THERMAL RADIATION TRANSMITTANCE FOR SPHERICAL WATER DROPLETS**

Results of calculations of absorption in a spherical water droplet of an electromagnetic radiation of a near IR-range which corresponds to a blackbody thermal radiation at typical temperatures of a fire site (700 K – 1800 K) are presented. Calculations of spectral distribution laws of intensity of radiation, passing through a droplet, for various temperatures of a fire and for the various sizes of a droplet are executed. Dependences of integral heat fluxes of passing radiation and transmittance of a radiant heat flux on these parameters are calculated.

УДК 536.3: 535.34:614.838.441

*А.Г. Виноградов, канд. физ.-мат. наук*

**РОЗРАХУНОК КОЕФІЦІЄНТА ПРОПУСКАННЯ ТЕПЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ СФЕРИЧНИХ КРАПЕЛЬ ВОДИ**

Представлені результати розрахунків поглинання в сферичній краплі води електромагнітного випромінювання ближнього ІЧ-діапазону, яке відповідає тепловому випромінюванню абсолютно чорного тіла при типових температурах осередку пожежі (700 К – 1800 К). Виконані розрахунки спектральних розподілів інтенсивності випромінювання, що пройшло через краплю, для різних температур пожежі і для різних розмірів краплі. Розраховані залежності інтегральних теплових потоків прохідного випромінювання і коефіцієнта пропускання променистого теплового потоку від вказаних параметрів.

UDC 35.083:351.743

*Yu. Gorbachenko, Cand. Of Sc. (Eng), V.Chuban, Cand. Of Sc. (Eng)*

**FACTORS OF OPTIMIZATION OF LEGALITY AND OFFICIAL DISCIPLINE OF WORKERS OF MINISTRY OF EMERGENCY MEASURES OF UKRAINE**

On the basis of kontent analysis found out principal reasons of sub"ektivnogo character, which result in violations of the mode of legality and official discipline the workers of MINISTRY of emergency measures of Ukraine. Vision of row of the proper measures is formed with the purpose of non-admission of violations of legality and official discipline.

УДК 35.083:351.743

*Ю.Н. Горбаченко, к.и.н., В.С. Чубань, к.э.н.*

**ФАКТОРЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАКОННОСТИ И СЛУЖЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ РАБОТНИКОВ МЧС УКРАИНЫ**

На основании контент анализа обнаружены основные причины субъективного характера, которые приводят к нарушениям режима законности и служебной дисциплины работниками МЧС Украины. Сформировано виденье ряда соответствующих мероприятий с целью недопущения нарушений законности и служебной дисциплины.

---

UDC 614.8

*L.F. Dziuba, Candidate of Engineering Sciences, L.A. Kavetskyi*

**ORGANIZATION OF DESCENT OF VICTIM FROM MULTISTORIED BUILDING BY STEEPLE JACKING EQUIPMENT**

In case of emergency situations, the most widespread way of evacuation of victim from upper floors is downed victims by using of aerial ladder and elevating platform. During practice, using this equipment is impossible. At this rate, for rescuing victim from dangerous territory rescuers should down them with the help of steeple jacking. The organization of such rescue action requests coordination and clearness actions of each rescuer. The methods which consist of algorithm of actions for rescuers in case of down of victims from multistoried building have two ways. Methodological recommendation is given in the article.

УДК 614.8

*Л.Ф. Дзюба, к. т.н., доц., Л.А. Кавецкий*

**ОРГАНИЗАЦИЯ СПУСКА ПОСТРАДАВШИХ С МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ВЕРХОЛАЗНОГО СНАРЯЖЕНИЯ**

В случае возникновения чрезвычайной ситуации наиболее распространенным способом эвакуации пострадавших с верхних этажей многоэтажного здания является спуск с помощью пожарных автолестниц или автоподъемников. На практике возникают обстоятельства, при которых применение этой техники по многим причинам невозможно. В таком случае для спасения пострадавших из опасной зоны спасателям приходится спускать их с помощью высотно-верхолазного снаряжения. Организация такой спасательной операции требует слаженности и четкости действий каждого из исполнителей. В статье уточнена методика, содержащая алгоритм действий для спасателей во время спуска пострадавших с многоэтажных зданий двумя способами. А также приведены методические рекомендации по обеспечению безопасности при организации спуска пострадавшего с помощью верхолазного снаряжения.

---

UDC 004.942

*I.A. Zhyriakova, Cand. Of Sc. (Eng), S.N. Odokiyenko, Cand. Of Sc. (Eng)*

**A CONCEPTION OF DEVELOPMENT THE DECISION SUPPORT SYSTEM TO ASSESS SAFETY OF THE ANTHROPOGENIC IMPACT**

Was considered a conceptual model of an automated decision support system to assess safety of the anthropogenic impact of technosphere objects on the prospective dangerous or well-developed infrastructure manufactures.

УДК 004.942

*I.A. Жирякова, к.т.н., С.М. Одокієнко, к.т.н., доц.*

**КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ  
З ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

Розглядається концептуальна модель автоматизованої системи підтримки прийняття рішень з оцінки техногенної безпеки об'єктів техносфери на потенційно небезпечних виробництвах, а також на підприємствах, що мають розвинену інфраструктуру.

UDC 614.841.332

*Y. Kachkar, Cand. Of Sc. (Eng), S. Bychenko Cand. Of Sc. (Eng), I.Gritsina, Cand. Of Sc. (Eng), Lect, L.Kompaniyetc*

**INFLUENCE OF CHOICE OF HEAT-INSULATION MATERIAL ON INDEXES OF FIRE HAZARD AND FIREPROOF ABILITY OF THREE-LAYERED PARTITION-WALLS**

Got parameters of fireproof ability and indexes of fire hazard, gave an opportunity to work out to recommendation on the choice of the internal filling of three-layered partition-walls, at their application in building of productive building and public building.

УДК 614.841.332

*Е.В. Качкар, к. т. н., С.Н. Быченко, к. и. н., И.Н. Грицина, к. т. н., доц., Л.В. Компаниец*

**ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ И ОГНЕЗАЩИТНУЮ СПОСОБНОСТЬ СЕНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ**

Полученные параметры огнезащитной способности и показателей пожарной опасности, дали возможность разработать рекомендации по выбору внутреннего заполнения сэндвич-панелей, при их применении в строительстве производственных сооружений и общественных зданий.

UDK 662.613.12:669.046(024.2)

*Kiritchenko O. V.*

**HIGH TEMPERATURE OXIDIZATION OF ZIRCONIUM IN PRODUCTS OF DECOMPOSITION OF NITRATE-CONTAINING OXIDANTS AND ORGANIC MATTERS OF PYROTECHNIC MIXTURES AT EXTERNAL HEATING**

The results of experimental researches of process of oxidization of zirconium in the gaseous products of thermal decomposition of nitrate-containing oxidants and organic matters which are a member of pyrotechnic mixtures, at temperatures which precede them to fire-dangerous self-ignition, are presented.

УДК 662.613.12:669.046.44(024.2)

*Кириченко О. В.*

**ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЦИРКОНИЯ В ПРОДУКТАХ  
РАЗЛОЖЕНИЯ НИТРАТОСОДЕРЖАЩИХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ И ОРГАНИЧЕСКИХ  
ВещЕСТВ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ ПРИ ВНЕШНЕМ НАГРЕВЕ**

Представлены результаты экспериментальных исследований процесса окисления циркония в газообразных продуктах термического разложения нитратосодержащих окислителей и органических веществ, которые входят в состав пиротехнических смесей, при температурах, которые предшествуют их пожароопасному возгоранию.

---

UDC 614.841.332

*A.I. Kovaliov, P.G. Krukovskii, Doctor of Engineering Science, Professor, A.A. Abramov*

**ANALYSIS OF ERRORS INFLUENCE FOR TEMPERATURE MEASUREMENT  
UNCERTAINTY OF THERMAL AND FIREPROOF CHARACTERISTICS OF  
COATINGS OF REINFORCED CONCRETE LIFT SLABS**

The errors influence for temperature measurement uncertainty of thermal characteristics (thermal conductivity and thermal capacity) and characteristic of fireproof capability of plaster fire-retardant coating "Endoterm 210104" of concrete hollow core lift slabs is researched.

УДК 614.841.332

*А.И. Ковалев, П.Г. Круковский, д.т.н., проф., А.А. Абрамов*

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР НА  
ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ОГНЕЗАЩИТНЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ПОКРЫТИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ**

Исследовано влияние ошибок измерения температур на погрешность определения теплофизических характеристик (теплопроводность и теплоемкость) и характеристики огнезащитной способности штукатурного огнезащитного покрытия «Эндотерм 210104» железобетонного многпустотного перекрытия.

---

UDC 336.13

*T. Krishtal, Cand. Of Sc. (Eng), T. Scherba, Cand. Of Sc. (Eng)*

**REFORMING OF RENDERING MARKETED SERVICES PROCEDURE BY  
AGENCIES AND UNITS OF MINISTRY OF EMERGENCIES IN UKRAINE**

The absence of reconciliation in statutory instruments, incomplete development of provisions as to the regulation of legal relationships in extra budgetary activity and an objective necessity in statutory regulation enhancement in the procedure of rendering marketed services by the agencies and units of Ministry of Emergencies in Ukraine according to the changes in the legislative environment determine the topicality of the questions raised.

Taking into consideration the fact that the Ministry of Emergencies' appropriated fund is increased due to marketed services and thanks to them budget deficit for the maintenance of agencies and units of Ministry of Emergencies is partially covered, solution to the question as to the development and regulatory confirmation of formation of the distinct procedure of rendering marketed services by the units of Ministry of Emergencies is of high priority.

УДК 336.13

*Т.М. Кришталь, к.э.н., доц., Т.О. Щерба, к.і.н., доц.*

**РЕФОРМИРОВАНИЕ ПОРЯДКА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ПЛАТНЫХ УСЛУГ  
ОРГАНАМИ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ МЧС УКРАИНЫ**

Наличие шероховатостей в нормативно-правовых актах, недостаточная разработанность положений относительно правового регулирования отношений по внебюджетной деятельности и объективная необходимость повышения правового регулирования порядка оказания платных услуг органами и подразделениями МЧС Украины в соответствии с изменениями в нормативно-правовом обеспечении определяют актуальность вопросов, которые рассмотрены.

Учитывая, что специальный фонд бюджета МЧС наполняется благодаря платным услугам и именно за счет этих средств частично покрывается дефицит бюджетных средств на содержание органов и подразделений МЧС Украины, актуальным является решение вопроса относительно разработки и нормативного закрепления формирования четкого порядка предоставления платных услуг подразделениями МЧС Украины.

---

UDC 541.128.12

*V.V.Kukueva*

**QUANTUM-CHEMICAL RESEARCH OF HALOGEN-RADICALS DEXTERITY  
THAT HAVE BEEN IMMOBILIZED ON THE SILICA SURFACE**

The destruction ways of halogen-radicals from organic compounds, that are flame-inhibitors and from the silica surface have been researched by quantum-chemical calculations ab initio in 6-31 G\*\* basis set to found possibility of using of dispersed silica as catalytic substratum for inhibiting effect enhancement.

УДК 541.128.12

*В.В.Кукужева*

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ГАЛОГЕН-  
РАДИКАЛОВ, ИММОБИЛИЗИРОВАННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНЕЗЕМА**

Путем неэмпирических квантово-химических расчетов в базисном наборе 6-31 G\*\* исследованы пути деструкции галоген-радикалов от органических соединений - ингибиторов горения и от поверхности кремнезема с целью изучения возможности использования дисперсного кремнезема в качестве каталитической подложки для усиления ингибирующего эффекта.

---

UDC 159.953.5

*O. Smirnova, M. Omelchenko*

**INTRODUCTION THE PSYCHOLOGY IN EDUCATIONAL-PROFESSIONAL  
PREPARATION IN EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS  
OF EMERGENCY MEASURES OF UKRAINE**

The article is devoted introduction the psychology in educational-professional preparation of future workers of fire-rescue subdivisions in type educational establishments of Ministry of Emergency Measures of Ukraine. Basic directions and aspects of introduction of psychology are outlined on the different stages of training. Suggestions of introduction of psychology of educational-professional preparation are presented.

УДК 159.953.5

*Е.Н.Смирнова, Н.И. Омельченко*

**ПСИХОЛОГИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ  
В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ МЧС УКРАИНЫ**

Статья посвящена психологизации учебно-профессиональной подготовки будущих работников пожарно-спасательных подразделений в профильных учебных заведениях МЧС Украины. Очерчиваются основные направления и аспекты психологизации на разных этапах подготовки. Представлены предложения психологизации учебно-профессиональной подготовки.

---

УДК 614.841.345.6:621.642.2/.3

*О.М. Tishchenko, PhD of Technical sciences, Yu.Yu. Dendarenko, PhD of Technical sciences, A.D. Blaschuk, V.M.Gvozdz, PhD of Technical sciences*

**EXAMINING THE ISSUE OF PROTECTION OF TANKS WITH LIQUEFIED  
HYDROCARBON GAS FROM THERMAL IMPACT OF THE FIRE**

The peculiarities of fire progress at the objects that recast and store liquefied hydrocarbon gases, kept in metal above-ground tanks at the warehouses and shelters are considered. We suggest that water curtain using a specially designed nozzle for fire barrels, which reduce the intensity of heat flow and water consumption at the same time, should be applied to cool burning and adjacent metal shell of the vessels, reducing gas concentration, that has free leak in the air, and its sedimentation.

УДК 614.841.345.6:621.642.2/.3

*А.М. Тищенко, к. т. н, доц., Ю.Ю. Дендаренко, к. т. н., доц., А.Д. Блащук, В.М. Гвоздь, к.т.н., доц.*

**К ВОПРОСУ О ЗАЩИТЕ ОТ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ С  
ЩОДО ЗАХИСТУ ВІД ТЕРМІЧНОГО ВПЛИВУ РЕЗЕРВУАРІВ С ОЖИЖЕННИМ  
УГЛЕВОДОРОДНИМ ГАЗОМ ВО ВРЕМЯ ПОЖАРОВ**

Рассматриваются особенности развития пожаров на объектах переработки и хранения ожиженных углеводородных газов, которые хранятся в металлических наземных резервуарах на складах и в хранилищах. Предлагается с целью охлаждения металлических оболочек пылающей и соседних емкостей, снижения концентрации газа, который имеет свободный виток в воздух, а также его осаждение применять водяные завесы с использованием специально созданных насадков на пожарные стволы, которые одновременно обеспечивают снижение интенсивности теплового потока и расходов воды.

**АВТОРИ (алфавітний покажчик)**

**Стор.**

<i>Абрамов А.А.</i> .....	66.
<i>Алексєєв А.Г.</i> .....	4,11
<i>Алексєєва О.С.</i> .....	11
<i>Березовський А. І.</i> .....	18
<i>Биченко С.М.</i> .....	54
<i>Блащук О.Д.</i> .....	98
<i>Виноградов А.Г.</i> .....	28
<i>Водяницький О.О.</i> .....	79
<i>Гвоздь В.М.</i> .....	98
<i>Горбаченко Ю.М.</i> .....	37
<i>Грицина І.М.</i> .....	54
<i>Дендаренко Ю.Ю.</i> .....	98
<i>Дзюба Л.Ф.</i> .....	42
<i>Жирякова І.А.</i> .....	48
<i>Зайвий В. В.</i> .....	18
<i>Землянський О.М.</i> .....	4
<i>Кавецький Л.А.</i> .....	42
<i>Качкар Е.В.</i> .....	54
<i>Кириченко О. В.</i> .....	59
<i>Ковалев А.И.</i> .....	66
<i>Компанієць Л.В.</i> .....	54
<i>Кришталь В.М.</i> .....	4
<i>Кришталь Т.М.</i> .....	73
<i>Круковский П.Г.</i> .....	66
<i>Кукуєва В.В.</i> .....	79
<i>Куценко М.А.</i> .....	11
<i>Левченко А.Д.</i> .....	4
<i>Левченко Д.Є.</i> .....	4
<i>Маладика І. Г.</i> .....	18
<i>Наконечний В.В.</i> .....	11
<i>Нікітіна Т.В.</i> .....	11
<i>Одокиенко С.Н.</i> .....	48
<i>Омельченко М.І.</i> .....	88
<i>Попов Ю. В.</i> .....	18
<i>Скрипинець А. В.</i> .....	18
<i>Смірнова О.М.</i> .....	88
<i>Тищенко О.М.</i> .....	98
<i>Чубань В.С.</i> .....	37
<i>Щерба Т.О.</i> .....	73



## **ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ, ЯКІ ПОДАЮТЬСЯ У НАУКОВЕ ФАХОВЕ ВИДАННЯ «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА»**

**(ВИХОДИТЬ 3 РАЗИ НА РІК, РУКОПИСИ СТАТЕЙ ПРИЙМАЮТЬСЯ  
ДО 01.03, ДО 01.07 ТА ДО 01.11 ПОТОЧНОГО РОКУ)**

Тематична спрямованість видання «Пожежна безпека: теорія і практика» – висвітлення проблемних питань і результатів фундаментальних і прикладних наукових досліджень в сфері пожежної безпеки, а також психології діяльності в особливих умовах.

Згідно з постановою ВАК України від 15 січня 2003 р. «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліку ВАК України» у науковій статті мають бути наявні такі необхідні елементи:

- постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор;
- виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття;
- формулювання цілей статті (постановка завдання);
- виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- висновки з даного дослідження;
- перспективи подальших досліджень у даному напрямку.

1. Матеріали для публікації в друкованому та електронному вигляді повинні бути написані українською, англійською або російською мовою й оформлені таким чином:

- у першому рядку ліворуч вказують індекс **УДК** (виділити жирним);
- через рядок (у називному відмінку, прямим шрифтом, по центру) ініціали, прізвище, науковий ступінь, учене звання, місце роботи автора (скорочення наукових ступенів та вчених звань оформити згідно з вимогами ВАК);
- через рядок (по центру великими літерами, виділити жирним) **НАЗВА СТАТТІ**;
- через рядок анотація українською мовою (рекомендований обсяг не більше 500 друкованих знаків), яка вміщує характеристику основної теми, проблеми об'єкта, мету роботи та її результати, представлені в статті (друкується по ширині, через 1 інтервал, кегль шрифту 10, ліве поле – 3,75 см, праве – 2,75 см).
- через рядок: ключові слова (не менше 3);
- через рядок текст статті;
- через рядок (по центру, великими літерами, жирним шрифтом) **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**. Список літератури оформляється відповідно до стандарту ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 *Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання*;

2. Текст статті має бути набраний шрифтом Times New Roman, 12 кеглем, міжрядковий інтервал одинарний; верхнє і нижнє поле – 2 см, ліве – 2,5 см, праве – 1,5 см; абзац – 1,25 см. **Обсяг матеріалу статті не менше 5 сторінок.**

3. Рисунки та графіки у статтю вставляють в одному з форматів (jpeg, bmp, tif, gif) з роздільною здатністю не менше ніж 300 dpi (якісні оригінали). Написи на рисунках виконують шрифтом основного тексту та розміру. Всі об'єкти в простих рисунках, які зроблені у Word, мають бути обов'язково згруповані.

Текст статті не повинен містити рисунків і/або тексту в рамках, рисунків, розташованих зверху/за текстом тощо. Складні, багатооб'єктні рисунки слід готувати за допомогою графічних редакторів (CorelDraw, PhotoShop та ін.). Підписи під рисунками виконують згідно з ДСТУ 3008-95 *Документація. Звіти у сфері науки і техніки*, виділяють курсивом.

4. Таблиці подають як окремі об'єкти у форматі Word з розмірами, приведеними до сторінки складання.

Підписи заголовків таблиць виконуються згідно з ДСТУ 3008-95 *Документація. Звіти у сфері науки і техніки*.

5. Формули подають у форматі Microsoft Equation 3.0, вирівнюють по центру посередині тексту і нумерують в круглих дужках з правого краю.

6. Вимоги до друкованого рукопису: стаття роздрукована на білих аркушах паперу формату А4 в якості, достатній для коректорського опрацювання, з підписами авторів на кожній сторінці.

7. Вимоги до електронної копії статті: стаття має бути в одному файлі, названому за прізвищем першого автора (наприклад, для статті авторів Петренка О.В., Савчук І.М., Горіна М.А. – «Петренко.doc»). Для передачі електронної версії статті можна скористатися адресою e-mail: **naucovec@ukr.net**

8. Якщо автори не мають наукового ступеня та вченого звання, то до статті додається рецензія кандидата або доктора наук за профілем даного наукового дослідження.

9. Відповідальність за науковий зміст статті, точність фактів, дат, формул, прізвищ тощо несе автор.

10. Статті, переклад яких здійснено електронними перекладачами, статті з великою кількістю помилок або такі, що не відповідають вимогам щодо технічного оформлення (див. пп. 1-7), до розгляду не приймаються. Рішення про публікацію рукопису статті приймає редакційна колегія збірника. Прорецензована стаття може бути повернута автору на доопрацювання, відхилений оригінал авторові не повертається. В одному номері може бути опублікована тільки одна стаття кожного автора.

До статті на окремому аркуші додаються:

- анотація англійською мовою у такому порядку й вигляді: індекс УДК (прямим шрифтом); наступний рядок: *ініціали та прізвища авторів, їх наукові ступені* (виділити курсивом); через рядок НАЗВА СТАТТІ (по центру великими літерами); текст анотації (з абзацу, друкується по ширині, через 1 інтервал, кегль шрифту 12);

- анотація російською мовою у такому порядку й вигляді: індекс УДК (прямим шрифтом); наступний рядок: *ініціали та прізвища авторів, їх наукові ступені* (виділити курсивом); через рядок НАЗВА СТАТТІ (по центру великими літерами); текст анотації (з абзацу, друкується по ширині, через 1 інтервал, кегль шрифту 12).

## ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ СТАТТІ

УДК 614.84

Ю.П. Рак, д.т.н., проф., ЛДУБЖД, О.В. Савченко, к.т.н., доц., НУЦЗУ,  
О.І. Шкоруп, к.т.н., с.н.с., УкрНДПБ

### ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ

Представлено розрахунки економічних показників використання гелеутворюючої системи для ліквідації пожеж на об'єктах житлового сектору

**Ключові слова:** гасіння, гелеутворююча система, житловий сектор, економічний ефект.

**Постановка проблеми.** Загальноприйнятим критерієм ефективності вогнегасної речовини (ВР) або технічного пристрою для її подачі є час гасіння пожежі. Дослідникам та конструкторам підчас їх розробки також доводиться враховувати й низку інших вимог, у тому числі прораховувати питання економічної доцільності їх використання та експлуатації. Окремо стоїть питання розрахунку економічної ефективності нової ВР при гасінні пожеж у житлових будівлях.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Практично у повному обсязі проблему заливання нижніх поверхів при гасіння пожеж у житловому секторі дозволяє вирішити застосування гелеутворюючих систем (ГУС) [1]. До їх переваг відноситься спроможність легко утримуватись на вертикальних і похилих поверхнях. Отже, коефіцієнт використання гелю  $\approx 1$ . В результаті досліджень було з'ясовано, що ГУС ефективні до протидії займанню матеріалів, які найбільш широко представлені у будівлях [2].

**Постановка задачі та її розв'язання.** Метою роботи є визначення економічної ефективності використання води та ГУС для гасіння пожеж у житлових будівлях. Вирішення поставленої задачі відбувалось шляхом порівняння двох варіантів: базового та нового. Базовий варіант передбачав гасіння пожежі водою. За новим варіантом для гасіння передбачалось використання ГУС  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - 3,8\%$ ,  $\text{CaCl}_2 - 11,4\%$  [3,4].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.**

Для з'ясування економічної ефективності ГУС необхідно проведення відповідних розрахунків, які дозволять порівняти ГУС і традиційну ВР – воду. Задача ускладнюється тим, що на відміну від виробничих приміщень, складів матеріалів тощо, кількість і склад горючого завантаження у квартирах не регламентується.

Із аналізу роботи [2-4] відомі дані стосовно середньої кількості горючого завантаження в сучасній квартирі. Найбільшу частку горючого завантаження складає деревина та вироби на її основі – 47,1%, оббивка меблів – 34,1%, вироби з пластмаси – 11,1%, килими – 7,8%. Але безпосередньої інформації стосовно середньої «ціни» 1 м<sup>2</sup> квартири, яка включає в себе вартість меблів, майна, оздоблення тощо, в літературі немає.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.**

Економічний результат  $P$  від використання ГУС буде визначатися за формулою:

$$P = W_B - W_H, \quad (1)$$

де  $W_B$  та  $W_H$  – відповідно збитки від пожеж для базового (гасіння водою) та нового варіанту (гасіння ГУС).

Таблиця 1 - Характеристика фізико-механічних властивостей вогнезахисних покриттів, що спучуються

Матеріал	$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\varphi_0$	$\lambda_0$ , Вт/(м·К)	$\mu_n$	K	$\Theta$ , кДж/кг	$T_{\text{нп}}$ , °C	$T_{\text{кп}}$ , °C	$K_v$	$\Theta \cdot 10^{11}$ , Вт/(м·К <sup>4</sup> )	$\psi$
ВПМ-2	1150	0,25	0,23	0,085	0,25	1500	100	500	7	9,6	2,0
ВПМ-2'	1100	0,28	0,29	0,073	0,25	1500	100	510	7	8,5	0,5
СГК-1	950	0,27	0,53	0,043	0,44	3000	150	400	25	9,1	0,5
Эндотерм ХТ-1500	930	0,3	0,46	0,160	0,45	2500	150	400	18	8,0	0,5

Пожежі у житловому секторі є найбільш поширеними у більшості країн світу. Не є виключенням й Україна. За останні роки від 70 до 85% пожеж відбувалось саме у житлових будівлях, на них припадає 95-98% загиблих. Щороку збитки від цих пожеж складають сотні мільйонів гривень. Але ще більшу суму складають побічні збитки. Наприклад, у 2006 році побічні збитки (547067 тис. грн.) перевищували прямі (200552 тис. грн.) більше ніж у 2,7 раз. Згідно з постановою Кабінету Міністрів України № 2030 від 26 грудня 2003 року, до побічних збитків від пожеж відносяться оцінені у грошовому вираженні витрати на гасіння пожежі (вартість вогнегасних речовин, паливно-мастильних матеріалів тощо), ліквідацію її наслідків (враховуючи соціально-економічні та екологічні втрати), у тому числі на відбудову об'єкту; втрати, зумовлені простоем у виробництві, перервою в роботі, зміною графіка руху транспортних засобів тощо. Майже 68% загальної кількості побічних збитків припадає саме на пожежі у житловому секторі.

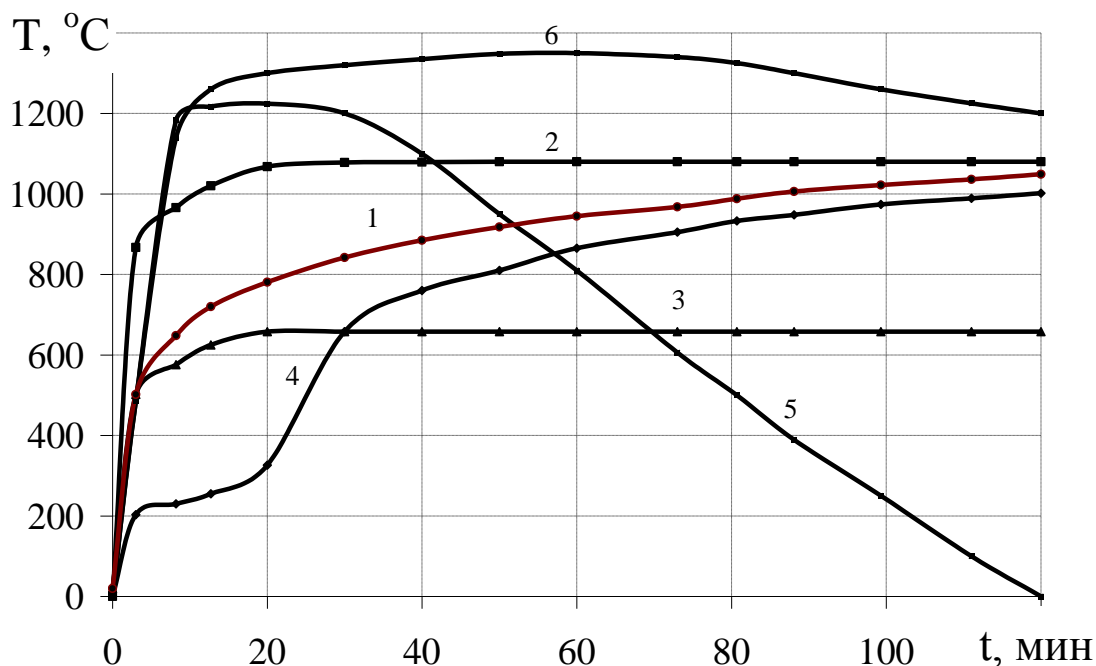


Рисунок 1 - Залежність зміни температури від тривалості вогневого впливу при різних темпах нагріву, де:

- 1 - стандартна температурна крива по ISO 834 і Держстандарт 30247.0-94;
- 2 - крива згідно EN 1363-2: 1999;
- 3 - мінімізована єдина стандартна температурна крива згідно ISO 834;
- 4 - крива тліючої пожежі згідно EN 1363-2: 1999;
- 5 - тунельна крива згідно стандарту Німеччини (RABT);
- 6 - тунельна крива згідно стандарту Нідерландів (RWS).

**Висновки.** Проведені розрахунки економічних показників засвідчили економічну доцільність використання ГУС для ліквідації пожеж на об'єктах житлового сектору. Екстраполяція одержаного результату дозволяє стверджувати, що використання даного складу дозволить зменшити матеріальні втрати від пожеж на об'єктах житлового сектору на  $\approx 10\%$ .

**Перспективи подальших досліджень.**

У цей момент в Україні відсутня нормативна база по визначенню вогнезахисної здатності вогнезахисних покриттів на залізобетонних конструкціях. Тому, метою подальших досліджень є вивчення особливостей підвищення вогнестійкості залізобетонних конструкцій за допомогою ВОП і можливості застосування розрахунково-експериментального підходу для визначення вогнезахисної здатності ВОП на залізобетонних конструкціях при різних режимах пожежі.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Захматов В.Д. Новые методы и техника для тушения лесных пожаров / В.Д. Захматов, Н.Я. Откидач, Н.В. Щербак // Пожаровзрывобезопасность. – 1998. – №4. – С.69-77.
2. Бондарев В.Ф. Организация и проведение водозащитных работ при тушении пожаров / В.Ф. Бондарев, П.М. Агеев // Крупные пожары: предупреждение и тушение/ Материалы 16 научно-практической конференции, Ч 2 . – М.: Изд-во ВНИИПО, 2001.– С. 239-241.
3. Савченко О.В. Попередження надзвичайних ситуацій при горінні полівінілхлориду / О.В. Савченко, О.О. Кіреєв, В.В. Тригуб, К.В. Жернокльов // Проблеми надзвичайних ситуацій: Сб. наук. пр. УЦЗ України – Харків, 2007. – Вип. 5. – С. 177 – 181.

## ABSTRACTS

UDC 614.84

*P. Krukovsky, Dr. Of Sc. (Eng), Y. Kachkar, Cand. Of Sc. (Eng), A. Kovalyov*

### APPLICATION OF SWELLING FIREPROOFING SURFACES OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES IN DIFFERENT FIRE CONDITIONS

Was analyzed the application of swelling fireproofing surfaces in modern building and their physicochemical features. Was considered a question of fire-protective ability of fireproofing surfaces for reinforced concrete structures and parameters which influence on this ability. Was analyzed the existing fire conditions and their influence on fire-protective abilities, the problems of applying of experiment-calculated method of identification of this ability for protecting reinforced concrete structures.

УДК 614.84

*Ю.П. Рак, д.т.н., проф., А.В. Савченко, к.т.н., доц., О.И. Шкоруп, к.т.н., с.н.с.*

### ПРИМЕНЕНИЕ ВСПУЧИВАЮЩИХСЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ПОЖАРА

Проведен анализ применения вспучивающихся огнезащитных покрытий в современном строительстве и физико-механические характеристики таких покрытий. Рассмотрен вопрос огнезащитной способности вспучивающихся огнезащитных покрытий для железобетонных конструкций и параметры, от которых она зависит. Приведен анализ существующих режимов пожаров, их влияния на огнезащитную способность, возможности и проблемы применения расчетно-экспериментального подхода определения этой способности для защиты железобетонных конструкций.

## ВРАЗИ БІБЛОГРАФІЧНИХ ОПИСІВ

Бібліографічний опис або **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**, на яку здійснюється посилання в науковій статті, оформлюється згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

Слова і словосполучення скорочуються відповідно до:

1. ДСТУ 3582–97 «Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі. Загальні вимоги і правила» .- К.: Держстандарт України, 1998. 2. ГОСТ 7.12.93» Библиографическая запись. Сокращения слов на русском языке. Общие требования и правила».

Приклади оформлення бібліографічного опису у списку джерел до наукової роботи:

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Книги : Один автор	<p>1. Василій Великий. Гомілії / Василій Великий ; [пер. з давньогрец. Л. Звонська]. – Львів : Свічадо, 2006. – 307 с. – (Джерела християнського Сходу. Золотий вік патристики IV – V ст. ; № 14).</p> <p>2. Коренівський Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в неперервних та дискретних динамічних системах / Коренівський Д. Г. – К. : Ін-т математики, 2006. – 111 с. – (Математика та її застосування) (Праці / Ін-т математики НАМ України ; т. 59).</p> <p>3. Матюх Н. Д. Що дорожче срібла-золота / Наталія Дмитрівна Матюх. – К. : Асамблея діл. кіл : Ін-т соц. іміджмейкінгу, 2006. – 311 с. – (Ювеліри України ; т. 1).</p> <p>4. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. – Львів : Кальварія, 2005. – 196, [1] с. – (Першотвір).</p>
Два автори	<p>1. Матяш І. Б. Діяльність Надзвичайної дипломатичної місії УНР в Угорщині : історія, спогади, арх. док. / І. Матяш, Ю. Мушка. – К. : Києво-Могилян. акад., 2005. – 397, [1] с. – (Бібліотека наукового щорічника "Україна дипломатична" ; вип. 1).</p> <p>2. Ромовська З. В. Сімейне законодавство України / З. В. Ромовська, Ю. В. Черняк. – К. : Прецедент, 2006. – 93 с. – (Юридична бібліотека. Бібліотека адвоката) (Матеріали до складання кваліфікаційних іспитів для отримання Свідоцтва про право на заняття адвокатською діяльністю ; вип. 11).</p> <p>3. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підруч [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. – Львів : Растр-7, 2007. – 375 с.</p>
Три автори	<p>1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование : как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – XLIII, 265 с.</p>
Чотири автори	<p>1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. – К. : НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2006. – 106с. – (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи).</p> <p>2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : [підруч. для учнів проф. – техн. навч. закл.] / О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. – К. : Вища освіта, 2006. – 478, [1] с. – (ПТО : Професійно-технічна освіта).</p>

П'ять і більше авторів	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Психология менеджмента / [Власов П. К., Липницкий А. В., Луцихина И. М. и др.] ; под ред. Г. С. Никифорова. – [3-е изд.]. – Х. : Гуманитар, центр, 2007. – 510с.</li> <li>2. Формування здорового способу життя молоді : навч. – метод. посіб. для працівників соц. служб для сім'ї, дітей та молоді / [Т. В. Бондар, О. Г. Карпенко, Д. М. Дикова-Фаворська та ін.]. – К. : Укр. ін-т соц. дослідж., 2005. – 115с. – (Серія "Формування здорового способу життя молоді" : у 14 кн., кн. 13).</li> </ol>
Без автора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. – К. : Грані-Т, 2007. – 119с, – (Грані світу).</li> <li>2. Воскресіння мертвих : українська барокова драма : антологія / [упорядкув., ст., пер. і прим. В. О. Шевчук]. – К. : Грамота, 2007. – 638, [1] с.</li> <li>3. Тіло чи особистість? Жіноча тілесність у вибраній малій українській прозі та графіці кінця ХІХ – початку ХХ століття : [антологія / упоряд. : Л. Таран, О. Лагутенко]. – К. : Грані-Т, 2007. – 190, [1] с. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : [зб.наук.праць / наук, ред. Каліушенко В. та ін.]. – Чернівці : Рута, 2007. – 310 с.</li> </ol>
Словники	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Географія : словник-довідник / [авт. – уклад. Ципін В. Л.]. – Х. : Халімон, 2006. – 175, [1] с.</li> <li>2. Тимошенко З. І. Болонський процес в дії : словник-довідник основ, термінів і понять з орг. навч. процесу у вищ. навч. закл. / З. І. Тимошенко, О. І. Тимошенко. – К. : Європ. ун-т, 2007. – 57 с.</li> <li>3. Українсько-німецький тематичний словник [уклад. Н. Яцко та ін.]. – К. : Карпенко, 2007. – 219 с.</li> <li>4. Європейський Союз : словник-довідник / [ред. – упоряд. М. Марченко]. – 2-ге вид., оновл. – К. : К.І.С., 2006. – 138 с.</li> </ol>
Багатотомний документ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Історія Національної академії наук України, 1941 – 1945 / [упоряд. Л. М. Яременко та ін.]. – К. : Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, 2007 – . – (Джерела з історії науки в Україні). Ч. 2 : Додатки – 2007. – 573, [1] с.</li> <li>2. Межгосударственные стандарты : каталог в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Рубцова Е. Ю. ; ред. Иванов В. Л.]. – Львов : НТЦ "Леонорм-Стандарт", 2005 – . – (Серия "Нормативная база предприятия"). Т. 1. – 2005. – 277с.</li> <li>3. Дарова А. Т. Неисповедимы пути Господни... : (Дочь врага народа) : трилогия / А. Дарова. – Одесса : Астропринт, 2006 – . – (Сочинения : в 8 кн. /А. Дарова ; кн. 4).</li> <li>4. Кучерявенко Н. П. Курс налогового права : Особенная часть : в 6 т. / Н. П. Кучерявенко. – Х. : Право, 2002– . Т. 4 : Косвенные налоги. – 2007. – 534 с.</li> <li>5. Реабілітовані історією. Житомирська область : [у 7 т.]. – Житомир : Полісся, 2006 – . – (Науково-документальна серія книг "Реабілітовані історією" : у 27 т. / голов. редкол. : Тронько П. Т. (голова) [та ін.]). Кн. 1 / [обл. редкол. : Синявська І. М. (голова) та ін.]. – 2006. – 721, [2] с.</li> <li>6. Бондаренко В. Г. Теорія ймовірностей і математична статистика. 4.1 / В. Г. Бондаренко, І. Ю. Канівська, С. М. Парамонова. – К. : НТУУ "КПІ", 2006. – 125с.</li> </ol>



Матеріали конференцій, з'їздів	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Економіка, менеджмент, освіта в системі реформування агропромислового комплексу : матеріали Всеукр. конф. молодих учених-аграрників ["Молодь України і аграрна реформа"], (Харків, 11 – 13 жовт. 2000 р.) / М-во аграр. політики, Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Х. : Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2000. – 167 с.</li> <li>2. Кібернетика в сучасних економічних процесах : зб. текстів виступів на республік, міжвуз. наук. – практ. конф. / Держкомстат України, Ін-т статистики, обліку та аудиту. – К. : ІСОА, 2002. – 147 с.</li> <li>3. Матеріали ІХ з'їзду Асоціації українських банків, 30 червня 2000 р. інформ. бюл. – К. : Асоц. укр. банків, 2000. – 117 с. – (Спецвип. : 10 років АУБ).</li> <li>4. Оцінка й обґрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій : праці конф., 6 – 9 черв. 2000 р., Київ. Т. 2 / відп. Ред. В. Т. Трошенко. – К. : НАН України, Ін-т пробл. міцності, 2000. – С. 559– 956, XIII, [2] с. – (Ресурс 2000).</li> <li>5. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук, праць / наук. ред. В. І. Моссаковський. – Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. – 215 с.</li> <li>6. Ризикологія в економіці та підприємстві : зб. наук, праць за матеріалами міжнар. наук. – практ. конф., 27-28 берез. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Держ податк. адмін. України [та ін.]. – К. : КНЕУ : Акад. ДПС України, 2001. – 452с.</li> </ol>
Препринти	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шиляев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиляев Б. А., Воеводин В. Н. – Х. ННЦ ХФТИ, 2006. – 19 с. – (Препринт / НАН Украины, Нац. науч. центр "Харьк. физ. – техн. ин-т" ; ХФТИ 2006-4).</li> <li>2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Сплошной Б, М. – Чорнобиль : Ін-т пробл. безпеки АЕС НАМ України, 2006. – 7, [1] с. – (Препринт / НАН України, Ін-т пробл. безпеки АЕС ; 06-1).</li> </ol>
Депоновані наукові праці	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Социологическое исследование малых групп населения / В.И.Иванов [и др.] ; М-во образования Рос. Федерации, Финансовая академия. – М., 2002. – 1 10 с. – Деп. в ВИНТИ 13.06.02, № 145432.</li> <li>2. Разумовский В. А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В. А. Разумовский, Д. А. Андреев. – М., 2002. – 210 с. – Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук 15.02.02, № 139876.</li> </ol>
Атласи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Україна : екол. – геогр. атлас : присвяч. всесвіт, дню науки в ім'я миру та розвитку згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / [наук, редкол. : С. С. Куруленко та ін.] ; Рада по вивч. продукт, сил України НАН України [та ін.]. – / [наук, редкол. : С. С. Куруленко та ін.]. – К. : Варта, 2006. – 217, [1] с.</li> <li>2. Анатомія пам'яті : атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті : посіб. для студ. та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. – 2-ге вид., розшир, та доповн. – Дніпропетровськ : Пороги, 2005. – 218 с.</li> <li>3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда ; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. – Х. : Ранок, 2005. – 96 с.</li> </ol>
Законодавчі та нормативні документи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2006. – 207 с. – (Бібліотека офіційних видань).</li> <li>2. Медична статистика статистика : зб. нормат. док. / упоряд. та голов, ред. В. М. Заболотько. – К. : МНІАЦ мед. статистики : Медінформ, 2006. – 459 с. – (Нормативні директивні правові документи).</li> <li>3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501 : 2007. – Офіц. вид. – К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. – VI, 74 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).</li> </ol>

Стандарти	<p>1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Показчик та огляд (ISO 7000 : 2004, IDT) : ДСТУ ISO 7000 : 2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – IV, 231 с. – (Національний стандарт України).</p> <p>2. Якість води. Словник термінів : ДСТУ ISO 6107-1 : 2004 – ДСТУ ISO 6107-9 : 2004. – [Чинний від 2005-04-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 181 с. – (Національні стандарти України).</p> <p>3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020 : 1994, IDT) : ДСТУ EN 61010-2-020 : 2005. – [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 18 с. – (Національний стандарт України).</p>
Каталоги	<p>1. Межгосударственные стандарты : каталог : в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Павлюкова В. А. ; ред. Иванов В. Л.]. – Львов : НТЦ "Леонорм-стандарт", 2006 – . – (Серия "Нормативная база предприятия"). Т. 5. – 2007. – 264 с. Т. 6. – 2007. – 277с.</p> <p>2. Пам'ятки історії та мистецтва Львівської області : каталог-довідник / [авт. – упоряд. М. Зобків та ін.]. – Львів : Новий час, 2003. – 160 с.</p> <p>3. Університетська книга : осінь, 2003 : [каталог]. – [Суми : Унів. кн., 2003]. – 11 с. 4. Горницькая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницькая И. П., Ткачук Л. П. – Донецк : Лебедь, 2005. – 228 с.</p>
Частина книги, періодичного, продовжаного видання	<p>1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор / Ж. Л. Козіна // Теорія та методика фізичного виховання. – 2007. – № 6. – С. 15–18, 35–38.</p> <p>2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень / Тетяна Гранчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісник. – 2006. – № 6. – С. 14–17.</p> <p>3. Валькман Ю. Р. Моделирование НЕ-факторов – основа интеллектуализации компьютерных технологий / Ю. Р. Валькман, В. С. Быков, А. Ю. Рыхальский // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2007. – № 1. – С. 39–61.</p> <p>4. Ма Шуїн. Проблеми психологічної підготовки в системі фізкультурної освіти / Ма Шуїн // Теорія та методика фізичного виховання. – 2007. – № 5. – С. 12–14.</p> <p>5. Регіональні особливості смертності населення України / Л. А. Чепелевська, Р. О. Моїсєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – 2007. – № 1. – С. 25–29.</p> <p>6. Валова І. Нові принципи угоди Базель II / І. Валова ; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. – 2007. – Т. 2, № 2. – С. 13–20.</p> <p>7. Зеров М. Поетична діяльність Куліша // Українське письменство ХІХ ст. Від Куліша до Винниченка : (нариси з новітнього укр. письменства) : статті / Микола Зеров. – Дрогобич, 2007. – С. 245–291.</p> <p>8. Третьяк В. В. Возможности использования баз знаний для проектирования технологии взрывной штамповки / В. В. Третьяк, С. А. Стадник, Н. В. Калайтан // Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности : междунар. науч. – техн. конф., 3-5 окт. 2007 г. : тезисы докл. – Х., 2007. – С. 33.</p> <p>9. Чорний Д. Міське самоврядування : тягарі проблем, принади цивілізації / Д. М. Чорний // По лівий бік Дніпра : проблеми модернізації міст України : (кінець ХІХ– початок ХХ ст. / Д. М. Чорний. – Х., 2007. – Розд. 3. – С. 137– 202.</p>

Бібліографічні показники	<p>1. Куц О. С. Бібліографічний показчик та анотації кандидатських дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Львівського державного університету фізичної культури у 2006 році / О. Куц, О. Вацеба. – Львів : Укр. технології, 2007. – 74 с.</p> <p>2. Систематизований показчик матеріалів з кримінального права, опублікованих у Віснику Конституційного Суду України за 1997 – 2005 роки / [уклад. Кириць Б. О., Потлянь О. С.]. – Львів : Львів, держ. ун-т внутр. справ, 2006. – 11 с. – (Серія : Бібліографічні довідники ; вип. 2).</p>
Дисертації	<p>1. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси : дис.... доктора фіз., -мат. наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. – К., 2005. – 276 с.</p>
Автореферати дисертацій	<p>1. Новосад І. Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів : автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 "Технологія машинобудування" / І. Я. Новосад. – Тернопіль, 2007. – 20, [1] с.</p> <p>2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами : автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 "Автоматиз. системи упр. та прогрес, інформ. технології" / Нгуен Ші Данг. – К., 2007. – 20с.</p>
Авторські свідоцтва	<p>1. А. с. 1007970 СССР, МКМ<sup>3</sup> В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). – № 3360585/25-08 ; заявл. 23.11.81 ; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12.</p>
Патенти	<p>1. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж, науч. – исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).</p>
Електронні ресурси	<p>1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. мед. вузів III – IV рівнів акредитації / Б. Р. Богомольний, В. В. Кононенко, П. М. Чув. – 80 Мп / 700 МВ. – Одеса : Одес. мед. ун-т, 2003. – (Бібліотека студента-медика) – 1 електрон, опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Систем. вимоги : Pentium ; 32 Mb RAM ; Windows 95, 98, 2000, XP ; MS Word 97-2000. – Назва з контейнера.</p> <p>2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс] : за даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України ; ред. О. Г. Осауленко. – К. : CD-вид-во "Інфодиск", 2004. – 1 електрон, опт. диск (CD-ROM) : кольор. ; 12 см. – (Всеукр. перепис населення, 2001). – Систем. вимоги : Pentium-266 ; 32 Mb RAM ; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. – Назва з титул, екрану.</p> <p>3. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті (підсумки 10-ї Міжнар. конф. "Крим-2003") [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник – 2003. – № 4. – С. 43. – Режим доступу до журн. : <a href="http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm">http : //www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm</a>.</p>

*Наукове видання*

***ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА:  
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА  
№ 10'2012***

*Збірник наукових праць*

Відповідальний за випуск Акіньшин В.Д.  
Технічний редактор Рябокони В.В.

Підписано до друку 06.07.12. Обл.-вид. арк. 5,6.  
Тираж 100 прим. Замовлення № 16.

---

Віддруковано у відділі РВР АПБ ім. Героїв Чорнобиля  
18034, м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8.