



Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Академія пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля

№18'2014

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

Збірник наукових праць

ББК 38.96

П 46

**П 46 Пожежна безпека: теорія і практика : збірник наукових праць. –
Черкаси : АПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, 2014. – №18. – 176 с.**

ISSN 2307-9835

Редакційна колегія:

д.т.н., професор *Жартівський В.М.* – головний редактор
к.і.н., доцент, с.н.с. *Андрієнко В.М.* – заступник головного редактора
д.т.н., доцент *Поздєєв С.В.* – науковий редактор
д.т.н., професор *Осипенко В.І.* – заступник наукового редактора
к.т.н., професор *Тищенко О.М.* – заступник наукового редактора
к.т.н., с.н.с. *Ковальов А.І.* – відповідальний секретар
д.ф.-м.н., професор *Акіншин В.Д.*
д.т.н., професор *Бєліков А.С.*
д.е.н., професор *Бужин О.А.*
д.т.н., професор *Ващенко В.А.*
д.т.н., професор *Голоднов О.І.*
д.т.н., професор *Костенко В.К.*
д.психол.н., професор *Грибенюк Г.С.*
д.т.н., професор *Касьянов М.А.*
д.т.н., професор *Круковський П.Г.*
д.військ.н., професор *Мосов С.П.*
д.психол.н., професор *Охременко О.Р.*
д.т.н., професор *Потєха В.Л.*
д.т.н., с.н.с. *Тарасенко О.А.*
к.психол.н., доцент *Бут В.П.*
к.психол.н., професор *Кришталь М.А.*
к.т.н., доцент *Заїка П.І.*
к.т.н., доцент *Качкар Є.В.*
к.т.н., с.н.с. *Кириченко О.В.*
к.т.н., доцент *Маладика І.Г.*
к.т.н., с.н.с. *Некора О.В.*
к.т.н., доцент *Стась С.В.*
к.т.н., доцент *Ступак Д.О.*
к.т.н., доцент *Цвіркун С.В.*

***Рекомендовано до видання
Вченою радою Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
(Протокол № 7 від 22.04.2014 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>Алексеева О.С., Заїка П.І.</i> Шляхи вдосконалення системи управління охороною праці в органах та підрозділах ДСНС України.....	4
<i>Азаров С.І., Тарановський О.В., Сидоренко В.Л.</i> Аналіз взаємодії реакторного графіту з водяною парою при аварії на ЧАЕС	8
<i>Алексеев С.А., Шайхлисламова И.А.</i> Экспериментальные исследования аэротермодинамических параметров в горных выработках при экзогенных пожарах (представлено д-ром тех. наук Андроновым В.А.).....	14
<i>Андрієнко В.М., Маладика І.Г., Удовенко М.Ю., Кобко В.А.</i> Вдосконалення процесу викладання дисципліни «пожежна тактика» шляхом використання програмних комплексів вузької спеціалізації.....	22
<i>Андрієнко М. В., Кобко В. А., Кухаренко О.І.</i> Кодекс цивільного захисту України як державний регулятор цивільного захисту.....	27
<i>Баланюк В.М., Копистинський Ю.О., Бойко Т.Б., Журбинський Д.А.</i> Використання ударних хвиль при гасінні дифузійного полум'я вогнегасними аерозолями.....	32
<i>Беліков А.С., Маладика І. Г., Борсук О. В., Іщенко І. І.</i> Підвищення вогнестійкості металевих конструкцій як шлях забезпечення вогнезахисту будівель	38
<i>Биченко А.О.</i> Формування таблиць баз даних для використання нечіткої інформації при моделюванні процесу поширення пожежі	43
<i>Горбаченко Я.В.</i> Метод математичного моделювання геометрії обвугленої зони при пожежі дерев'яних балок з вогнезахисним просоченням	47
<i>Землянський Олег М., Землянський Ол-др М., Мирошник О.М.</i> Параметрична оптимізація моделі концентрації небезпечної хімічної речовини після аварії	54
<i>Качкар Є. В., Томенко В. І., Білека А. А.</i> До питання про генезу служби цивільного захисту України	60
<i>Ковалишин В.В., Гуцуляк Ю. В., Артеменко В.В.</i> Визначення меж вогнестійкості монолітних залізобетонних конструкцій пандусу стадіону «Львів – арена».....	66
<i>Лаврик Т.В., Черниш І.А., Лагно Д.В.</i> Психологічна підготовка керівників пожежно-рятувальних підрозділів як один із пріоритетних напрямів забезпечення неперервності освіти персоналу ДСНС України.....	72
<i>Магльована Т.В.</i> Аналіз протипожежного стану радіоактивно забруднених лісових екосистем.....	78
<i>Мигаленко К.І., Михайлишин М.Р., Ущатівський І.Л.</i> Пожежна безпека технологічного процесу сушіння і зберігання торфу.....	84
<i>Новак С. В.</i> Точність розрахункового методу оцінки вогнестійкості кам'яних несучих конструкцій.....	89
<i>Нуязін О.М., Поздєєв С.В., Сідней С.О., Некора О.В.</i> Аналіз існуючих математичних моделей тепломасообміну у камерах вогневих печей установок для випробувань на вогнестійкість несучих стін	93
<i>Рудницький В.М., Пустовіт М.О.</i> Розробка комп'ютеризованого стимулятора з гасіння пожеж у житлових будівлях	102
<i>Самойленко Л.С.</i> Проблема професійної мотивації фахівців ризиконебезпечних професій у наукових дослідженнях	109
<i>Стась С. В., Колесніков Д. В., Лагно Д. В.</i> Експериментальні дослідження потоків рідини вздовж каналів у стаціонарних системах автоматичного водяного пожежогасіння	115
<i>Ступак Д.О., Нуязін О.М., Отрош Ю.А., Словінський В.К.</i> Уточнений метод відповідно EUROCODE 6 для перевірки вогнестійкості кам'яних стін	121
<i>Тищенко О.М., Рудешко І.В., Золотарьов В.В.</i> Особливості граничних станів з вогнестійкості для балок, виготовлених із вогнестійких сталей	127
<i>Хлівний М.Г., Черненко О.М.</i> До питання генезу неврозу в надзвичайних ситуаціях ...	132
<i>Юрченко К.Н.</i> Системный подход к проектированию интеллектуальных систем профессиональной подготовки сотрудников оперативно-спасательной службы.....	140
<i>Архипенко В. О.</i> Організація та управління процесами професійної підготовки фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій	149
ABSTRACTS / АННОТАЦІИ	153
Автори (алфавітний покажчик).....	164
Вимоги до оформлення статей	165

УДК 351.862.4

О.С. Алексеева, к.т.н., доц., П.І. Заїка, к.т.н., доц.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ОРГАНАХ ТА ПІДРОЗДІЛАХ ДСНС УКРАЇНИ

У статті проаналізовано та запропоновано шляхи вдосконалення системи управління охороною праці в органах та підрозділах ДСНС України. Доведено, що безпека праці особового складу на пряму залежить від керівника, від правильності прийняття його рішення, визначення вирішального напрямку, залучення кількості та виду сил і засобів, уміння швидко приймати рішення в умовах надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: управління, охорона праці, система управління охороною праці, виробничий травматизм, Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Постановка проблеми. В Україні функціонують понад 22,5 тис. потенційно небезпечних об'єктів, аварії на 5% з яких можуть призвести до виникнення надзвичайної ситуації державного або регіонального рівня. Часто застаріле обладнання збільшує вірогідність виникнення техногенних надзвичайних ситуацій. Статистичні дані підтверджують, що діяльність працівників ДСНС у безпосередньо пов'язана з небезпекою та стресовими ситуаціями. В органах і підрозділах системи ДСНС України зберігається високий рівень виробничого травматизму, так з початку 2014 року зареєстровано 36 випадків виробничого травматизму. Найбільш частими обставинами, що сприяють загибелі і серйозному травмуванню особового складу ДСНС України при гасінні пожеж та проведенні інших робіт, є [5]: обвалення конструкцій – 29%; вибух газових балонів – 10%; вибух (резервуара з нафтою, бензобака) – 6%; падіння з висоти – 16%; отруєння – 6%; вплив високих температур – 29%; ураження електрострумом – 4%. З метою ефективної організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі праці, проходження служби та під час виконання завдань за призначенням працівників та осіб рядового і начальницького складу необхідно контролювати безпеку, стан охорони праці та намітити шляхи покращення профілактичної роботи із недопущення виробничого травматизму у підпорядкованих органах, підрозділах та підприємствах ДСНС України. Тому питання вдосконалення системи управління охороною праці в органах та підрозділах ДСНС України є актуальними.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Проблеми управління охороною праці в сучасних умовах розглянуті такими вченими, як Д. Богиня, Є. Бондаренко, Н. Лук'яненко, О. Мовчан, А. Молчанов, М. Маковецький, Є. Суїменко, М. Дейлі, В. Роїк, У. Бек, П. Атаманчук, В. Мендерецький, О. Панчук та ін. При цьому ряд питань охорони праці та їх окремих аспектів залишаються маловивченими.

Постановка задачі та її розв'язання. Мета роботи полягає в дослідженні загальних засад управління охороною праці в органах та підрозділах ДСНС України, визначенні теоретичних положень організаційного забезпечення охорони праці та шляхи вдосконалення.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Однією з найнебезпечніших галузей людської діяльності є рятувальна справа. Але вчені не надають великого значення умов праці рятувальників.

Відповідно до Конституції України (ст.43) кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці. Це ключове положення Конституції безумовно повинно визначити суть державної політики в галузі охорони праці, однією з основних складових якої повинно стати створення високоефективних систем управління охороною праці.

З метою ефективної організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів,

спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі праці, проходження служби та під час виконання завдань за призначенням працюючих та осіб рядового і начальницького складу в ДСНС України створено службу охорони праці (СОП).

До основних функцій СОП ДСНС України належать:

- прогнозування і планування робіт із охорони праці;
- організація та координація робіт із охорони праці;
- стимулювання роботи по вдосконаленню охорони праці;
- облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- контроль за станом охорони праці та функціонуванням УОП.

Основним завданням управління охороною праці в ДСНС України можна сформулювати коротко – забезпечення дотримання вимог нормативно-правових актів з охорони праці щодо безпеки умов праці та безпеки технологічних процесів і обладнання, а також впровадження національної концепції розвитку в сфері управління охороною праці.

Модель і основні елементи системи управління охороною праці в ДСНС України, виконаної з урахуванням методології PDCA / ПРПК, яка використовується в стандарті OHSAS 18001, представлена на рис. 1.

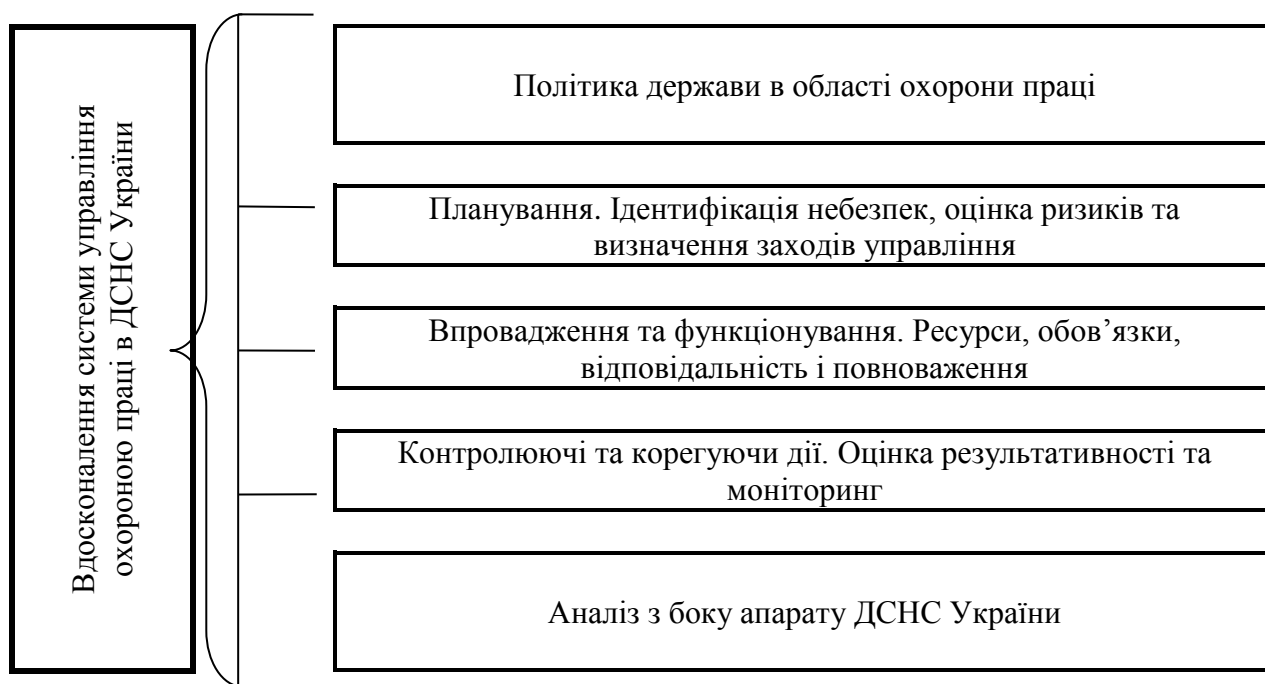


Рисунок 1 – Модель СУОП та її основні елементи (стандарт OHSAS).

Джерело: розроблено авторами.

Політика у сфері охорони праці в підрозділах ДСНС України, на думку авторів, повинна відбуватися за такими напрямками:

Керівництво ДСНС України повинно визначити і санкціонувати загальну політику організації у сфері охорони праці, а також гарантувати, що у встановленій області застосування системи управління охороною праці дана політика:

а) відповідає характеру і масштабу ризиків, які існують в підрозділах ДСНС України в області охорони праці;

б) включає зобов'язання щодо попередження нещасних випадків під час несення служби та професійних захворювань, а також зобов'язання з постійного поліпшення системи управління охороною праці та її результативності;

- в) включає зобов'язання, як мінімум, відповідати вимогам чинного законодавства та існуючих нормативно-правових актів у галузі охорони праці;
- г) забезпечує основу для встановлення та аналізу цілей у сфері охорони праці;
- д) оформлена документально, впроваджена і підтримується в робочому стані;
- е) доведена до відома особового складу підрозділів ДСНС України з метою повідомлення про його індивідуальні зобов'язання у сфері охорони праці;
- ж) доступна для зацікавлених сторін;
- з) періодично аналізується з метою гарантії того, що політика залишається актуальною і прийнятною для підрозділів ДСНС України.

Планування. Ідентифікація небезпек, оцінка ризиків та визначення заходів управління. Підрозділи ДСНС України повинні розробити, впровадити та виконувати процедури для постійної ідентифікації небезпек, оцінки ризиків та визначення необхідних заходів управління.

Впровадження та функціонування. Ресурси, обов'язки, відповідальність і повноваження. Вище керівництво повинно взяти на себе повну відповідальність за охорону праці та систему управління охороною праці в органах та підрозділах ДСНС України.

Контролюючі та корегуючі дії. Оцінка результативності та моніторинг. Підрозділи ДСНС України повинні встановити, впровадити та виконувати процедури для регулярного моніторингу та оцінки (вимірювання) результативності охорони праці. Такі процедури повинні передбачати:

- а) якісну і кількісну оцінку, що відповідають потребам підрозділу;
- б) моніторинг ступеня досягнення цілей організації в області охорони праці;
- в) моніторинг результативності заходів управління (як професійного здоров'я, так і безпеки праці);
- г) упереджувальну попередню оцінку результативності для моніторингу відповідності програмам з охорони праці, заходам управління та операційним критеріями;
- д) реагуючу оцінку результативності охорони праці за даними моніторингу нещасних випадків на виробництві, професійних захворювань, аварійних ситуацій та інших наявних доказів недостатньої результативності охорони праці;
- е) реєстрацію даних результатів моніторингу та оцінки результативності, при умові, що вони є достатніми для подальшого аналізу застосування коригувальних та попереджувальних дій.

Аналіз з боку вищого керівництва. Вище керівництво повинно проводити аналіз системи управління охороною праці в підрозділах ДСНС України із запланованою періодичністю, щоб забезпечити їх постійну придатність, адекватність і результативність. Аналіз повинен включати оцінку можливостей для поліпшення і необхідності змін у системі управління охороною праці, включаючи політику і цілі у сфері охорони праці.

Висновок. Проаналізувавши вище викладене автори пройшли висновку, що вдосконалення системи безпеки праці в підрозділах ДСНС України повинно включати у себе наступні шляхи:

- професійний відбір працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки, з урахуванням стану їх здоров'я та психофізіологічних показників, а також попередні та періодичні медичні огляди працівників;
- професійну підготовку, підвищення кваліфікації працівників, навчання їх безпечним методам ведення робіт та навчання з питань з охорони праці;
- вдосконалення чіткості організації та якості роботи осіб, відповідальних за безпеку праці;
- конкретизацію функціональних обов'язків у діяльності працівників ДСНС, регламентацію їхньої роботи посадовими інструкціями, положеннями і правилами з охорони праці;
- організацію безпеки під час експлуатації обладнання, ведення аварійно-рятувальних робіт та робіт з ліквідації відкритих газових і нафтових фонтанів;

- забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями;
- забезпечення раціональних режимів праці та відпочинку працюючих;
- забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;
- розслідування, облік і аналіз причин нещасних випадків, аварій і профзахворювань, пов'язаних з професійною діяльністю;
- вивчення, розповсюдження і впровадження передового досвіду безпечного ведення робіт, пропаганду передових досягнень у сфері охорони праці;
- організацію виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт у сфері охорони праці.

Таким чином, у статті проаналізовано та запропоновано шляхи вдосконалення механізму управління охороною праці в органах та підрозділах ДСНС України. Визначено, що безпека праці особового складу напряму залежить від керівника, від правильності прийняття його рішення, визначення вирішального напрямку, залучення кількості та виду сил і засобів, уміння швидко приймати рішення в умовах надзвичайних ситуацій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України "Про охорону праці" від 14.10.1992 № 2694-XII
2. Алексеева Е. С. Анализ порядка проведения проверок должностными лицами государственной инспекции Украины по вопросам труда и ее территориальных органов / Алексеева Е. С., Майченко Е. В. // Актуальные вопросы охраны труда на современном этапе: материалы I Междунар. науч.-практ. on-line конф. курсантов, студентов, магистрантов и адъюнктов, Гомель, 24 апр. 2013 г. / М-во по чрезвычайн. ситуациям Респ. Беларусь [и др.]. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. – С. 72-73
3. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності та охорона праці (Практичний курс): Навчальний посібник / Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. - Кам'янець-Подільський: "Думка", 2010. - 152 с.
4. Бондаренко Є. А. Пожежна безпека: Навчальний посібник / Бондаренко Є. А. – Вінниця: ВДТУ, 2008. – 109 с.
5. Офіційний сайт Державної служби України з надзвичайних ситуацій. – Режим доступу: www.kmu.gov.ua.
6. Чубань В.С. Вдосконалення механізму управління охороною праці в органах та підрозділах Міністерства надзвичайних ситуацій України / Чубань В.С., Кришталь Т.М., Горбаченко Ю.М // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету: Економічні науки, вип. 22. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – С. 328-334
7. Державне управління охороною праці: [Електронний ресурс] : Монографія / Ткачук К. Н., Зеркалов Д. В., Ткачук К. К., Мітюк Л. О., Полукаров Ю. О.– К.: «Основа», 2013. – 348 с.

УДК 621.039, 621.43.056

С.І. Азаров, д.т.н., с.н.с., О.В. Тарановський, Інститут ядерних досліджень НАНУ,
В.Л. Сидоренко, к.т.н., доц., Інститут державного управління у сфері цивільного захисту

АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ РЕАКТОРНОГО ГРАФІТУ З ВОДЯНОЮ ПАРОЮ ПРИ АВАРІЇ НА ЧАЕС

Проаналізовано термодинаміку хімічних процесів взаємодії реакторного графіту з водяною парою і киснем при важкій аварії на реакторі РВПК-1000. З урахуванням кінетичних факторів показано, що участь кисню в цих процесах приведе до екзотермічного характеру та різкого зростання інтенсивності реакцій, джерелом яких є вибухонебезпечні гази (H_2 , CO , CH_4).

Ключові слова: реакторний графіт, хімічні реакції з водяною парою, чадний газ, водень, кисень.

Постановка проблеми. 28 років потому на Чорнобильській АЕС відбулася техногенна катастрофа. Під час гасіння пожежі застосовувалася вода. Однак взаємодія пари води з графітовою кладкою спричинило виділення великої кількості горючого і вибухонебезпечного газу (H_2 , CO , CH_4). Реакція водню і чадного газу з киснем при високих температурах в активній зоні реактора привела до численних вибухів і руйнувань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на те, що розвитку та протіканню аварійних процесів на 4-му блоці ЧАЕС присвячено досить багато робіт, питанням взаємодії реакторного графіту з водяною парою і киснем приділялося недостатньо уваги.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Дослідження за цим напрямком продовжуються, оскільки до цього часу не висвітлювалися підтверджені теоретичні дослідження, які однозначно характеризують термодинаміку хімічних процесів взаємодії реакторного графіту з водяною парою і киснем при важкій аварії на реакторі РВПК-1000.

Формулювання цілей статті. Ціль даної роботи – проаналізувати термодинаміку деяких процесів взаємодії реакторного графіту з парами води і показати яку роль у цих процесах може зіграти наявність кисню, що є основним активним компонентом середовища. Результати такого аналізу можуть бути отримані для рішення деяких проблем підвищення рівня пожежної безпеки АЕС.

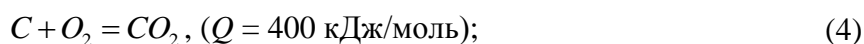
Виклад основного матеріалу. Різноманіття реакції реакторного графіту з водяною парою і киснем широко освітлено в літературі. Приведемо деякі з хімічних реакцій у пароводяному середовищі без доступу кисню [1]:

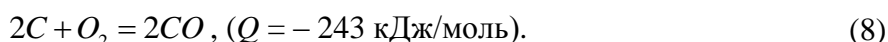
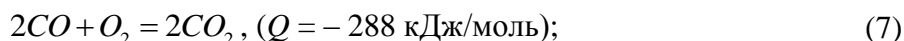


яка активно йде при температурах більше 980 К [2].



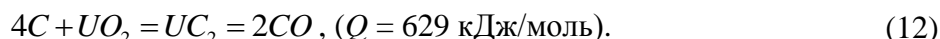
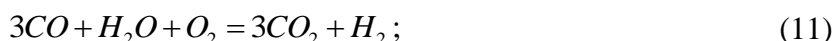
Якщо взаємодія проходить у повітряному середовищі (у присутності кисню), потрібно враховувати такі хімічні реакції [3]:





Хімічні реакції (5–8) являють собою вибухонебезпечні реакції, які починаються при $T \geq 1300 \text{ К}$ [4].

Розглянемо також реакції при $T \geq 1600 \text{ К}$ [5]:



Для оцінки внеску кожної з хімічних реакцій (1–12) у розглянутий процес взаємодії реакторного графіту з H_2O і O_2 були розглянуті температурні залежності логарифма константи рівноваги $\lg S^0$ в інтервалі температур реального існування фаз реагентів і продуктів їхньої взаємодії. Для обчислення $\lg S^0$ була використана спрощена залежність [6, 7]:

$$\lg S^0 = -\left[\frac{\Delta H_{300}^0}{\beta T}\right] + \Delta P_{300}^0 / \beta, \quad (13)$$

де ΔH_{300}^0 – зміна стандартної ентальпії, ккал/(моль · К),

ΔP_{300}^0 – зміна стандартної ентропії, ккал/(моль · К),

β – коефіцієнт, рівний 4,576,

T – температура, К.

Результати розрахунку для деяких хімічних реакцій представлені в таблиці.

Таблиця – Реакція взаємодії реакторного графіту з водяною парою й киснем [6, 7].

№	Хімічна реакція	Рівняння залежності $\lg S^0$ від температури	$\lg S^0$		
			Температура, К		
			1000	2000	3000
1)	$C + H_2O = CO + H_2$	$6,9 - 6860/T$	0,12	3,54	5,12
2)	$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$	$4,8 - 4700/T$	0,08	2,43	3,76
4)	$C + O_2 = CO_2$	$0,15 + 20550/T$	20,64	10,43	1,32
5)	$C + CO_2 = 2CO$	$9,2 - 9000/T$	0,19	4,69	6,89
7)	$2CO + O_2 = 2CO_2$	$-4,5 + 14800/T$	10,31	2,87	-2,84
8)	$2C + O_2 = 2CO$	$4,7 + 5770/T$	10,52	7,61	4,22
9)	$CO + H_2O = CO_2 + H_2$	$-2,2 + 2200/T$	-0,11	-1,12	-2,13
11)	$3C + H_2O + O_2 = 3CO + H_2$	$16,3 + 4700/T$	20,44	18,72	17,85
12)	$3CO + H_2O + O_2 = 3CO_2 + H_2$	$-11,2 + 3200/T$	20,53	4,67	-12,63

Порівняльний аналіз хімічних реакцій (1–12) показує (див. табл. 1), що участь кисню в процесі взаємодії реакторного графіту з водяною парою термодинамічно вигідно у всьому розглянутому діапазоні температур. При цьому ймовірність протікання цих реакцій зростає на багато порядків і всі реакції набувають екзотермічний характер.

У реальних умовах сукупність термодинамічних і кінетичних факторів повинна приводити до різкого збільшення внеску реакцій за участю кисню у збільшення концентрації вибухонебезпечної суміші CO і H_2 при аварії в активній зоні реактора РВПК-1000. Підвищення температури, що є наслідком екзотермічності всіх реакцій за участю кисню,

також збільшує ймовірність аварійних вибухів.

Розглянемо більш докладно хімічну реакцію (1) при температурах, що перевищують 700 К, коли водяна пара починає взаємодіяти з реакторним графітом і утворює вибухонебезпечні суміш CO + H₂.

При окислюванні порошку графіту в потоці суміші парів води кінетика хімічної реакції буде описуватися рівнянням Ленгмюра-Хиншельвуда [8]:

$$W = k_1 \cdot C_{H_2O} / \left(1 + k_2 \cdot C_{H_2O}\right), \text{ моль}/(\text{г} \cdot \text{с}), \quad (14)$$

тут:

$$k_1 = 5,0 \cdot 10^{12} \exp\left[-68000/RT_g\right], \text{ см}^3/(\text{г} \cdot \text{с}); \quad (15)$$

$$k_2 = 6,7 \cdot 10^5 \exp\left[14500/RT_g\right], \text{ см}^3/(\text{г} \cdot \text{с}), \quad (16)$$

де T_g – температура графіту, К;
 R – універсальна газова стала.

При тиску парів води, що відповідає тиску насиченої пари при 1 атм, тобто при умовах, у яких протікає взаємодія пари з графітом при аварії, реакція протікає відповідно до рівняння першого порядку щодо води і швидкість утворення суміші чадного газу і водню буде дорівнює:

$$W = 2 \cdot k_1 \cdot C_{H_2O}. \quad (17)$$

З обліком (15) питома швидкість реакції (на 1 м графіту, що окисляється) дорівнює:

$$d(CO + H_2)/dt = 10^{13} \exp\left[-68000/RT_g\right] \cdot C_{H_2O}, \text{ [моль}/(\text{г} \cdot \text{с})], \quad (18)$$

де C_{H_2O} – концентрація парів води, моль/см³.

При розрахунках припускалося, що концентрація води, яка проходить над нагрітою поверхнею графіту, постійна і відповідає густині насиченої пари при 573 К – 36,5 кг/м³, тобто $C_{H_2O} = 2,0 \cdot 10^{-3}$ моль/см³, а температура графіту під час $t > t_0 \approx 3$ с змінюється за законом:

$$T_g = T_{g_0} + bt, \quad (19)$$

де T_{g_0} – номінальна температура графіту, 773 К,
 b – коефіцієнт, що характеризує швидкість наростання температури графіту, К/с,
 t – час, с.

Швидкість утворення чадного газу і водню у всій кладці графіту дорівнює:

$$d(CO + H_2)/dt = MC_{H_2O} 10^{13} \exp\left[-68000/RT_g\right], \quad (20)$$

де M – маса реагуючого графіту, кг (у розрахунках приймалося, що вона дорівнює 0,01 % від загальної маси реакторного графіту, тобто $m = 200$ кг).

Взаємодія графіту з парою можливо тільки при $t > t_0 \approx 3$ с, тобто після теплового вибуху, коли пара ввійшла у контакт з графітовими блоками.

Рівняння (20) за умови, що реагує 0,01 % від загальної маси графіту, дає нижню границю кількості вибухонебезпечної суміші водню і чадного газу. Кількість суміші водню і чадного газу, що утворяться в результаті реакції (15), розраховується шляхом інтегрування рівняння (20) при зміні температури відповідно до рівняння (19). Рівняння (20) можна використати для оцінних розрахунків тільки в інтервалі температури 700 – 1400 К. При температурі вище 1400 К варто враховувати, що реагуючий графіт повністю переходить у суміш водню і чадного газу при наявності достатньої кількості води, що попадає на графіт. Реакція тут іде в дифузійному режимі і її швидкість визначається швидкістю підведення парів води до поверхні графіту.

На рис. 1 зображені результати розрахунку кінетики утворення суміші водню і чадного газу за рахунок реакції водяної пари з графітом. Розраховувалися варіанти, при яких

температура графіту після розриву збільшується зі швидкістю 10 (1), 20 (2) і 30 (3) К/с. При розрахунках приймалося, що реагує 0,01 % загальної кількості графіту в кладці реактора РВПК-1000.

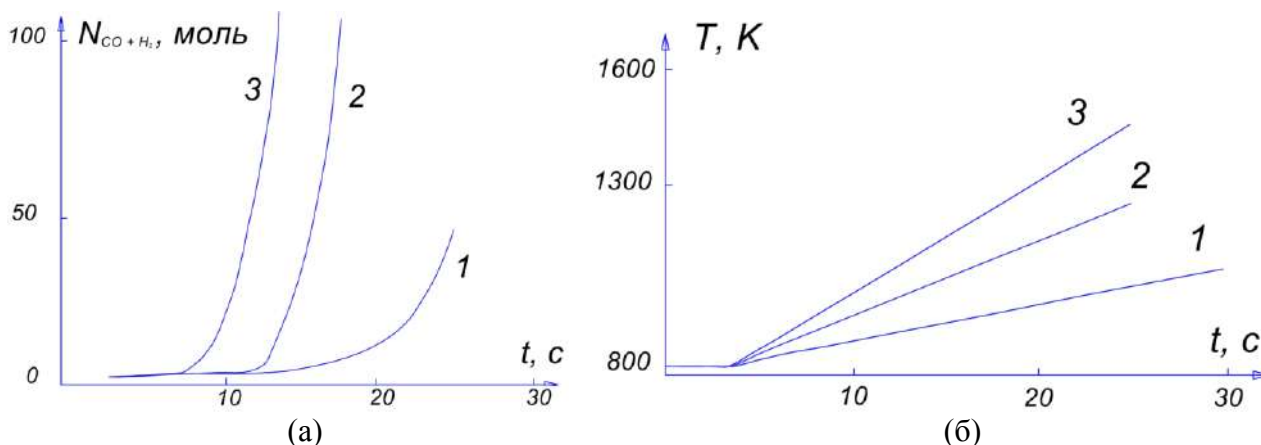


Рисунок 1 – Утворення CO + H₂ за рахунок реакції парів води з реакторним графітом (а) при різних варіантах тимчасової залежності температури графіту (б).

Кінетичну модель горіння і вибуху суміші чадного газу розраховують за допомогою коефіцієнта швидкості реакції [9]:

$$N = BT^n \exp(-E/RT^*), \text{ м}^3/(\text{моль} \cdot \text{с}), \quad (21)$$

де B – передекспоненційний множник, що характеризує частоту зіткнень молекул, рівний $3,5 \cdot 10^4$;

$T^* = T/1000$ – температура, К;

E – енергія активації, що дорівнює 45460 ккал/моль;

R – універсальна газова стала, що дорівнює 1,982 Дж/(моль · К).

На рис. 2 представлена діаграма меж взаємодії газової суміші (CO + O₂ + CO₂).

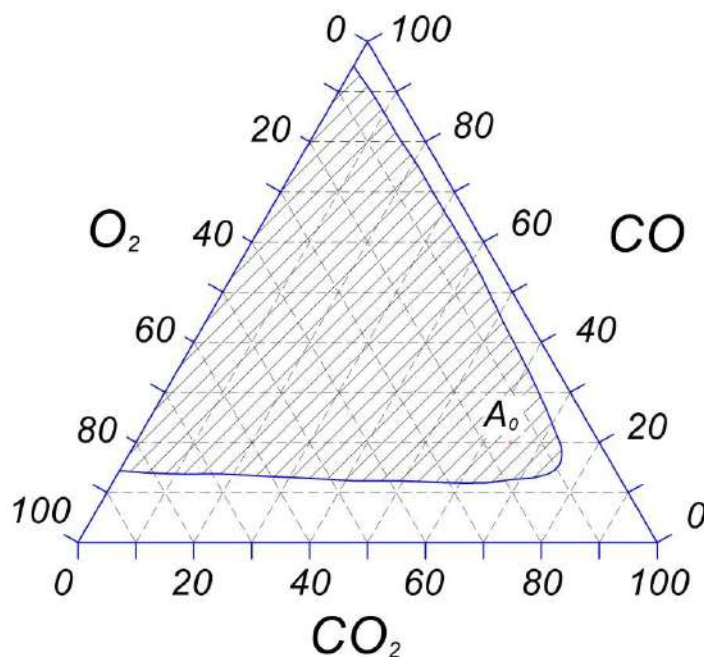


Рисунок 2 – Діаграма меж вибуховості газової суміші (CO + O₂ + CO₂): заштрихована область – це зона вибуху, A₀ – робоча точка запалення суміші.

Виникнення і розвиток дефлаграційно-детонаційних процесів, що мають термохімічну природу буде залежати в основному від:

- концентрації і теплофізичних властивостей компонентів середовища;
- початкового термодинамічного стану;
- зовнішніх умов, що визначають розвиток механізмів горіння і детонації.

Розрахунковим шляхом було встановлено, що при згорянні водню виділиться енергія близько 260 кДж/моль реагенту, а при вибуху $\sim 10^5$ моль водню, що утворився, виділиться енергія більше $3 \cdot 10^7$ кДж, причому ця енергія буде розсіяна у виді імпульсу тривалістю в долі секунди.

Процеси дефлаграції і детонації будуть відрізнятися за максимальним значенням і тривалості імпульсу збурювання тиску, напрямку фронту збурювання тиску і відбитої хвилі збурювання, а також за іншими визначальними параметрами. Характерний приклад детонаційної і дефлаграційної хвилі збурювання наведений на рис. 3.

Для вибухобезпеки водньоутримуючої пароповітряної суміші найбільш значимими механізмами горіння є [10] FA-механізм ("Flame Acceleration") і DDT-механізм ("Deflagration-to-detonation transition"), що мають різні умови виникнення і наслідки.

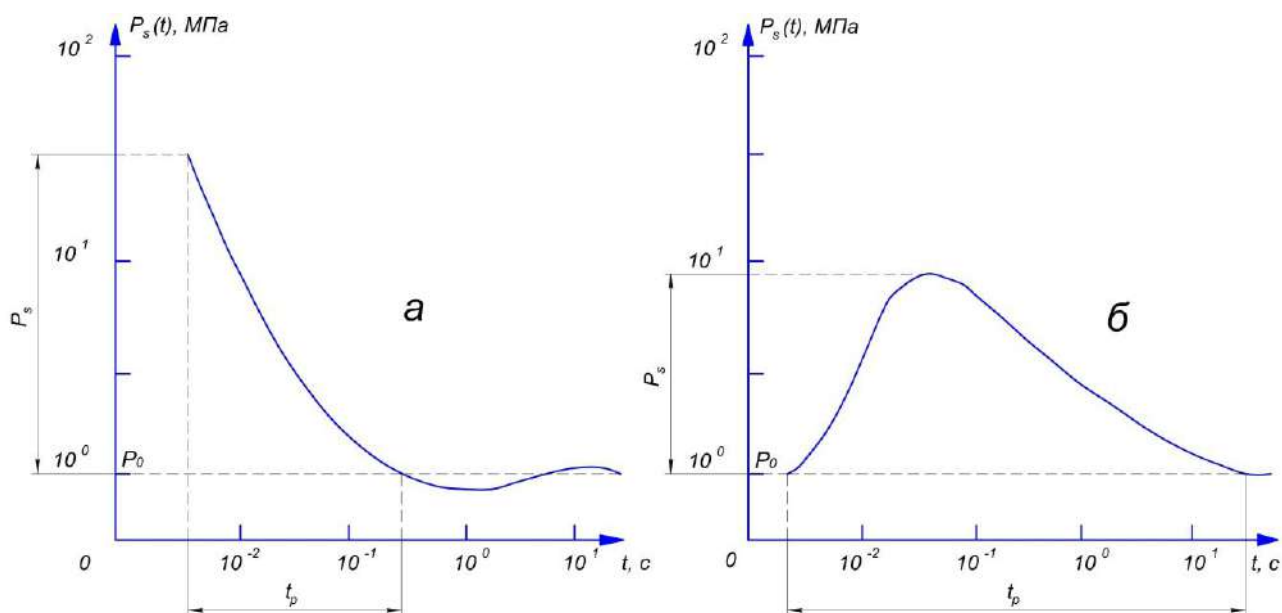


Рисунок 3 – Характерна форма тиску протягом детонаційної, шоквої хвилі (а) і дефлаграційної хвилі (б): P_0 – початковий тиск; P_s – пік тиску; t_p – тривалість позитивної фази

Пікові значення тиску P_{\max} і температур T_{\max} у процесах детонації-горіння водньоутримуючої пароповітряної суміші звичайно визначаються за напівемпіричними залежностями виду [10]:

$$T_{\max} = f_1(C_k, T_0, Q_k); \quad P_{\max} = f_2(P_0, T_0, T_{\max}), \quad (21)$$

де C_k, Q_k – концентрація і питомі внутрішні теплоенергетичні характеристики компонентів водньоутримуючої пароповітряної суміші;

P_0, T_0 – початкові значення тиску і температури середовища.

При цьому для оцінки P_{\max} звичайно (не цілком коректно) використовується рівняння стану ідеального газу, що обґрунтовано тільки для умов низьких значень тиску і температур (нехарактерних для пікових значень детонаційно-дефлаграційних хвиль).

Для умов вибухонебезпечності водню важлива не тільки загальна маса водню, що виділився, але і його локальна концентрація. Найбільша локальна концентрація

газоподібного водню в початкові моменти часу буде в місцях розгерметизації реакторного контуру. З огляду на високу летючість і дифузійність газоподібного водню, варто очікувати досить швидке його поширення за обсягом активної зони реактора і зниження значень локальних концентрацій у місцях розгерметизації реакторного контуру.

Висновки. Як зазначалося раніше, пожежники боролися з розігрівом ушкодженого 4-го блоку ЧАЕС, прохолоджуючи розвал активної зони реактора РБМК-1000 більшою кількістю води. Однак, за результатами термодинамічних розрахунків, зроблених вище, впливає, що взаємодія реакторного графіту з водяною парою привело до різноманітних хімічних реакцій, одним з продуктів яких є чадний газ, водень і метан. Участь кисню при такій взаємодії приводить до росту логарифма константи рівноваги на кілька порядків. Причому деякі хімічні реакції мають екзотермічний характер і це приводить до додаткового тепловиділення, підвищенню температури в активній зоні реактора, а так само утворенню горючих і вибухонебезпечних сумішей, які за певних умов можуть вибухати і руйнувати реакторну установку.

Перспективи подальших досліджень. На прикладі наведених досліджень можливо подальше розроблення варіантів розвитку сценаріїв запроектованих аварій на діючих АЕС України з ядерними енергетичними реакторами ВВЕР-1000.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Часть 2 / [под общ. ред. Островского Г.М.]. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2006. – 916 с.
2. Краткая химическая энциклопедия / [под ред. Кнунянц И.Л.]. – М.: изд-во «Советская энциклопедия». Т. 5, 1967. – 1184 с.
3. Эйринг Г. Основы химической кинетики / Г. Эйринг, С.Г. Лин, С.М. Лин. – М.: Мир, 1983. – 528 с.
4. Бартльме Ф. Газодинамика горения / Ф. Бартльме; пер. А.В. Куршаков; ред. М.Е. Дейч. – М.: Энергоиздат, 1981. – 280 с.
5. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / [под ред. Б.П. Никольского]. – М.: Химия, изд. 2-е, 1987. – 374 с.
6. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика / Михаил Христофорович Карапетьянц. – М.: ЛИБРОКОМ, изд. 4-е, 2013. – 584 с.
7. Краткий справочник физико-химических величин / [под ред. А.А. Равделян, А.М. Пономаревой]. – С-Пб.: Спецлитература, 10 изд., 1998. – 232 с.
8. Кабакчи С.А. Радиационная химия в ядерном топливном цикле / С.А. Кабакчи, Г.П. Булгакова. – НИХФИ им. Л.Я. Карпова, РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1997, т. 9. – С. 4–120.
9. Зельдович Я.Б. Математическая теория горения и взрыва / Я.Б. Зельдович, Г.И. Баренблатт, В.Б. Либрович, Г.М. Махвиладзе. – М.: Наука, 1980. – 478 с.
10. Hydrogen Combustion Analysis of Dry-Type PWR Plant in Japan ICONE-8412, 2000.

УДК 622.414.2:622.822.24

Алексеев С.А., к.т.н., Шайхлисламова И.А., к.т.н.,
ГВУЗ «НГУ»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИ ЭКЗОГЕННЫХ ПОЖАРАХ

(представлено д-ром тех. наук Андроновым В.А.)

Представлены результаты экспериментальных исследований аэротермодинамических параметров в аварийной горной выработке с очагом экзогенного пожара и сравнение их с аналитическими зависимостями. Показано существенное влияние очага пожара на аэротермодинамику аварийной горной выработки. Полученные результаты рекомендуется использовать для правильных расчетов и выбора аварийных режимов проветривания шахт.

Ключевые слова: авария, аэродинамическое сопротивление, зона горения, очаг пожара, штольня, эксперимент, экзогенный пожар.

Постановка проблемы. Одним из наиболее опасных и распространенных видов аварий в шахтах являются подземные пожары, которые приводят к массовой гибели людей и наносят большой материальный ущерб горным предприятиям. Характерной особенностью подземных пожаров является то, что с начала их возникновения и полного развития в шахте, создаются неблагоприятные условия для работающих в ней людей (действие высоких температур, задымление, снижение концентрации кислорода, действие продуктов разложения и др.).

Анализ последних исследований и публикаций. Обзор и анализ исследований аэротермодинамических параметров в горных выработках при экзогенных пожарах можно найти в работах [1-5].

Постановка задачи и ее решение. Возникший пожар в аварийной выработке вызывает сложные аэротермодинамические процессы, приводящие к изменению нормального режима проветривания шахты. К основным аэротермодинамическим параметрам аварийной горной выработки относятся: температура, аэродинамическое и тепловое сопротивление, плотность, депрессия, массовый расход воздуха и пожарных газов, между которыми существует взаимная обратная связь.

Целью экспериментальных исследований является изучение закономерностей изменения аэродинамического сопротивления аварийной горной выработки с зоной горения и аэротермодинамических параметров вентиляционного потока в горной выработке при возникновении и развитии экзогенного пожара.

Натурные экспериментальные исследования при пожарах в шахтах выполнить практически невозможно, поэтому изучение явлений, происходящих в горной выработке с очагом пожара, осуществлялось в опытной штольне НИИГД и ПБ «Респиратор». Она предназначена для проведения экспериментальных исследований развития, локализации и тушения экзогенных пожаров.

Исследования проведены в экспериментальной штольне НИИГД, т.е. в условиях максимально приближенных к натурным. Детальное описание опытной штольни – экспериментальной горной выработки приведено в работах [1,6,7].

В экспериментальной штольне НИИГД были проведены экспериментальные исследования на участке аварийной выработки с очагом экзогенного пожара. Ввиду того, что участок выработки с очагом рассматривается нами как объект местного сопротивления, выполнение экспериментальных исследований по определению аэродинамического сопротивления и изучению закономерностей изменения аэротермодинамических параметров вентиляционного потока на этом участке выработки осуществлялось по методике, в основу которой положены принципы аэродинамического эксперимента для исследования местных

сопротивлений [8].

Достоверность полученных результатов в значительной мере зависит от правильного выбора длин начального, входного и выходного участков. При выборе рабочего участка в опытной штольне учитывалось то обстоятельство, что деформация вентиляционного потока, обусловленная местным сопротивлением (очагом пожара) и сопровождающаяся потерями давления, начинается на расстоянии 4...5 калибров (входной участок) до зоны горения, а восстановление деформированного поля скоростей, связанного с потерями давления, заканчивается на расстоянии 12...15 калибров за зоной горения (выходной участок). Входному участку предшествует начальный участок, где происходит формирование турбулентного профиля скоростей. В работе [8] установлено, что для объектов местных сопротивлений следует принимать длину начального участка, равной 15 калибрам. Согласно [9] длина зоны горения была нами принята равной 28,3 м и закреплена деревянной затяжкой.

Перед проведением огневого эксперимента были предварительно проведены замеры аэродинамических параметров выработки и вентиляционного потока при нормальных условиях.

Перед огневыми экспериментами были проведены соответствующие измерения при нормальных условиях с целью определения аэродинамического сопротивления рабочих участков выработки протяженностью 73,3 м и 92,3 м.

Все замеры начинались с момента возникновения пожара. Измерения аэродинамических параметров выработки и вентиляционного потока производились через каждые 2...3 мин, а скорости воздуха, поступающего к зоне горения и температуры вентиляционного потока по длине выработки, регистрировались непрерывно.

Завершением экспериментальных исследований являлось обследование состояния штольни и элементов крепи, а также выполнением замеров всех аэродинамических параметров на рабочих участках после пожара.

Экспериментальные исследования и обработка результатов замеров всех аэротермодинамических параметров проводились по общепринятой методике [8,10].

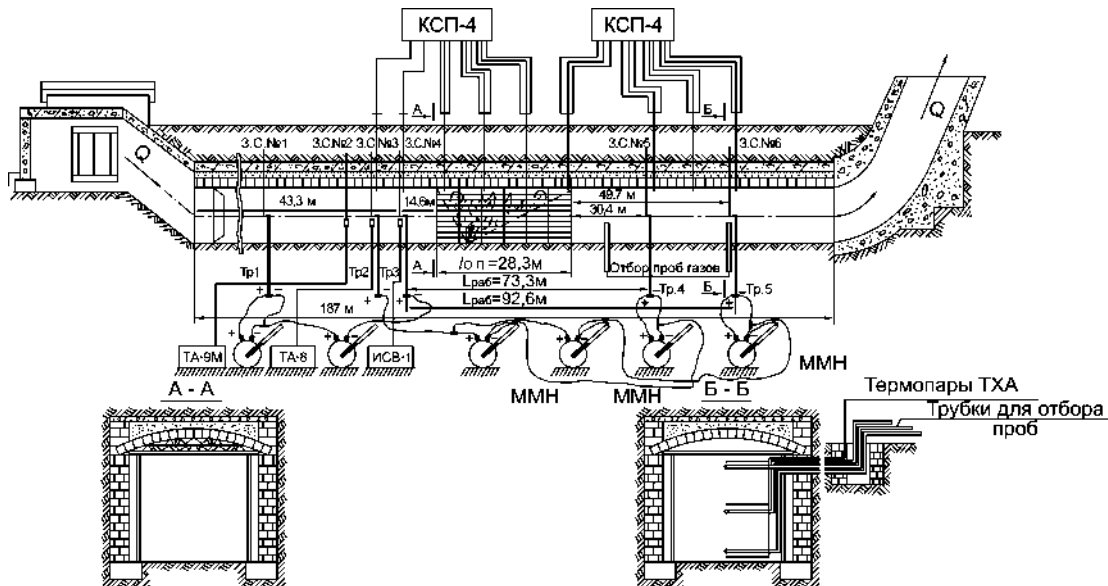


Рисунок 1 – Схема экспериментальной горной выработки для исследования аэротермодинамических параметров вентиляционного потока на участке с зоной горения.

При проведении исследований на участке выработки с очагом пожара производились измерения вентиляционных параметров – скорости движения воздуха, депрессии (перепада давления) и температуры вентиляционного потока на замерных станциях, расположение которых показано на рис. 1. Согласно принятой схеме эксперимента выбирались начальный, рабочий и выходной участки, имеющие размеры длин соответственно:

$$l_{нач} = 82,7 \text{ м (41,3D)}, l_{раб} = 78,25 \text{ м (39,1D)} \text{ и } l_{вых} = 20 \text{ м (10D)}.$$

Аэродинамическое сопротивление аварийной выработки с очагом пожара

определялось по формуле

$$R = h_{\text{тр}} / Q_{\text{ср}}^2 \quad (1)$$

Полученные экспериментальные значения аэродинамического сопротивления приводились к стандартной плотности воздуха, для чего $R_{\text{эсп}}$ умножалось на отношение плотностей, т.е.

$$R_{\text{пр}} = R_{\text{эсп}} \cdot \rho / \rho_0 \quad (2)$$

где ρ_0 – плотность воздуха при нормальных условиях, равная 1,205 кг/м³.

За начальные условия стандартной атмосферы приняты параметры воздуха, соответствующие условиям: $P_0 = 101,3$ кПа = 760 мм рт. ст., $T_0 = 293$ К = 20°C; $\rho_0 = 1,205$ кг/м³.

В результате обработки экспериментальных данных по методикам, приведенным в работе [8,10], получены численные значения аэродинамического сопротивления R_0 , Па·с²/м⁶.

Для участка выработки с зоной горения протяженностью 73,3 м:

- до закрепления выработки деревянной затяжкой – 0,121;
- с закрепленным участком длиной $l = 28,3$ м – 0,172;
- после пожара – 0,119.

Для участка выработки с зоной горения протяженностью 92,6 м:

- до закрепления выработки деревянной затяжкой – 0,181;
- с закрепленным участком – 0,231;
- после пожара – 0,195.

Для участка выработки за очагом пожара длиной $l = 78,25$ м – 0,163.

На участке выработки с зоной горения проведено две серии экспериментальных исследований, состоящих из 39 замеров, продолжительность которых составляла 75 мин.

Измерения проводились на двух рабочих участках протяженностью 73,3 м и 92,6 м при средней скорости движения нагретого воздуха $v_{\text{ср}} = 2,93...6,36$ м/с или при числах $Re = 150\,500...525\,500$, массовом расходе воздуха $G = 10,97...12,76$ кг/с и средней температуре $t_{\text{ср}} = 334...820$ °C.

Измеряемые аэротермодинамические параметры наносились на графики в виде дискретных зависимостей аэродинамического сопротивления, температуры по длине выработки массового (объемного) расхода воздуха от времени развития пожара.

Полученные зависимости, а также данные отдельных измерений позволили обобщить и проанализировать результаты натурных исследований и определить степень и характер влияния экзогенного пожара на аэротермодинамические параметры горных выработок и вентиляционного потока.

На рис.2 приведены графики изменения температуры высокотемпературного потока в четырех сечениях аварийной горной выработки во времени, построенные по значениям средних температур.

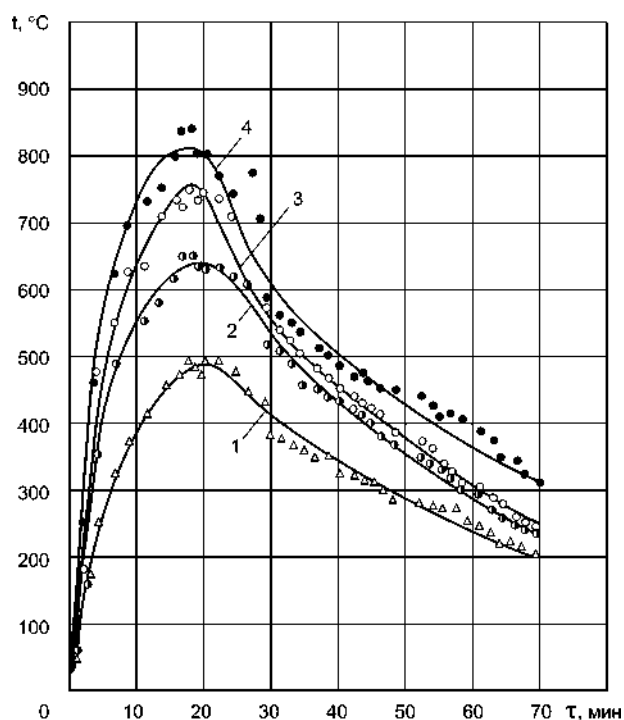


Рисунок 2 – Графики изменения температуры пожарных газов во времени на различных расстояниях от зоны горения: 1 – 4 м; 2 – 21 м; 3 – 32 м; 4 – 61 м.

На рис.3 показаны расчетные кривые по зависимости (3), полученной нами в работе [2] и экспериментальные точки, показывающие изменение температуры потока в выработке на различных расстояниях от очага пожара во времени.

$$T = T_0 + (T_1 - T_0) \left\{ 1 - \exp[-K(t - x/\tilde{u})] \right\} \exp[-a_\tau \Pi x (c\rho_0 \tilde{u} S)^{-1}] \quad (3)$$

где T – абсолютная температура воздуха, К; T_0 – температура воздуха в выработке до возникновения пожара, К; T_1 – максимальная температура пожарных газов в зоне горения, К; k – эмпирический коэффициент, характеризующий скорость развития пожара, c^{-1} ; τ – время с момента возникновения пожара, с; x – продольная координата, м; \tilde{u} – относительная массовая скорость движения воздуха, м/с; ρ_0 – плотность воздуха при нормальных условиях, kg/m^3 , S – площадь поперечного сечения выработки, m^2 .

Из сравнения графиков

Из графиков видно, что в течение первых 20 мин температура потока достигает своего максимального значения и составляет $820^\circ C$. Разброс экспериментальных точек, составляющий 15%, указывает на то, что в этот период времени пожар развивается и высокотемпературный поток носит нестационарный характер. В течение этого времени температура потока по длине выработки зависит от максимальной температуры в зоне горения, скорости развития пожара, влажности древесины крепи и теплообмена со стенками выработки, что подтверждает результаты теоретических исследований [2,3]. В дальнейшем наблюдается снижение температуры потока, обусловленное затуханием пожара, а также процессами теплообмена. Через 75 мин после возникновения пожара температура потока практически не изменялась. Это говорит о том, что процесс горения уже закончился, а в выработке происходят только процессы теплообмена.

видно достаточное хорошее совпадение расчетных кривых с экспериментальными данными. Разброс экспериментальных точек указывает на незначительную случайную погрешность измерения, которая не превышает 10%. Хорошее согласование расчетных данных с фактическими результатами говорит о правомерности аналитической зависимости (3) по которой проводились расчеты.

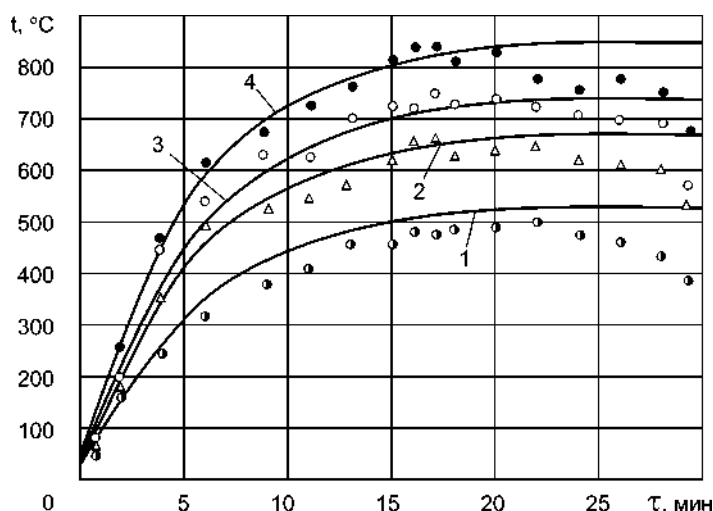


Рисунок 3 – Сопоставление результатов теоретических и экспериментальных исследований по измерению температуры пожарных газов во времени на различных расстояниях от зоны горения: 1 – 4 м; 2 – 21 м; 3 – 32 м; 4 – 61 м.

На рис.4 показаны графики изменения скорости движения воздуха за зоной горения.

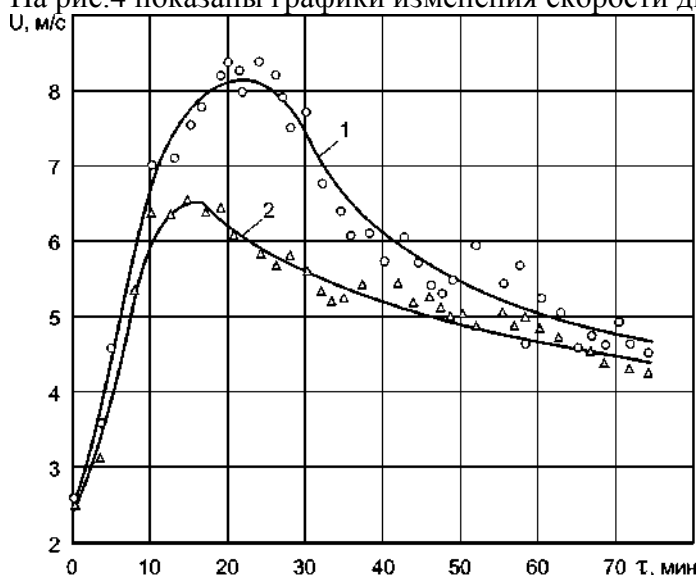


Рисунок 4 – Графики изменения скорости движения воздуха во времени на различных расстояниях от зоны горения: 1 – 31 м; 2 – 50 м.

Экспериментальные данные по сопротивлению трения обработаны в виде зависимостей $R = f(\tau)$ и $R_{np} = f(\tau)$. Результаты такой обработки экспериментальных данных представлены на рис. 5 и рис. 6.

На рис.5 показаны графики изменения аэродинамического сопротивления выработки во времени развития пожара. Точками на графиках обозначены значения аэродинамического сопротивления, полученные при вычислении по формуле (4)

$$R_{\text{эк}} = \frac{h_{\text{мп}}}{Q_{\text{ср}}^2} \cdot \quad (4)$$

Кривые 1 и 2

построены для экспериментальных участков протяженностью 73,3 м и 92,6 м; они получены в результате обработки опытных данных по методу сглаживания эмпирической кривой. Из графиков видно, что на аэродинамическое сопротивление выработки существенное влияние оказывают следующие факторы: температура потока в зоне горения, дополнительное аэродинамическое сопротивление, обусловленное очагом пожара; массовый расход воздуха, поступающего в аварийную выработку и изменение площади

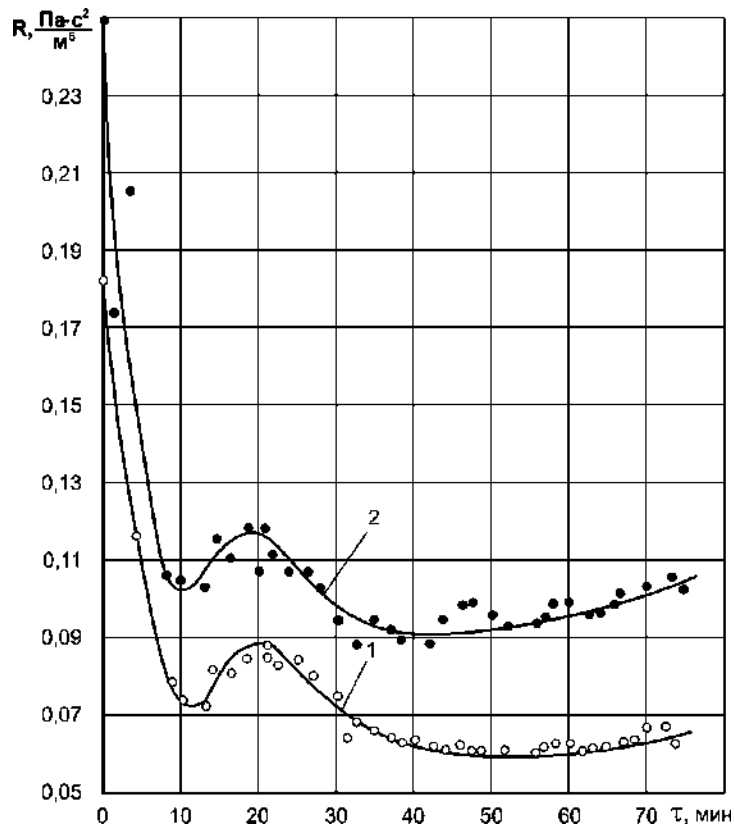
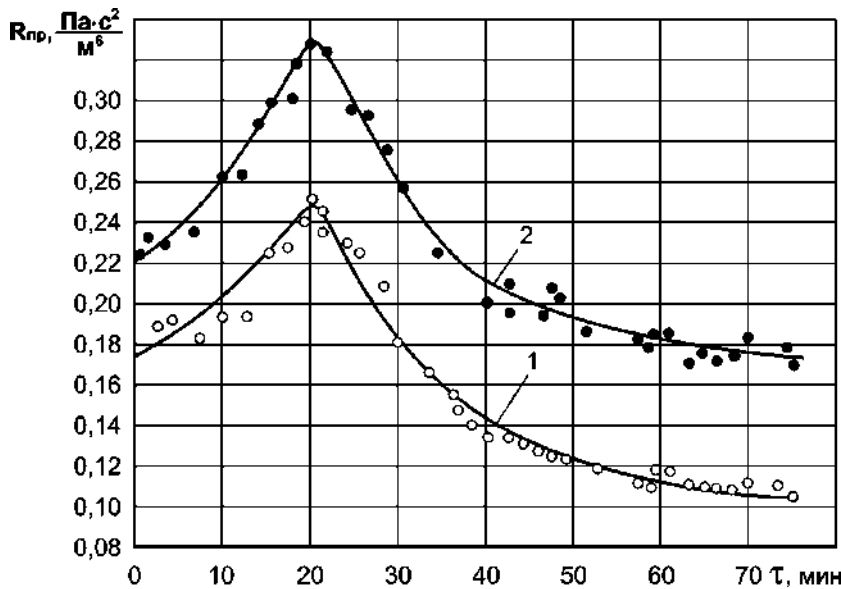


Рисунок 5 – Графики изменения аэродинамического сопротивления аварийной горной выработки во времени:
1 – для участка длиной 73,3 м; 2 – 92,6 м.

поперечного сечения вследствие выгорания и деформации крепи и армировки в течение развития пожара. С начала возникновения очага пожара аэродинамическое сопротивление в течение первых 10 мин резко снижается, что обусловлено повышением температуры в зоне горения. В дальнейшем происходит увеличение аэродинамического сопротивления, которое через 20 мин после возникновения пожара и до полного его развития достигает максимального значения.

Увеличение аэродинамического сопротивления потока объясняется дополнительным аэродинамическим сопротивлением, обусловленным очагом пожара, который уменьшает сечение выработки для прохода воздуха. Дальнейшее уменьшение аэродинамического сопротивления объясняется увеличением площади поперечного сечения, снижением дополнительного аэродинамического сопротивления и температурой потока, которая в этот момент времени достигает своего максимального значения 820°K. Последующее увеличение сопротивления, которое наблюдается через 45 мин после возникновения пожара обусловлено снижением температуры в зоне горения и по длине выработки за счет теплообмена со стенками выработки. Для исключения влияния температуры потока, полученные экспериментальным путем значения аэродинамического сопротивления, приводились к стационарным значениям. На рис.6 показано его изменение во времени.

Из графиков видно, что с начала возникновения пожара и до полного его развития ($t=20$ мин), аэродинамическое сопротивление увеличивается от значения 0,175 до 0,250 Па·с²/м⁶ для



участка виробки довжиною 73,3 м і від 0,230 до 0,330 $\text{Па}\cdot\text{с}^2/\text{м}^6$ для участку виробки довжиною 92,6 м, що становить 30%. Збільшення аеродинамічного опору пояснюється додатковим аеродинамічним опором.

Рисунок 6 – Графіки зміни приведеного до стандартних умов аеродинамічного опору аварійної горної виробки за часом:

1 – для участку довжиною 73,3 м; 2 – 92,6 м.

Після цього зменшення R_{np} обумовлено зміною площі поперечного перерізу та її шорсткості внаслідок згорання елементів кріплення та зменшення додаткового аеродинамічного опору.

На рис.7 наведені графіки зміни коефіцієнта опору аварійної виробки λ в функції часу розвитку пожежі.

При розгляді цих графіків та графіків, наведених на рис.6 видно, що характер зміни параметрів R_{np} та λ однаковий.

Следовательно, на аеродинамічне опору аварійної виробки з зоною горіння, крім температури, істотне впливають поперечний переріз виробки та додаткове аеродинамічне опору, обумовлене вогнищем пожежі. Виниклий екзогенний пожежі в аварійній виробці істотне впливає на масовий витік повітря, поступаючого до зони активного горіння.

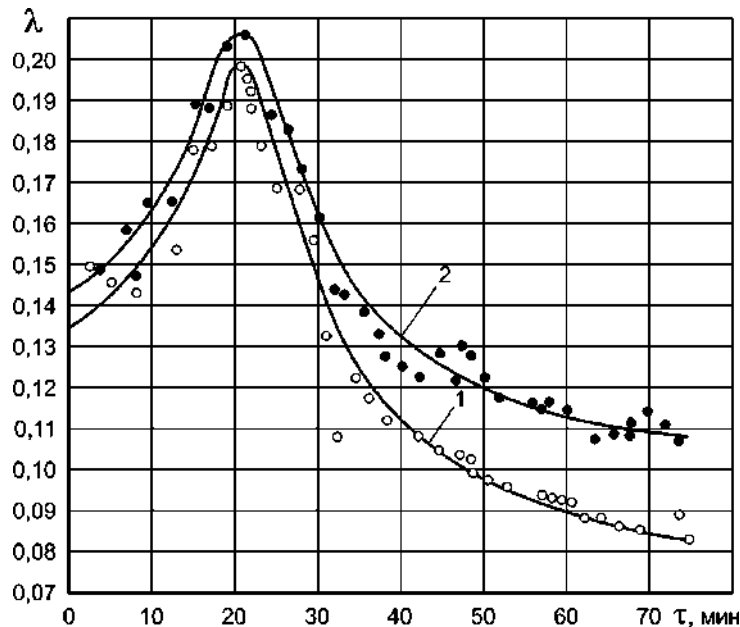


Рисунок 7 – Графіки зміни коефіцієнта опору аварійної горної виробки за часом: 1 – для участку довжиною 73,3 м; 2 – 92,6 м.

На рис. 8 показано

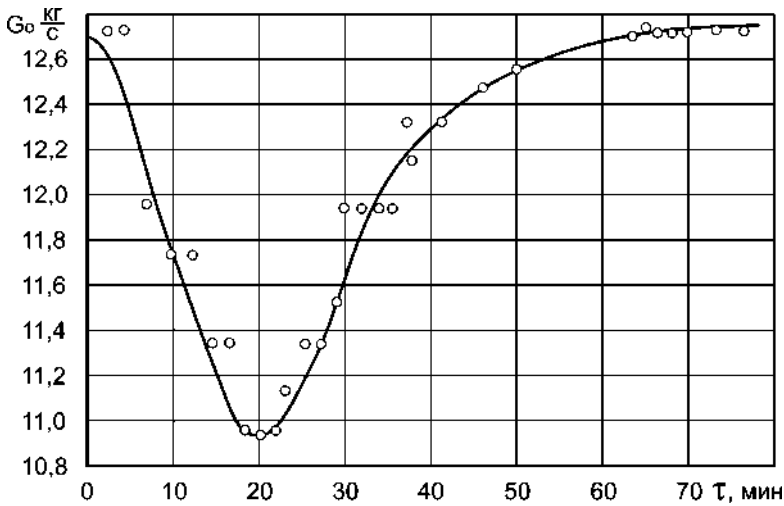


Рисунок 8 – График изменения массового расхода воздуха, поступающего в аварийную горную выработку, во времени.

изменение массового расхода воздуха, которым необходимо оперировать при расчетах аэротермодинамических параметров горных выработок для правильного выбора аварийного вентиляционного режима. Кривая на графике построена по величине скорости воздуха, измеренной при помощи термоанемометра ТА-9М и последующим вычислении по формуле $G_0 = v_0 \cdot S$.

Из графика видно, что повышение температуры потока до 820 °С и дополнительное аэродинамическое сопротивление, обусловленное очагом пожара при полном его развитии, приводит к снижению массового расхода воздуха от 12,76 кг/с до 10,97 кг/с, что составляет 14%. Сокращение массового расхода воздуха, поступающего к зоне горения объясняется дополнительным аэродинамическим сопротивлением, обусловленным очагом пожара.

На рис.9. приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований, показывающие изменение массового расхода воздуха, поступающего в аварийную горную выработку с очагом пожара. Кривая построена по аналитической зависимости (5), полученной нами в работе [2].

$$\bar{G}_{cp} = m \frac{1 - \frac{m-1}{m+2} e^{-\tau}}{1 + \frac{m-1}{m+2} e^{-\tau}} \quad (5)$$

где m – глубина изменения массового расхода воздуха.

Разброс экспериментальных точек относительно расчетной кривой не превышает 5%.

Как показали результаты экспериментальных исследований (рис.9) эмпирическое значение коэффициента дополнительного аэродинамического сопротивления при развитии пожара равно 0,47 при рассмотрении нестационарности по расходу воздуха

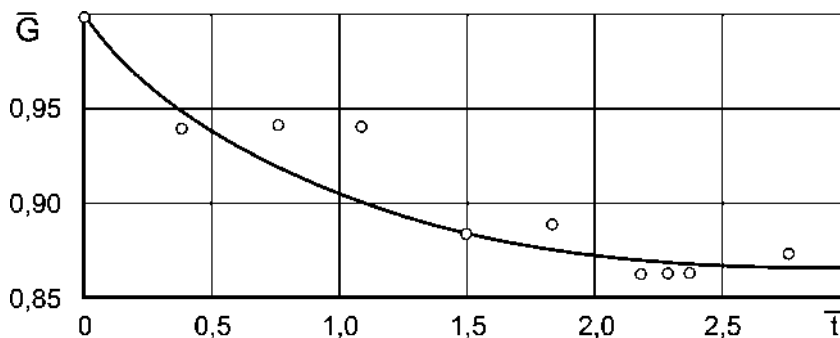


Рисунок 9 – Сопоставление результатов теоретических и экспериментальных исследований

по изменению массового расхода воздуха, поступающего в аварийную горную выработку: о – эксперимент; – расчет.

Выводы. 1. В результате экспериментальных исследований в опытной штольне НИИГД получена качественная картина изменения аэродинамического сопротивления аварийной выработки с очагом пожара и параметров вентиляционного потока. Установлено, что аэродинамическое сопротивление аварийной выработки зависит от температуры пожарных газов в зоне горения, дополнительного аэродинамического сопротивления, обусловленного очагом пожара и поперечных размеров выработки, изменяющихся вследствие выгорания элементов крепи. Показано, что дополнительное сопротивление приводит к уменьшению массового расхода воздуха в аварийной выработке.

2. При определении аэродинамического сопротивления движению высокотемпературного потока необходимо принимать коэффициент дополнительного аэродинамического сопротивления при развившемся пожаре $n = 1$, а при развитии пожара $n = 0,47$.

3. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили справедливость аналитических решений и расчетных зависимостей для определения температуры вентиляционного потока и массового расхода воздуха в горных выработках с очагом пожара в любой момент времени с начала его возникновения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осипов С.Н. Вентиляция шахт при подземных пожарах / С.Н. Осипов, В.М. Жадан. – М.: Недра, 1973. – 150 с.

2. Долинский В.А. Комплексный подход к оценке влияния пожара на аэротермодинамические параметры вентиляционного потока в горных выработках / В.А. Долинский, С.А. Алексеенко, Р.С. Кирин // Известия вузов. Горный журнал. 1987, № 7. – С. 42-44.

3. Долинский В.А. Нестационарный тепломассоперенос в горных выработках при пожарах / В.А. Долинский, С.А. Алексеенко, И.Н. Зинченко, Р.С. Кирин, Г.П. Кривцун // Управление вентиляцией и газодинамическими процессами в шахтах. – Новосибирск, ИГД СО СССР, 1989. – С. 97-105.

4. Греков С.П. Термодинамика угольных шахт при экзогенных пожарах / С.П. Греков, В.И. Назаренко, Н.С. Почтаренко, С.Н. Смоланов // Сб. науч. тр. 9-й сессии МБГТ: Польша, Гливице, Изд. Инст. геотехнологии, геофизики и экологии, 2000. – С.357-366.

5. Алексеенко С.А. Исследование аэротермодинамических параметров вентиляционного потока в горных выработках при пожарах и разработка метода их расчета: дис. канд. техн. наук / Алексеенко Сергей Александрович. – Д., ДГИ, 1984. – 215 с.

6. Козлюк А.И. Противопожарная защита угольных шахт/ А.И. Козлюк. – Киев: Техника, 1980. – 154 с.

7. Маркович С.М. Снижение пожарной опасности в угольных шахтах/ С.М. Маркович. – Киев: Техника, 1981. – 77 с.

8. Харев А.А. Рудничная вентиляция и борьба с подземными пожарами/ А.А. Харев. – М.: Недра, 1978. – 253 с.

9. Балтайтис В.Я. Метод определения некоторых параметров подземного пожара по составу пожарных газов / В.Я. Балтайтис, Ю.М. Маркович // Горный журнал. Известия вузов, 1967, № 9. – С.46-51.

10. Абрамов Ф.А. Лабораторный практикум по рудничной вентиляции / Ф.А. Абрамов, В.А. Бойко, В.А. Долинский. – М.: Недра, 1966. – 161 с.

УДК 004.5

В.М. Андрієнко, к.і.н., доц., І.Г. Маладика, к.т.н., доц., М.Ю. Удовенко, В.А. Кобко, к.і.н.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ПОЖЕЖНА ТАКТИКА» ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ВУЗЬКОЇ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ

Представлено впровадження інноваційних методів викладання предмету «Пожежна тактика» з використанням інформаційних технологій та комп'ютерних програм

Ключові слова: інформаційні технології, пожежна тактика, інноваційні методи викладання

Постановка проблеми. На сучасному етапі навчальний процес у вищому навчальному закладі ДСНС України супроводжується опрацюванням курсантами та студентами великих об'ємів інформації. Для роботи та для ефективного засвоєння цих інформаційних потоків потрібні модернізовані або інноваційні підходи до процесу викладання.

Під інновацією у цьому випадку розуміють особливу форму педагогічної діяльності і мислення, яка спрямована на організацію нововведень в освітньому просторі, або як процес створення, впровадження і поширення нового в освіті. Інноваційний процес в освіті - це сукупність послідовних, цілеспрямованих дій, спрямованих на її оновлення, модифікацію мети, змісту, організації, форм і методів навчання та виховання, адаптації навчального процесу до нових суспільно-історичних умов.

Аналіз проблеми. Дедалі важливішою проблемою є формування свідомого уміння курсантів та студентів самостійно поповнювати та закріплювати свої знання. За таких умов науково-педагогічний склад вищого навчального закладу повинен забезпечити розробку методичних матеріалів із максимальним застосуванням комп'ютерних технологій. Одним із методів модернізації навчального процесу є не просто використання комп'ютерних технологій, а створення комп'ютерних програм або програмних комплексів з вузькою спеціалізацією.

Поліпшення якості професійної підготовки курсантів та студентів на основі комп'ютеризації освітнього процесу дає можливість систематично контролювати ступінь опанування навчальним матеріалом, своєчасно коригувати методику викладання, тим самим стимулюючи пізнавальну діяльність тих, хто навчається.

Підготовка майбутніх фахівців ДСНС України в умовах багатофакторного та багатопланового навчального процесу визначає зростання ролі підготовки викладача у сфері інформаційних технологій.

У зв'язку з цим відбуваються інтенсивні пошуки та розробки нових педагогічних концепцій, у межах яких можливі нові підходи в організації навчального процесу щодо підготовки майбутніх фахівців ДСНС України.

Шляхи вирішення проблеми. Впровадження комп'ютерних технологій в систему підготовки в сфері цивільного захисту забезпечує високий рівень освіти фахівців, які навчаються за даним напрямком.

Основним фактором вибору інформаційних технологій як засобів навчання має бути їх освітній потенціал. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання дають можливість із мінімальною допомогою педагога досягнути навчальної мети.

Спеціально розроблена комп'ютерна навчальна або тестова програма може забезпечити можливість у інтерактивному режимі самостійно засвоїти певний обсяг знань, перевірити рівень навчальних досягнень у конкретній предметній галузі. При цьому комп'ютер може виступати як засіб навчання, як складова частина системи управління освітою, як елемент методики наукових досліджень тощо.

Для вирішення питань пожежної безпеки в рамках системи протипожежного захисту необхідно знати та вміти прогнозувати поведінку пожежі в процесі її розвитку за конкретних умов, правильно оцінювати ситуацію на пожежі. Прогнозування розвитку пожежі передбачає використання методів розрахунку напрямів та швидкостей розповсюдження горіння, тривалості його розвитку, зміни в часі температури та компонентів газового середовища, інтенсивності газообміну та інших параметрів пожежі. Кожна пожежа представляє собою індивідуальну ситуацію, що зумовлена впливом явищ, які носять раптовий характер. Тому точно спрогнозувати розвиток пожежі у всіх деталях неможливо. Однак пожежі мають широкий спектр закономірностей, що дозволяє здійснити аналітичний опис загальних явищ і розвиток їх параметрів.

З метою модернізації навчального процесу на кафедрі пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт був розроблений програмний комплекс для розрахунку основних параметрів пожежі.

Цей комплекс призначений для тренування та визначення рівня знань курсантів (студентів) вищих навчальних закладів ДСНС України в розрахунку основних параметрів пожежі (радіус, форма, площа, периметр та фронт) та застосування під час вивчення дисципліни «Пожежна тактика» за темою «Пожежа та її розвиток».

Цей програмний продукт дозволяє визначити рівень володіння курсантом (студентом) методикою визначення основних параметрів пожежі. Ця мета досягається завдяки тому, що на кожному етапі проведення розрахунків необхідно правильно вибрати формулу та зробити розрахунки. Якщо формула вибрана невірно або результат розрахунків хибний, курсант (студент) не має можливості перейти до наступного кроку. Кожна помилка фіксується і по закінченню роботи викладач може зробити висновок про рівень підготовки курсанта (студента).

Програма працює в середовищі операційної системи Microsoft Windows.

Комп'ютерна програма передбачає введення таких розрахункових даних для визначення параметрів пожежі: розміри будівлі, лінійну швидкість розповсюдження полум'я, час вільного розвитку пожежі, місце виникнення пожежі.

З метою полегшення проведення розрахунків, в програмі є таблиця де вказана лінійна швидкість розповсюдження пожежі для більшості об'єктів промисловості та інших будівель.

Робота з програмним комплексом складається з таких етапів:

1. Введення особистих даних (ПІБ, номер взводу).
2. Визначення правильної послідовності розрахунку параметрів пожежі (згідно з існуючою методикою).
3. Введення розрахункових даних (тип будівлі, розміри приміщення, час вільного розвитку пожежі, лінійну швидкість розповсюдження пожежі, місце виникнення пожежі).
4. Вибір правильної формули та введення результату розрахунку радіусу пожежі.
5. Вибір форми пожежі, яка відповідає даним задачі.
6. Вибір правильної формули та введення результату розрахунку площі пожежі.
7. Вибір правильної формули та введення результату розрахунку периметру пожежі.
8. Вибір правильної формули та введення результату розрахунку фронту пожежі.

На першому етапі користувач повинен ввести свої особисті дані, далі він повинен правильно вказати послідовність вирішення задачі. На етапі визначення послідовності, в разі помилки, список етапів змінюється, що дозволяє виключити можливість їх механічного перебору для визначення правильної відповіді.

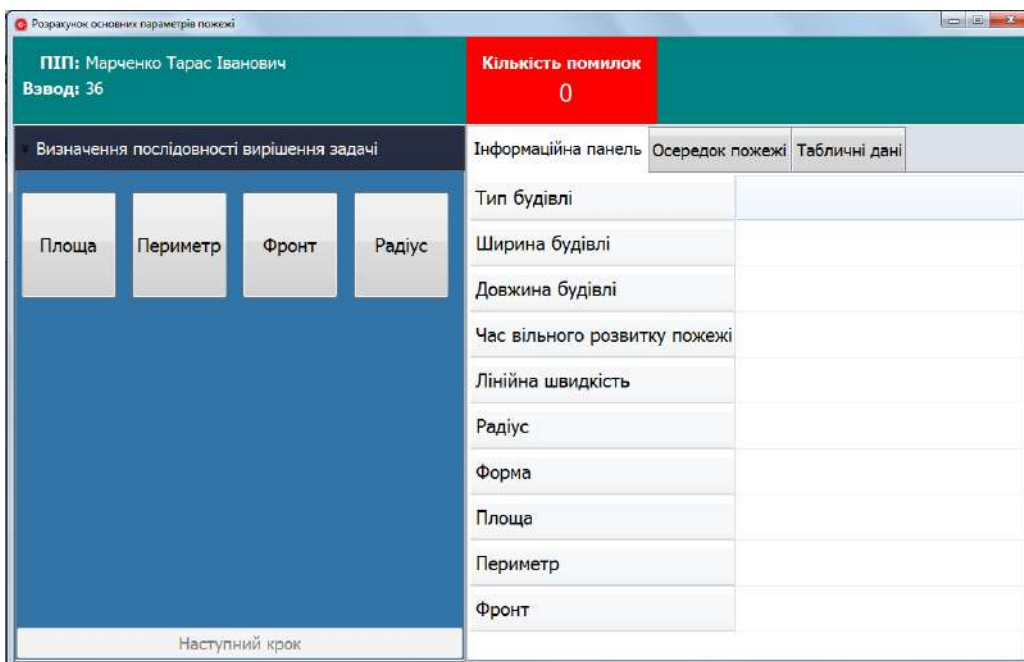


Рисунок 1 – Введення послідовності визначення параметрів пожежі.

Після введення своїх даних та правильної послідовності визначення геометричних параметрів пожежі користувач повинен ввести дані, які складають умову задачі, тобто тип будівлі, параметри будівлі, час вільного розвитку пожежі, лінійну швидкість розповсюдження пожежі. Для зручності роботи користувачу надана можливість визначити лінійну швидкість розповсюдження пожежі з таблиці. Це економить час на пошук цієї інформації в спеціальній літературі.

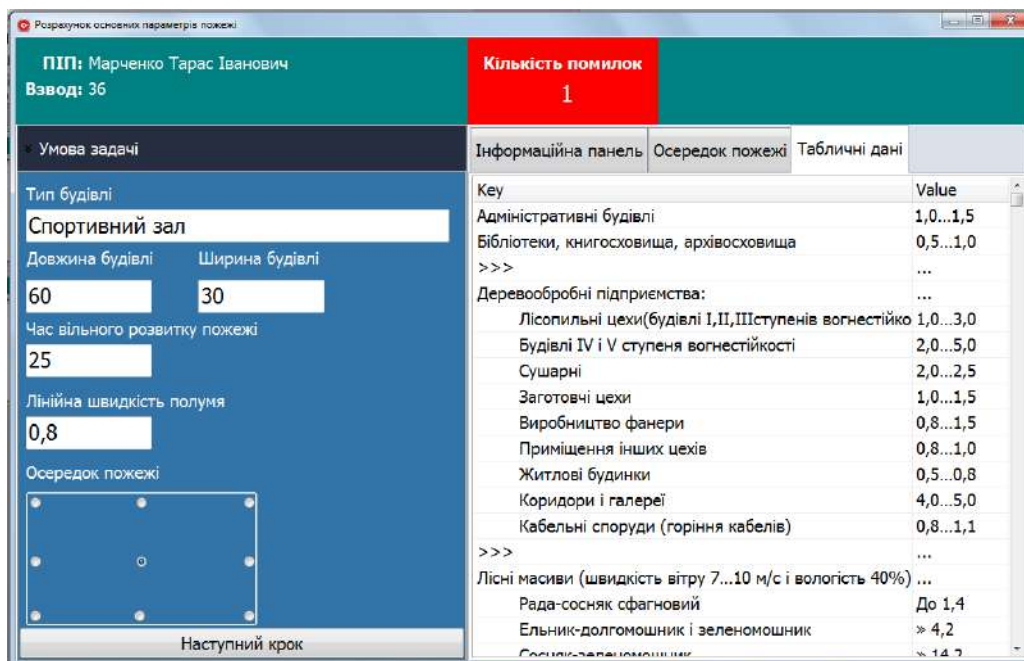


Рисунок 2 – Введення умови задачі.

Далі користувач повинен визначити радіус пожежі. Користувачу пропонуються дві формули з яких він повинен вибрати ту, яка відповідає умові задачі.

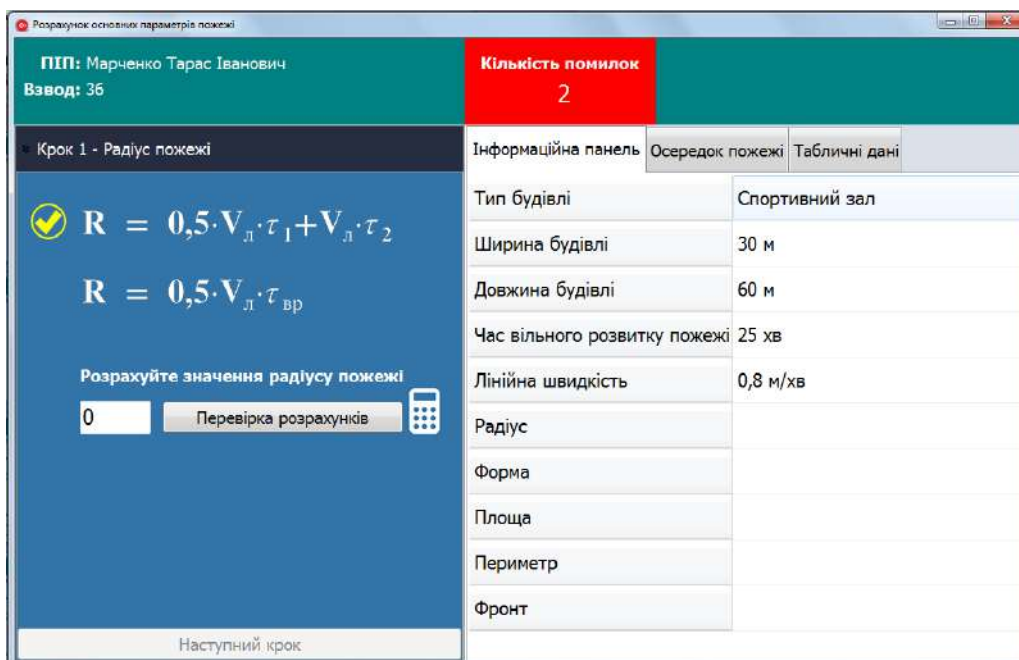


Рисунок 3 – Визначення радіусу пожежі.

Наступним кроком після визначення радіусу пожежі є вибір форми пожежі, яка залежить від місця виникнення пожежі та радіусу пожежі і може бути круговою, кутовою та прямокутною.

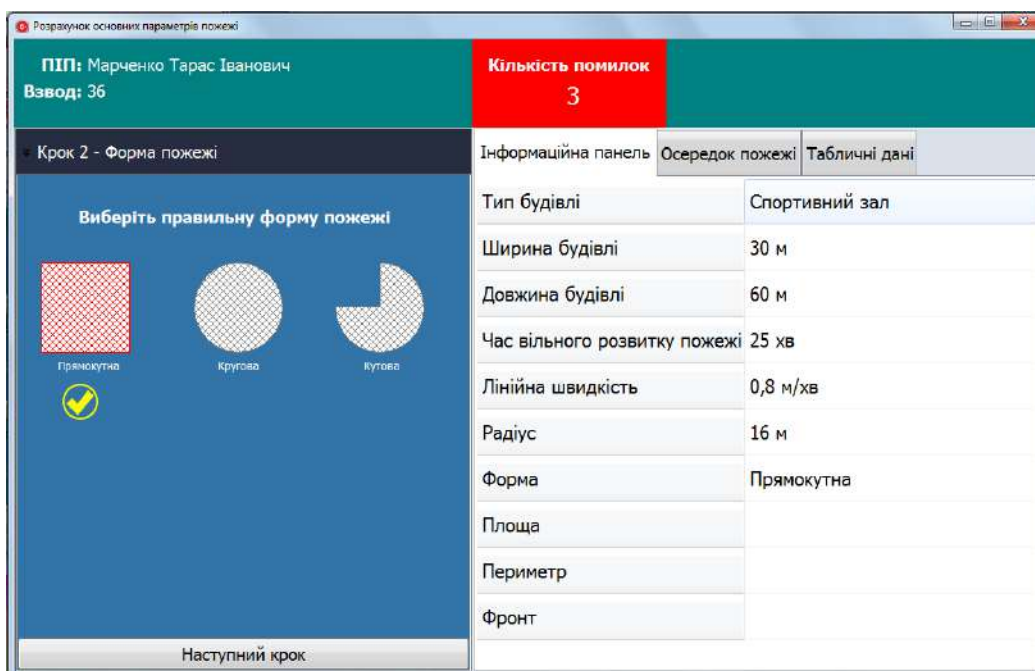


Рисунок 4 – Визначення форми пожежі.

Відповідно до методики, далі необхідно визначити площу пожежі, периметр та фронт. Ці параметри також залежать від форми пожежі і розраховуються за різним набором формул. На кожному з цих етапів користувач повинен вибрати саме ту формулу, яка відповідає формі пожежі.

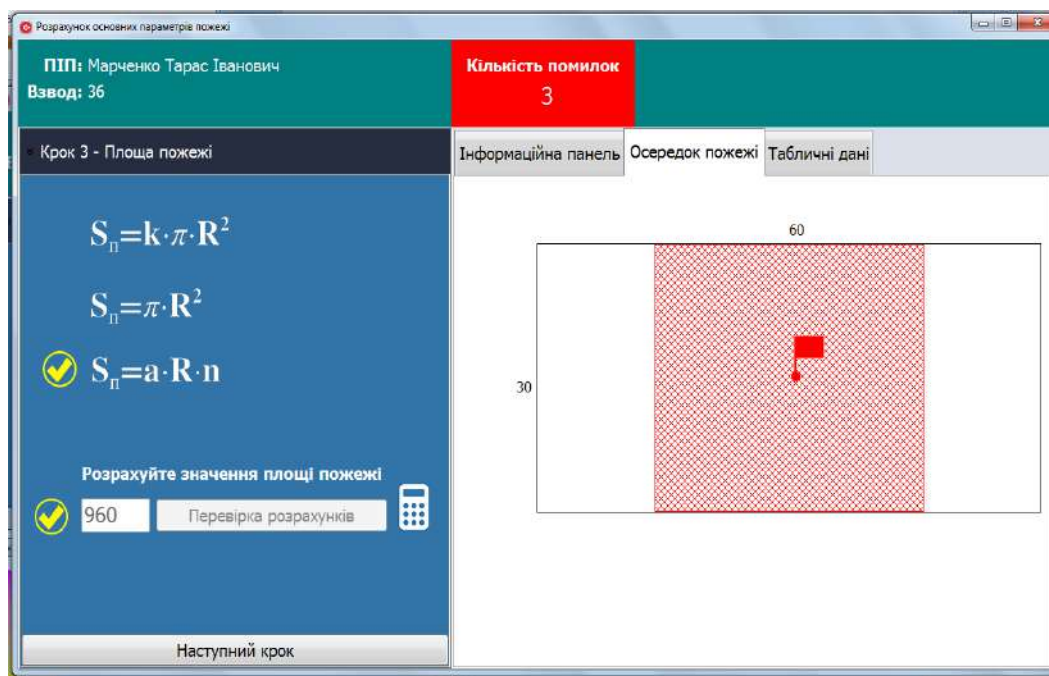


Рисунок 5 – Визначення площі пожежі.

По закінченню роботи з програмою користувач отримує звіт, де у вигляді таблиці надані результати його розрахунків, а також у верхній панелі вказується кількість помилок під час тестування.

Висновок. Застосування сучасних інформаційних технологій у навчальному процесі ВНЗ ДСНС України обумовлює широке використання електронних засобів навчання. Слід зазначити, що основний результат такого підходу полягає в посиленні мотивації до навчання, забезпеченні нормальної організації способу подачі знань.

Стало очевидним фактором, що розробка та впровадження сучасних програмних засобів дозволяє активізувати навчальний процес, дати об'єктивну оцінку рівня засвоєння знань, виявити прогалини в підготовці тощо. Створення програмних продуктів навчального призначення є раціональним шляхом, що забезпечує економію часу, інтенсифікацію навчального процесу, зміну загальної організації навчання і перехід від групових форм занять і контролю знань до індивідуальних та автоматизованих.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуревич Р. С. Впровадження комп'ютерних технологій у навчально-виховний процес закладів освіти: Метод. реком. для педагогічних працівників. – Вінниця: ВДПУ, 1999. – 30 с.
2. Мойсеюк А.Є. Педагогіка: Навчальний посібник. – 3-є видання, доп. – К.: «КДНК», 2001. – 608 с.
3. Козяр М.М. Інформаційно-телекомунікаційні технології в системі професійної підготовки фахівців цивільного захисту // Інформаційно-телекомунікаційні технології в освіті: досвід, проблеми, перспективи. Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2006. – 634 с.
4. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М., 1995. – 208 с.

УДК 614.841.332

М. В. Андрієнко, Державний центр сертифікації ДСНС України,
В. А. Кобко, к.і.н., О. І. Кухаренко,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

КОДЕКС ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ ЯК ДЕРЖАВНИЙ РЕГУЛЯТОР ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

У статті розглянуто Кодекс цивільного захисту України як один з інструментів державного регулювання цивільного захисту в Україні, а також роль вказаного нормативно-правового акту у систематизації законодавства у сфері цивільного захисту та сприянні ефективній реалізації державної політики у зазначеній сфері у мирний час та в особливий період, підвищенні рівня відповідальності органів виконавчої влади, керівників підприємств, установ, організацій та населення за порушення законодавства у сфері цивільного захисту.

Ключові слова: кодекс, цивільний захист, нормативно-правовий акт, держава, державне регулювання.

Постановка проблеми. Одним з основних правових інструментів державного регулювання цивільного захисту в Україні в умовах численних загроз життєво важливим інтересам людини і громадянина, суспільства і держави, серед яких значне місце займають небезпеки техногенно-природної сфери, виступає Кодекс цивільного захисту України. Цей кодифікований нормативно-правовий акт слугує правовим підґрунтям функціонування єдиної державної системи цивільного захисту, яка забезпечує реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту нашої держави. Потребує подальшого дослідження правова природа вказаного нормативно-правового акту, проблемні питання застосування тощо.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Аналіз останніх публікацій, присвячених проблематиці цивільного захисту, свідчить про те, що вченими досліджуються окремі проблеми, але спеціальному дослідженню юридичної природи Кодексу цивільного захисту України та його ролі, як державного регулятора цивільного захисту в Україні, приділяється недостатня увага.

Постановка задачі та її розв'язання. Дослідити окремі аспекти правового регулювання цивільного захисту в Україні через аналіз законодавства у сфері цивільного захисту та правової природи Кодексу цивільного захисту України.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Потребу у дослідженні зумовлює недостатня теоретична розробленість деяких правових аспектів цивільного захисту України.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Систематизацією нормативно-правових актів називається діяльність, пов'язана із упорядкуванням та вдосконаленням законодавчих та інших нормативно-правових актів, зведення їх у єдину внутрішню узгоджену систему. Здійснюється систематизація, передусім, для усунення суперечностей між нормативно-правовими актами, підвищення якості та ефективності законодавства, забезпечення доступності його використання громадянами, державними органами, громадськими організаціями тощо. Класично розрізняють три форми (способи) систематизації нормативно-правових актів: кодифікацію, інкорпорацію та консолідацію. За обсягом розрізняють кодифікації: загальну, галузеву, міжгалузеву (комплексну), спеціальну (внутрішньогалузеву). Загальна кодифікація припускає створення зведених кодифікованих актів для основних галузей законодавства. Галузева кодифікація об'єднує правові норми певної галузі права в суворо встановленому порядку. Слід зауважити, що саме галузева кодифікація посідає провідне місце серед інших видів кодифікації, тому що розподіляє нормативний матеріал відповідно до предмета і методу правового регулювання.

Міжгалузева (комплексна) кодифікація об'єднує правові норми не відповідно до галузей права, а за принципом регулювання значної сукупності суспільних відносин у сфері державної діяльності тощо. Цей спосіб кодифікації є додатковим напрямком кодифікаційних робіт, які мають істотне значення. Що ж стосується спеціальної (внутрішньогалузевої) кодифікації, то вона передбачає об'єднання правових норм конкретного інституту або підгалузі права певної галузі. Загалом, як і комплексна кодифікація, спеціальна (внутрішньогалузева) кодифікація є напрямком кодифікаційних робіт, що доповнюють галузеву кодифікацію.

Робота з кодифікації законодавства є складною й відповідальною. Тут має місце не лише зовнішнє впорядкування нормативного матеріалу, його розташування у певному порядку, але й перегляд норм, що містяться в законах та інших нормативно-правових актах, скасування застарілих і неефективних, прийняття нових, заповнення прогалин, усунення дублювання, розбіжностей і суперечностей, їх узгодження. Кодифікації найчастіше піддаються норми, розраховані на тривалий проміжок часу. Більш динамічні сфери регулюються поточним законодавством.

Кодифікаційні акти покликані бути основою законодавчої діяльності. На відміну від інкорпорації кодифікація завжди має офіційний характер та сприяє посиленню стабільності національного законодавства. Кодекс - це єдиний, зведений, юридично і логічно цілісний, внутрішньо узгоджений нормативно-правовий акт, що має складну структуру, значний обсяг, поділяється на частини. Кодекси, що розробляються, є новими законодавчими актами, які замінюють закони, що діяли раніше, і акти, що регулюють те саме коло суспільних відносин. Незважаючи на широке коло правових норм, що містяться в кодексі, йому притаманна цілісність, внутрішня єдність і власна система.

Аналіз стану нормативно-правової бази у сфері цивільного захисту, демонструє успішне застосування в рамках адміністративної реформи кодифікації, тобто, як вже зазначалося, способу систематизації законодавчих актів, який полягає в їх удосконаленні через зміну змісту (переробку і узгодження) юридичних норм, пов'язаних загальним предметом правового регулювання, і об'єднання у новий єдиний нормативно-правовий акт.

1 липня 2013 року набрав чинності Кодекс цивільного захисту України (далі – Кодекс), ухвалений Верховною Радою України 2 жовтня 2012 року [1], який став правовою точкою відліку для комплексного реформування системи цивільного захисту України та дозволив законодавчо упорядкувати і посилити державне регулювання щодо забезпечення техногенної та природної безпеки в Україні. На сьогодні цей кодифікований нормативно-правовий акт успішно забезпечує функціонування цілісної системи цивільного захисту нашої держави із урахуванням кращого світового досвіду. Кодекс є класичним прикладом кодифікації законодавства у сфері забезпечення захисту від надзвичайних ситуацій. У зв'язку з його прийняттям втратили чинність численні законодавчі акти, що регулювали відносини у відповідній сфері, а саме: Закон України «Про Цивільну оборону України», Закон України «Про пожежну безпеку», Закон України «Про загальну структуру і чисельність військ Цивільної оборони», Закон України «Про війська Цивільної оборони України», Закон України «Про аварійно-рятувальні служби», Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», Закон України «Про правові засади цивільного захисту» тощо.

Кодекс, як зазначено у статті 1, регулює відносини, пов'язані із захистом населення, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, реагуванням на них, але ключовим, у контексті прийняття цього кодифікованого нормативно-правового акту, є законодавчо закріплене функціонування єдиної державної системи цивільного захисту.

Що стосується термінологічного апарату, то більшість термінів, що вживаються в Кодексі, вже було закріплено у нормативно-правових актах, а от такі поняття, як «евакуація», «епідемія», «епізоотія», «епіфітотія», «небезпечна подія», «пожежа», «стихийне лихо», не мали законодавчого визначення, а були лише перелічені у визначенні поняття «надзвичайна ситуація», яке свого часу містив Закон України «Про Цивільну оборону України».

Варто позитивно зауважити той факт, що згідно з класифікацією надзвичайних ситуацій, наведеною у ст. 5 Кодексу, серед критеріїв виникнення надзвичайних ситуацій на території України залежно від характеру походження подій закріплено, окрім визначених раніше надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, також соціальні надзвичайні ситуації. Сучасні українські реалії дають вагомі підстави вважати, що підвищення рівня соціальної активності суспільства в Україні, виявом якого є збільшення кількості актів громадської непокори, народних хвилювань, демонстрацій, мітингів, відіграло свою роль у включенні соціального чинника до критеріїв надзвичайних ситуацій, передбачених Кодексом.

Склад та завдання Єдиної державної системи цивільного захисту, закріплені у главі 2 розділу II Кодексу. Відповідно до ст. 11 Кодексу, єдина державна система цивільного захисту функціонує у таких режимах: повсякденного функціонування; підвищеної готовності; надзвичайної ситуації; надзвичайного стану. Характеристика вищевказаних режимів наведена у главі 3 розділу II Кодексу. Керівництво єдиною державною системою цивільного захисту, організацію здійснення заходів щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та інші основні повноваження у сфері цивільного захисту, передбачені ст. 16 Кодексу, здійснює Кабінет Міністрів України. Повноваження органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, завдання та обов'язки суб'єктів господарювання, права та обов'язки громадян України у сфері цивільного захисту закріплені у главі 4 розділу III Кодексу.

Ч. 1 ст. 20 Кодексу передбачені основні завдання і обов'язки суб'єктів господарювання у сфері цивільного захисту, а саме: забезпечення відповідно до законодавства своїх працівників засобами колективного та індивідуального захисту; розміщення інформації про заходи безпеки та відповідну поведінку населення у разі виникнення аварії; здійснення навчання працівників з питань цивільного захисту, зокрема правилам техногенної та пожежної безпеки; декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки; здійснення за власні кошти заходів цивільного захисту, що зменшують рівень ризику виникнення надзвичайних ситуацій; дотримання протиепідемічного, протиепізоотичного та протиепіфітотичного режиму; розроблення і затвердження інструкцій та видання наказів з питань пожежної безпеки, здійснення постійного контролю за їх виконанням; забезпечення виконання вимог законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки, а також виконання вимог приписів, постанов та розпоряджень центрального органу виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сферах техногенної та пожежної безпеки; утримання у справному стані засобів цивільного та протипожежного захисту, недопущення їх використання не за призначенням; здійснення заходів щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж і використання для цього виробничої автоматики тощо. Керуючись Типовим положенням про підрозділ з питань цивільного захисту, затвердженим центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, керівник суб'єкта господарювання затверджує Положення про підрозділ (посадову інструкцію працівника) з питань цивільного захисту, в якому визначається порядок діяльності такого підрозділу (призначеного працівника). Громадяни України, іноземці та особи без громадянства, котрі здійснюють господарську діяльність та зареєстровані відповідно до Закону як підприємці, виконують заходи цивільного захисту особисто (ч.3 ст. 20 Кодексу). Вимоги щодо форми організації заходів цивільного захисту суб'єктами господарювання встановлені ч. 2 ст. 20 Кодексу. Права та обов'язки громадян у сфері цивільного захисту, закріплені у ст. 21 Кодексу.

Служби, що забезпечують захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, та їх основні завдання і функції, закріплені у главі 5 розділу III Кодексу під назвою «Сили цивільного захисту». В цілому, не вдаючись до детальних характеристик, форми та методи забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту єдиною державною системою цивільного захисту, визначені розділами IV–VII Кодексу.

Основні завдання нашої держави у сфері цивільного захисту полягають у забезпеченні навчання населення питанням цивільного захисту; забезпеченні постійної готовності сил і засобів цивільного захисту; оповіщенні населення про небезпеку, що виникає при виникненні надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру; наданні населенню сховищ і засобів індивідуального захисту; евакуації населення, матеріальних і культурних цінностей в небезпечні райони; проведенні аварійно-рятувальних робіт у разі виникнення небезпеки для населення при надзвичайних ситуаціях природного та техногенного характеру; першочерговому забезпеченні населення, постраждалого від надзвичайних ситуацій, у тому числі з медичним обслуговуванням, включаючи надання першої медичної допомоги, з терміновим наданням житла і вжиттям інших необхідних заходів; боротьбі з пожежами, що виникли як наслідок надзвичайних ситуацій; виявленні і позначенні районів, що зазнали радіоактивного, хімічного, біологічного та іншого зараження; санітарній обробці населення, незараженні будівель і споруд, зі спеціальною обробкою техніки і територій; відновленні та підтриманні порядку в районах, що постраждали внаслідок надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру; розробці та здійсненні заходів, спрямованих на збереження об'єктів, що необхідні для стійкого функціонування економіки і виживання населення в умовах надзвичайних ситуацій; терміновому відновленні функціонування необхідних комунальних служб під час надзвичайних ситуацій [2, с. 49].

Слід наголосити, що в сучасних умовах саме Кодекс цивільного захисту України виступає основним правовим державним регулятором цивільного захисту в Україні, оскільки дозволяє реалізовувати перераховані функціональні завдання.

Аналіз Кодексу, дозволяє констатувати, що безумовним позитивом, перш за все, є ліквідація правової дихотомії, оскільки до цього паралельно існували два Закони України «Про Цивільну оборону України» і «Про правові засади цивільного захисту» [3, с. 6]. Втім, одночасно з позитивними змінами у законодавстві, які вчені і практики пов'язують з прийняттям Кодексу, виникла наукова дискусія щодо неоднозначності нормативного терміну «цивільний захист», який імперативно увійшов до науково-теоретичного та практичного обігу сфери державного управління, пов'язаної із протидією надзвичайним ситуаціям техногенного, природного, соціального та воєнного характеру [4, с. 6]. У Кодексі встановлюється кардинально нове поняття і сутність терміну «цивільний захист». Відповідно до Кодексу, цивільний захист – це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період [1].

С.О. Андрєєв звертає увагу на те, що, на відміну від визначення терміну «цивільний захист», яке містилось у Законі України «Про правові засади цивільного захисту» від 24 червня 2004 р., із прийняттям Кодексу на офіційному рівні відбулась зміна концепції щодо смислового навантаження вказаного терміну з «системи заходів» на «функцію держави» [4, с. 6].

На нашу думку, впровадження у відповідну галузь вітчизняної науки та практики державного управління саме терміну «цивільний захист», є слушним, оскільки він є більш коректним, ніж термін «цивільна оборона», оскільки, як слушно зазначає В.О. Владіміров, він є більш точним, адже фактичним змістом діяльності у сфері цивільного захисту, є саме захист, а не такий активний метод конфліктної протидії, як оборона [5, с. 811].

Серед інших позитивних аспектів прийняття Кодексу - спрямованість на зменшення державного тиску на підприємців з боку контролюючих органів у сфері техногенної та пожежної безпеки. Зокрема, нововведенням Кодексу стало те, що з введенням його в дію новоствореним підприємствам, щоб розпочати роботу, більше не потрібен дозвіл Держтехногенбезпеки. Необхідно подати лише декларацію відповідності вимогам законодавства матеріально-технічної бази підприємства, тобто достатньо повідомити державного адміністратора або центральний орган виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сфері техногенної та пожежної безпеки (дозвільний орган – Державна служба України з надзвичайних ситуацій), що нормативні вимоги підприємцем виконано, та розпочинати роботу. Але, разом з цим, Кодекс встановлює, що на підприємствах із високим ступенем ризику потрібно проводити експертну оцінку

протипожежного стану підприємства для того, щоб розпочати діяльність. Повноваження щодо проведення такої експертизи мають суб'єкти господарювання всіх форм власності, які одержали відповідну ліцензію, що, на нашу, значно ускладнює здійснення корупційних діянь у дозвільній сфері цивільного захисту (ст. 57 Кодексу).

Також слід звернути увагу на положення статті 70 Кодексу, яка забороняє контролюючим органам у сфері техногенної та пожежної безпеки самостійно опечатувати і припиняти роботу підприємств, цехів, магазинів тощо, а повне або часткове зупинення роботи підприємств, об'єктів, окремих виробництв, цехів, дільниць, експлуатації машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, виконання робіт, надання послуг здійснюється виключно за рішенням адміністративного суду.

Висновки. Підсумовуючи вищевикладене, зауважимо, що практична реалізація положень Кодексу цивільного захисту України усіма органами управління та силами, які залучаються до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, є важливою складовою забезпечення національної безпеки держави. Кодекс цивільного захисту України дозволив удосконалити правові, економічні та організаційні засади реалізації державної політики у сфері цивільного захисту, зокрема, щодо забезпечення безпеки та захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та їх наслідків, створити єдину систему цивільного захисту, розподілити повноваження і функції у сфері цивільного захисту між центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування та іншими суб'єктами; підвищити ефективність заходів, спрямованих на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій; усунути протиріччя та дублювання, що містяться у нормативно-правових актах у сфері цивільного захисту.

Перспективи подальших досліджень. У цей момент в Україні існує потреба у посиленні прогностичної функції системи управління сферою цивільного захисту, інформаційно-аналітичної підтримки діяльності органів виконавчої влади і органів місцевого самоврядування під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій, в тому числі у особливий період, розробці та впровадженні загальнодержавної системи визначення та моніторингу показників, які характеризують рівень захищеності населення і територій від надзвичайних ситуацій, а також напрацюванні дійових механізмів координації та контролю діяльності суб'єктів забезпечення належного рівня захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
2. Полковниченко Д.Ю. Функції та завдання держави щодо захисту населення від надзвичайних ситуацій у сучасних умовах [Електронний ресурс] / Д. Ю. Полковниченко // Проблеми цивільного захисту: управління, попередження, аварійно-рятувальні та спеціальні роботи: збірник тез II Всеукраїнської науково-практичної конференції. - Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2013. - 310 с.
3. Зеркалов Д.В., Міхеєв Ю. В., Землянська О. В. Цивільний захист. [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Д. В. Зеркалов, Ю. В. Міхеєв, О. В. Землянська. - К.: НТУУ «КПІ». 2013. - 233с.
4. Андреев С. О. Про дискусійність та неоднозначність нормативного терміну «цивільний захист» [Електронний ресурс] / С. О. Андреев // Проблеми цивільного захисту: управління, попередження, аварійно-рятувальні та спеціальні роботи: збірник тез II Всеукраїнської науково-практичної конференції. - Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2013. - 310 с.
5. Владимиров В. А. Гражданская защита как дальнейший этап развития гражданской обороны [Електронний ресурс] / В. А. Владимиров // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. - 2012. - № 1. - С. 811 – 819. - Режим доступу : <http://cyberleninka.ru/article/n/grazhdanskaya-zaschita-kak-dalneyshiyetap-razvitiya-grazhdanskoy-oborony>.

УДК 614.842

В.М. Баланюк, к.т.н., доц., Ю.О. Копистинський, к.т.н., Т.Б. Бойко, к.т.н.,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
Д.А. Журбинський, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

ВИКОРИСТАННЯ УДАРНИХ ХВИЛЬ ПРИ ГАСІННІ ДИФУЗІЙНОГО ПОЛУМ'Я ВОГНЕГАСНИМИ АЕРОЗОЛЯМИ

Застосування ударних хвиль для гасіння пожежі – ефективний спосіб який використовувався у багатьох випадках. Розглянуто процеси та явища які виникають при проходженні та гасінні полум'я ударною хвилею. Виявлено, що вогнегасна ефективність аерозолу в залежності від потужності ударної хвилі може мати різні значення. Розглянуто особливості взаємодії твердої фази аерозолу з ударною хвилею. Визначено параметри впливу системи вогнегасний аерозоль - ударна хвиля. Встановлено що сумісне дія факторів впливу аерозолу та ударної хвилі призведе до значного зменшення вогнегасної концентрації аерозолу. Встановлено що застосування ударних хвиль при одночасному гасінні аерозолем є ефективним фактором впливу на вогнегасну ефективність системи вогнегасний аерозоль- ударна хвиля а зменшення значення вогнегасної концентрації буде протилежно пропорційне до потужності ударної хвилі та матиме обмежену дію в просторі.

Ключові слова: ударна хвиля, вогнегасна ефективність, аерозоль, аерозольне гасіння.

Постановка проблеми. Ефективність боротьби з складними пожежами, значною мірою залежить від якості вогнегасних речовин та ефективності технологій їх застосування. Кожна з вогнегасних речовин має певні, притаманні їй, фізико-хімічні властивості, які обумовлюють відповідний механізм припинення горіння горючого матеріалу, а отже, сферу застосування. При цьому кінцевий результат застосування вогнегасної речовини визначають такі фактори як охолодження, інгібування, горіння, ізолювання, розбавлення окислювального газового середовища або їх комбінована дія. Поряд з цим їх вогнегасна ефективність, час їхньої дії та екологічна чистота є недостатньою у зв'язку з чим стає актуальним розроблення новітніх речовин та засобів пожежогасіння на основі ультрадисперсних неорганічних солей.

Мета роботи. Визначити шляхи підвищення ефективності пожежогасіння з використанням ударних хвиль. Встановити можливий механізм взаємодії системи аерозоль – полум'я – ударна хвиля.

Виклад основного матеріалу. При проходженні ударної хвилі через газове середовище з твердою фазою, як було сказано раніше, прискорюється, стискається і нагрівається тільки газова компонента, оскільки мікроскопічні частинки пилу рідко стикаються між собою, а при взаємодії з газом їх швидкість і температура змінюються порівняно повільно. За ударною хвилею в зоні релаксації відбувається поступове вирівнювання швидкостей течії і температури компонентів [1]. Структура ударної хвилі розглянута в гідродинаміці як розрив, що насправді є перехідним шаром кінцевої протяжності, яку називають шириною ударної хвилі. У ньому відбуваються незворотні процеси переходу речовини з початкового стану перед ударною хвилею в кінцевий стан за нею. У щільних газах ширина ударної хвилі зазвичай надзвичайно мала порівняно з характерними розмірами областей безперервного перебігу по обидві сторони ударної хвилі. Відомо [2], що у структурі ударної хвилі стиснення існують дві області: область так званого в'язкого скачка ущільнення, який утворюється під дією в'язкості та теплопровідності, і релаксаційна область, яка обумовлена іншими, порівняно повільними релаксаційними процесами, зокрема, розрідженням (якщо такі є). Ударна хвиля (УХ) малої інтенсивності, що поширюється по холодному газу ($T_1 \ll 1000$ К), спричиняє коливання і незначну зміну складу газу а структура ударної хвилі визначається лише скачком ущільнення. Вплив ударної

хвилі на параметри середовища та полум'я необхідно розглядати, виходячи зі структури та швидкості процесу горіння.

При проходженні ударної хвилі через полум'я можливе відтворення більшості умов, які будуть призводити до гасіння, та які характерні для дії вогнегасних речовин. Найкраще їх розглянути на прикладі тих умов, які призводять до припинення горіння.

Отже, при проходженні ударної хвилі через систему аерозоль-полум'я будуть реалізовуватись майже всі умови, які призводять до припинення горіння та зазначені в табл. 1 [3, 4]. На ефективність процесу гасіння найістотніше впливатиме зміна концентрації реагентів у зоні реакції – локальне збільшення концентрації вогнегасного аерозолю в зоні горіння та проникнення в зону реакції інгібіторів і флегматизаторів разом з газовою сумішшю, яка додатково містить CO_2 , H_2O (пара), надлишкову кількість азоту N_2 .

Також проходження фронту УХ призведе до охолодження простору навколо полум'я та відповідно зниження швидкості реакції. Після проходження скачка ущільнення з тиском P_1 за ним в ударній хвилі йде зона розрідження з тиском P_2 , тобто зона горіння буде зазнавати додаткового розтягнення в просторі та, внаслідок цього, значного збільшення тепловідводу, що повинно призвести до припинення реакції горіння. Після проходження ударної хвилі полум'я буде зміщено на деяку відстань від місця розташування витоку газів, парів, що призведе до додаткового вогнегасного ефекту за рахунок захоплення полум'ям навколишнього середовища, в якому є вогнегасна аерозольна речовина. Також зазнає руйнування кільцева зона запалювання полум'я.

Відомо, що стійкість дифузійного полум'я залежить від кільцевої зони запалювання. Достатньо на цю область подіяти потоком невеликої швидкості і факел може обірватись [3]. Факел буде тим стійкішим, чим багатша суміш у струмені і чим стабільніше середовище навколо нього. Тільки в цьому випадку може складатись потужна кільцева зона горючої суміші.

Таблиця 1 – Умови що приводять припинення горіння аерозолем при дії ударних хвиль

Зниження $q(+)$ інтенсивності тепловиділення в зоні реакції		Підвищення $q(-)$ інтенсивності тепловідведення в зоні реакції		
Зміна концентрації реагентів у зоні реакції (зменшення C_i). Дія УХ	Хімічне гальмування швидкості реакції (підвищення E_a). Дія аерозолю	Зниження температури навколо зони горіння	Збільшення площі тепловіддачі	Підвищення коефіцієнтів теплопередачі
– розведення системи одним з компонентів чи припинення доступу іншого компонента; ія аерозолю, газу. – введення інертних речовин; Дія аерозолю. – зниження тиску Дія УХ.	– введення в зону реакції хімічно активних інгібіторів. Дія аерозолю.	– введення в зону реакції речовин з високою теплоємністю і теплою фазових переходів (водяна пара, аерозоль, CO_2). Дія аерозолю.	– введення в зону горіння поверхонь, які забирають на себе тепло (фреони, порошки, аерозолі, CO_2). Дія аерозолю.	– збільшення випромінювальної здатності; (Дія аерозолю) – збільшення потужності конвекційних потоків (зрив полум'я, «здування» полум'я, гасіння факелів ракет двигунами). Дія аерозолю.

Власне тому найбільш стійкішим дифузійне полум'я, коли горіння проходить за рахунок повітря і в палик подається лише газ [5]. Вплив на вказану область ударною хвилею може призвести до руйнування кільцевої області запалювання або навіть і до її зникнення та руйнування самої структури полум'я. Ймовірно, більш ефективною буде дія ударної хвилі, напрямок руху якої направлений паралельно вісі конуса полум'я знизу. У цьому випадку напрямок руху газів у полум'ї буде співпадати з напрямом руху ударної хвилі і, як наслідок, може відбутись прискорення певної ділянки полум'я, її відрив та гасіння. Відповідно, потужності ударної хвилі має бути достатньо для того, щоб забезпечити

створення умов відриву полум'я. Можна передбачити, що цього ж ефекту можна досягнути і при векторі ударної хвилі, перпендикулярному до вісі полум'я. Але, у випадку перпендикулярної дії ударної хвилі на полум'я ефективність дії необхідно підтвердити експериментально.

Якщо полум'я буде знаходитись в оточенні холодного газового середовища, то дія ударної хвилі на це середовище може призвести до гасіння, як вже вказувалось вище, за рахунок ефекту розбавлення зони горіння повітрям, вивівши таким чином співвідношення реагуючих речовин за межі області стехіометричних концентрацій, які спостерігаються в зоні горіння, а то і за межі області займання. При цьому зона горіння зазнає розтягування під впливом релаксаційної зони з тиском P_2 ударної хвилі, яка при проходженні через полум'я буде спричиняти в полум'ї ті ж процеси, які відбуваються при проходженні ударної хвилі через газове середовище, зокрема утворення зони підвищеного тиску. За нею відразу буде проходити зона низького тиску, внаслідок чого полум'я буде розтягуватись і тепло, сконцентроване в цій області, що виділяється при горінні, буде розсіюватись. Це буде додатковим чинником, який сприятиме підвищенню ефективності пожежогасіння. Це ж підтверджується в роботі автора [3], який стверджує, що механізм цього способу зводиться до збурення зони реакції всередині полум'я, що призводить до зменшення товщини цієї зони, в результаті чого скорочується період часу, протягом якого пара горючого повинна вступити в реакцію.

При занадто тонкій зоні реакції горіння пального буде неповним і полум'я почне охолоджуватись до температури, при якому воно не зможе більше відновлюватись ($T_f=1000^\circ\text{C}$). Максимально збільшить вогнегасну ефективність наявність навколо полум'я вогнегасного аерозолі, коли до вище зазначених ефектів додасться ефект інгібування полум'я в області розриву, спричиненого газовою ударною хвилею. При цьому можливість відриву полум'я та його гасіння досягатиметься набагато легше, оскільки напрямок руху та швидкість ударної хвилі буде дестабілізувати полум'я.

Відрив факелу відбувається при середніх швидкостях витікання, набагато більших за швидкість поширення полум'я [3]. При цьому відбуватиметься захоплення інполярними частинами полум'я повітря та аерозольних частинок, якщо вони є присутні [6]. Швидкість захоплення для повітряних мас рівна 0,09 для умов спокійного повітря. Як вказано в даній роботі, при впливі вітру або будь-якому іншому русі полум'я відбудеться відхилення факелу та різке збільшення коефіцієнта захоплення [7]. При дії на полум'я вітру зі швидкістю 2 м/с, полум'я відхиляється на 45° , при цьому значно збільшується коефіцієнт захоплення повітря [7]. Подібні умови відтворюються при проходженні ударної хвилі через полум'я, але швидкість проходження ударної хвилі є набагато більшою за 2 м/с та становить не менше 340 м/с. Відмінність між ударною хвилею та подувом вітру буде в імпульсі та потужності. При дії ударної хвилі її потужність буде визначатись імпульсом I , швидкістю v , тиском P . Дія ударної хвилі, як і бокового вітру, призведе до дестабілізації полум'я в просторі та втрати ним відповідної структури. При дії ударної хвилі в момент її проходження через полум'я може відбутися його часткова турбулізація. Для визначення умов найбільш ефективного застосування ударної хвилі у пожежогасінні необхідно розглянути особливості горіння речовин і матеріалів в різних агрегатних станах.

Горіння твердих і рідких речовин відбувається подібно але в кожному виді горіння існує кільцева зона запалювання, руйнування якої може призвести до відриву полум'я внаслідок потоків, які набігають знизу. Це підтверджується також і в досліді автора [8], який вказує, що, якщо вздовж зовнішньої границі пального направити потік повітря, то можна досить легко здути полум'я при цьому помітно не змінюючи швидкість в середній частині струменю.

Якщо розглянути будову дифузійного полум'я, то необхідно відмітити наступне. Фронт полум'я однорідної суміші приймає стійке положення по конусоподібній поверхні, в кожній точці якої нормальна до неї складова v_n швидкості руху газу дорівнює нормальній швидкості поширення полум'я. Концентрація пального та окисника у зоні горіння лежить в

стехіометричній області. Окрім області поблизу пальника або кромки стабілізатора набагато більша за нормальну швидкість поширення полум'я. Форма факела залежить від геометричної форми джерела запалювання. При кільцевому джерелі запалювання, що розташовується по периферії гирла круглого пальника, виходить факел конічної форми; при інших розташуваннях факел може бути у вигляді перевернутого конуса, призми тощо. У відкритому факелі при ламінарному горінні однорідної суміші із запалюванням по периферії гирла круглого пальника фронт полум'я приймає стійке положення по конусоподібній поверхні. Полум'я, яке утворюється при витіканні палива в середовищі окисника, є дифузійним. Будова дифузійного полум'я при надлишку пального та окисника показана на рисунку 1.

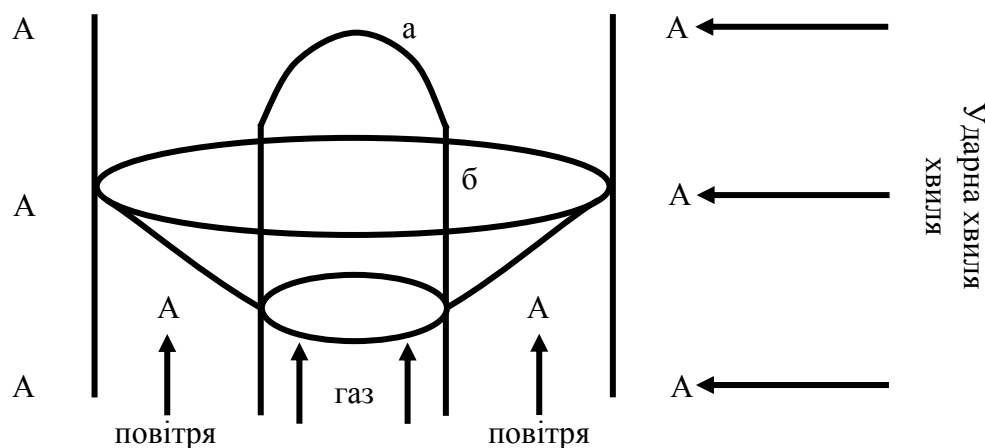


Рисунок 1 - Будова дифузійного полум'я при надлишку пального та окисника

Як відомо, ефект гасіння, згідно з теплової теорією гасіння, відбувається при досягненні критичних параметрів мінімальної температури в зоні горіння – 1000°C , звуження зони займання через добавки вогнегасної концентрації інгібітора або флегматизатора [2]. Виходячи з рівняння Арреніуса [9], основними складовими якого є концентрації реагуючих речовин та їх стехіометричні співвідношення, енергія активації реакції при стехіометричному співвідношенні температур, можна проаналізувати вплив ударної хвилі на зміну значення кожного з цих параметрів. При дії ударної хвилі на полум'я концентрації реагуючих речовин в момент проходження ударної хвилі будуть суттєво змінюватись. Перш за все, в момент контакту УХ з полум'ям майже миттєво зросте концентрація повітря, а разом і з ним аерозолі, в зоні горіння, що може призвести до виводу концентрації суміші за межі займання. Концентрація горючих газоподібних компонентів при цьому зазнає також суттєвих змін. Збільшення концентрації в області полум'я суттєво збільшить вогнегасну ефективність, оскільки значно зменшиться швидкість поширення полум'я. Це ж вказують і автори робіт [10,11], які підтверджують суттєве зменшення швидкості горіння у зв'язку зі зниженням вмісту радикалів ОН, особливо для частинок розмірами 6-8 мкм. При цьому авторами був зроблений висновок про поверхневий характер інгібування частинками солей, які вводилися. Можна передбачити, що розмір полум'я, яке можна погасити лише ударною хвилею, буде залежати від потужності хвилі. У результаті проходження ударної хвилі область полум'я зміститься з найменшою швидкістю 360 м/с, що дорівнює швидкості проходження звуку у повітрі або й більше відносно поверхні, з якої надходять горючі пари та гази в зону горіння.

Оскільки в роботі [2] зазначено, що швидкість слабкої ударної хвилі майже рівна швидкості звуку в цьому середовищі, паралельно відбудеться розтягування фронту полум'я завдяки впливу зони розрідження за зоною тиску в просторі та відриву факела від поверхні горючої речовини. Зрозуміло, що в результаті проходження ударної хвилі навіть мінімальної потужності через простір, де перебуватиме полум'я, параметри останнього будуть суттєво змінюватись. У першу чергу, необхідно звернути увагу на концентрацію реагуючих речовин та їх співвідношення. Однозначно, це призведе до значного підвищення енергії активації E_a , в

основному, внаслідок збільшення концентрації повітря, а в деяких випадках E_a збільшиться до значень, при яких ініціювати реакцію є неможливо. Розглядаючи фактори підвищення E_a , необхідно додати, що суттєвим чинником, що призводить до значного зростання E_a , є наявність в середовищі дисперсного інгібітора у вигляді неорганічних солей калію, крім якого одночасно будуть діяти і вищеописані фактори. Одночасний вплив усіх цих факторів повинен значно підвищити ефективність гасіння.

Як відомо, вогнегасний ефект аерозолі залежить від багатьох факторів. В основному вогнегасна ефективність визначається хімічним, кількісним і дисперсним складом твердої та газової фаз аерозолі, які під дією різних зовнішніх чинників (вологості, температури середовища, наявності розвиненої поверхні об'єму, що захищають, і вбудованих у нього конструкцій та ін.), можуть помітно змінюватися [12]. Крім цього, як відомо, склад аерозольотворюючого складу, температура середовища, в якій перебуває аерозоль, фізико-хімічні особливості горючої речовини та її кількість, розташування генератора вогнегасного аерозолі, добавки інертних газів і іншого роду інгібіторів найбільш істотно впливають на кінцеву вогнегасну концентрацію аерозолі. Для визначення умов оптимального застосування ударної хвилі з метою підвищення ефективності необхідно розглянути вплив основних чинників, які визначають вогнегасну ефективність.

Як відомо, до складу аерозольотворюючого складу входять окисники і паливо. При згорянні утворюється дисперсна і газова фази. До складу дисперсної фази входять сполуки солей калію, натрію і рідше - інших металів. В основному до складу аерозолі входять солі $K_2CO_3 \cdot 2H_2O$, KNO_2 [13].

Підвищення температури середовища призводить до пониження вогнегасної ефективності аерозолі, як вважають автори [14] у зв'язку з руйнуванням структури самого аерозолі. Дія ударної хвилі в умовах високої температури, коли вогнегасна концентрація збільшується більше ніж в 3 рази, нашоєхує на думку, що дія ударної хвилі в таких умовах не принесе очікуваного підвищення вогнегасної ефективності. Вплив природи речовини відображений в результатах досліджень авторів [15]. Автори показали, що горючі речовини, які мають високу теплоту згоряння і низьку температуру самозаймання, мають і високу вогнегасну концентрацію. Так, мінімальна вогнегасна концентрація аерозолі для октану становить $19,5 \text{ г/м}^3$, а для метанолу складає всього 4 г/м^3 . Отже, можна передбачити, що аерозольне гасіння за допомогою ударної хвилі в повітряному середовищі для речовин, які мають різні значення нижньої теплоти згоряння, не буде однаково ефективним. Оскільки швидкість поширення полум'я для різних речовин у більшості випадків становить від $0,03$ до 15 м/с [16], то необхідно зауважити, що вогнегасна дія ударної хвилі буде залежати також і від швидкості поширення полум'я. Відповідно, зменшення швидкості поширення полум'я по пароповітряних сумішах повинно призвести до підвищення ефективності гасіння в результаті дії ударної хвилі.

Використання ударної хвилі підвищуватиме вогнегасну ефективність, оскільки короткочасна дія хвилі призведе до порушення балансу аерозоль-полум'я, який встановлюється при концентраціях, менших за вогнегасні, коли полум'я горить ще деякий час до моменту погасання. Вплив ударної хвилі призведе до зміщення матеріально-теплового балансу у бік досягнення ефекту відриву полум'я. Як зазначалось вище у роботах [17], автори спостерігали таку поведінку полум'я, коли під дією середовища аерозолі при концентраціях, близьких до вогнегасної, полум'я видовжувалося, набувало спіралевидної форми із закручуванням. Усі ці зміни можуть свідчити про значне зменшення швидкості поширення полум'я в результаті процесу інгібування. Якщо у цей момент незначно порушити рівновагу, що встановилася, горіння припиниться внаслідок відриву полум'я під дією набігаючого знизу горючого газу, який не встигає згоріти. Для миттєвого та ефективного порушення цього балансу найкраще підходить дія ударної хвилі, оскільки її проходження, як було вказано, істотно змінює параметри середовища, руйнує структуру полум'я, здуває полум'я від поверхні горючої речовини, а дія аерозольової вогнегасної речовини не дає йому відновитись.

Висновок. Застосування ударних хвиль при одночасному гасінні аерозолем є ефективним фактором впливу на вогнегасну ефективність системи вогнегасний аерозоль-ударна хвиля – полум'я. Застосування ударних хвиль приводить до задіювання майже всіх механізмів вогнеподавлення та в результаті повинні отримати значне зменшення необхідної вогнегасної концентрації вогнегасного аерозолю. Зменшення значення вогнегасної концентрації буде протилежно пропорційне до потужності ударної хвилі та матиме обмежену дію в просторі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ступоченко Е. Релаксационные процессы в ударных волнах / Ступоченко Е., Лосев С.А., Осипов А.И. // – М. : Наука, 1965. – 484 с.
2. Зельдович Я.Б. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений / Зельдович Я.Б, Райзер Ю.П. – М.: «Наука», 1966. – 686 с.
3. Хитрин А.Н. Физика горения и взрыва / Хитрин А.Н. – М.: изд-во Московского университета, 1957 – 442 с.
4. Абдурагимов И.М. Физико-химические основы развития и тушения пожаров / Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. – М.: ВПТШ МВД СССР, 1980. – 255 с.
5. Баланюк В.М. Дослідження взаємодії аерозолю з дифузійним полум'ям різних речовин / В.М. Баланюк, Б.Т. Грималюк // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – 2006. – №6. – С. 21-24
6. Morton V.R. Taylor, G., Turner, J.S. Turbulent gravitation convection from maintained and instantaneous sources.
7. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров / пер. с англ. под ред. К.Г. Бомштейна. – в-во, 1985. – 423с.
8. Розловський А.Н. Основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами / Розловський А.Н. – М.: Химия, 1980. – 375 с.]
9. Льюис Б. Горение, пламя и взрывы в газах / Льюис Б., Эльбе Г. [перевод с англ. под редакцией К.Н. Щелкина и А.А. Борисова]. – М.: Мир, 1968. -581с.
10. Ксандуполо Г.И. Механизм ингибирования горения углеродно-воздушных смесей мелкодисперсными частицами / Г.И. Ксандуполо // Физика горения и взрыва. – 1971. – №1. – С. 92-99.
11. Гоголь Л.А. Ингибирование горения пропана аерозолями солей металлов / Л.А.Гоголь, К.М. Кононенко, Д.С. Однорог // Сб. научн. тр. – Алма-ата: Изд-во КІУ, 1971. – С 205-213.
12. Копистинський Ю.О. Особливості механізму гасіння дифузійного полум'я аерозолями на основі хлоридів та карбонатів калію / Ю.О. Копистинський, В.М. Баланюк, В.В. Кошеленко // Пожежна безпека – 2009 : зб. тез доп. ІХ Міжнар. наук.-практ. конф. – Л. : ЛДУ БЖД, 2009. – С. 95-96.
13. Влияние начальных температур среды и аэрозолей АОС на эффективность объемного аерозольного пожаротушения / Агафонов В.В., Большаков В.С., Голубчиков В.Б., Поляков Д.В. // Материалы 16 всероссийской научно-технической конференции. – М. Издавництво. – 2001. – С. 87-91.
14. Влив газової фази на ефективність вогнегасних аерозолів / Баланюк В.М., Грималюк Б.Т., Кіт Ю.В., Левуш С.С. // Вісник НУ “Львівська політехніка”. Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2004. – №497. – С. 102-104.
15. Особливості гасіння твердих та рідких горючих речовин вогнегасним аерозолем на основі солей калію / Баланюк В.М., Лавренюк О.І., Гарасим'юк О.І., Голонько О.Я. // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – 2008. – №12. – С. 60-64.
16. Стрижевский И.И. Промышленные огнепреградители / И.И. Стрижевский, В.Ф. Заказнов – М.: Химия, 1974. – 261 с.
17. Баланюк В.М. Дослідження взаємодії аерозолю з дифузійним полум'ям різних речовин / В.М. Баланюк, Б.Т. Грималюк // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – 2006. – №6. – С. 21-24.

УДК 699.812.2

А. С. Беліков, д.т.н., проф., Придніпровська державна академія будівництва і архітектури,
І. Г. Маладика к.т.н., доц., О. В. Борсук, І. І. Іщенко,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЯК ШЛЯХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ

Приведені способи вогнезахисту металевих будівельних конструкцій та визначено переваги та недоліки використовуваних способів вогнезахисту. Розглянуті питання використання легких бетонів у якості вогнезахисного матеріалу будівельних конструкцій.

Ключові слова: легкий бетон, металеві конструкції, спосіб вогнезахисту.

Постановка проблеми. Останнє десятиліття незалежності України відрізняється появою нових об'єктів різного призначення, серед них громадські, адміністративні, спортивні комплекси, які характеризуються підвищеною поверховістю і різноманітністю архітектурних форм, що є причиною їх індивідуального конструктивного планування. Для досягнення архітектурних задумів використовують різні матеріали: залізобетон, цеглу, метал та інші, але найбільшого застосування надано саме металевим конструкціям, які володіють рядом позитивних показників серед яких: легкість конструктивного збору, готовність до експлуатації, можливість надання різноманітних складних форм, висока міцність та несуча здатність. Однак, поруч з великою кількістю переваг основними недоліками металевих конструкцій є їх вразливість до корозії та дії високих температур, що спричиняє зменшенню терміну розрахункової здатності виконувати запроектовані функції. Вирішення першого недоліку знайшло відображення у обробці антикорозійними засобами через напилення, оцинкування або нанесення іншими способами захисного покриття. Дія високих температур, особливо під час пожежі, є одним із основних недоліків, який необхідно враховувати при використанні у будівництві металевих конструкцій та потребує врахування вимог нормативно-правових актів, які передбачають безпеку перебування людини у приміщенні, врахування при плануванні та зведенні будівлі заходів безпеки, відповідність використаних будівельних матеріалів вимогам пожежної безпеки.

В Україні вимоги до забезпечення пожежної безпеки на всіх стадіях будівництва зазначені у ряді державних будівельних норм, державних та європейських стандартів, що висуваються як для всієї будівлі, так і для окремих її частин (балок, колон, несучих стін, перегородок) виконаних з конкретних матеріалів, наприклад, металу, бетону, цегли тощо. Основними нормативними документами для визначення межі вогнезахисту металевих будівельних конструкцій є: ДБН В 1.1.-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва [1], ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій – Частина 1-2: Загальні правила – Розрахунок конструкцій на вогнестійкість, ДСТУ Б В.1.1-4-98 Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість та ДСТУ Б В.1.1-17-2007 Захист від пожежі. Вогнезахисні покриття для несучих будівельних металевих конструкцій. Методи визначення вогнезахисної здатності. ENV 13381-4:2002; NEQ.

Оскільки метал та вироби з нього є особливо поширеним матеріалом у будівництві, тому велике значення має відповідність нормативним вимогам вогнезахисту саме цих конструкцій та враховуючи тенденції сьогодення, економічну доцільність кожної вогнезахисної системи, актуальними залишаються дослідження направлені на розробку нових заходів з підвищення вогнестійкості металевих конструкцій.

Аналіз останніх джерел і публікацій. Пошуком основних науково-технічних рішень щодо вогнезахисту металевих будівельних конструкцій займалися такі науковці, як: Зігерн-Корн В. Н., Ройтман В. М., Романенков І.Г., Файбишенко В. К., Беліков А. С., Демчина Б. Г., Круковський П. Г., Цвіркун С. В., Крашеніннікова М. В. та інші.

Проблематика статті. Вивчення літературних джерел вказало на велику кількість матеріалів і способів вогнезахисту, їх класифікацію, переваги і недоліки, додаткові корисні характеристики, час захисту та економічну оцінку застосування. Врахувавши, що серед основних будівельних конструкцій найбільш вразливими до дії високих температур і небезпечних факторів пожежі є металеві конструкції, що використовуються у новобудовах і введених в експлуатацію об'єктах, через що існує необхідність продовження досліджень направлених на розробку та впровадження нових заходів з вогнезахисту.

Вразливість металевих конструкцій до дії підвищеної температури зумовлює небезпеку для всієї будівлі, тому даний факт встановлює необхідність спеціальних підходів при оцінці пожежно-технічних характеристик, що зумовлено швидким прогріванням і досягненням критичної температури у 500 °С для сталевих і 300 °С для алюмінієвих сплавів і втраті несучої здатності конструкції уже за 5-20 хвилин, що за ДБН В 1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва» [1] відповідає R 15. Даний показник є недостатнім для проведення евакуації людей при пожежі та проведення робіт оперативно-рятувальними підрозділами по її ліквідації, що зумовлено Директивою № 89/106/ЄС [2]. Це вказує на необхідність застосування будівельних матеріалів, що відповідають вимогам пожежної безпеки та мають нормовані показники межі вогнестійкості [1], досягнення яких можливе при використанні спеціальних вогнезахисних засобів. Останні набули широкого застосування та мають значну різноманітність і класифікацію рис.1.

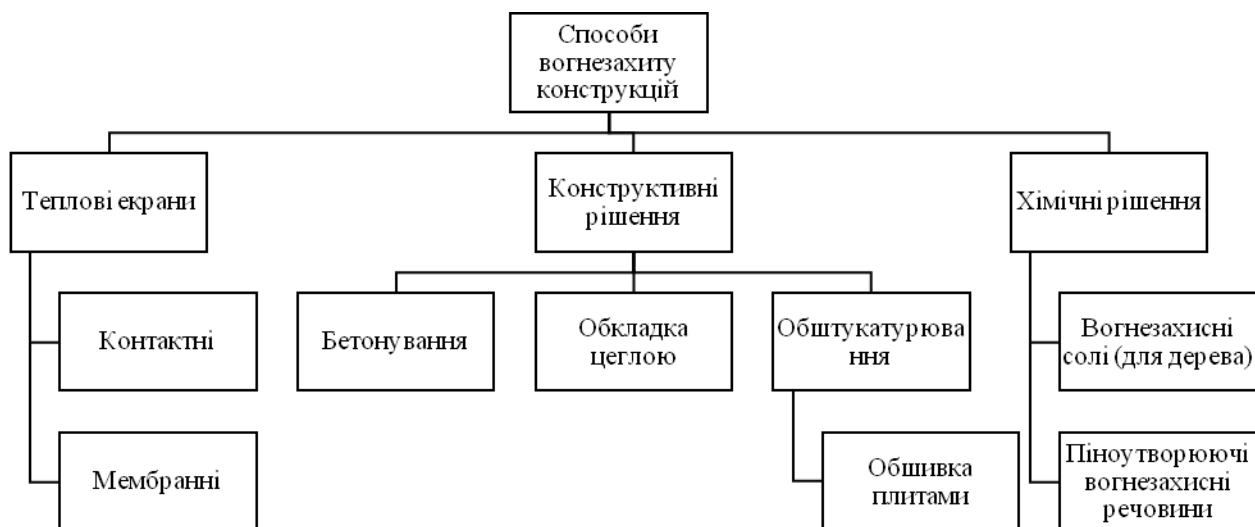


Рисунок 1 – Класифікація способів вогнезахисту.

Більшість способів можуть застосовуватися до різних конструктивних матеріалів та найчастіше застосовуються для підвищення межі вогнестійкості металевих конструкцій.

Серед теплових екранів та хімічних видів вогнезахисту поширені різноманітні терморозширюючі фарби, покриття, як на водній, так і органічній основі. Вони мають ряд значних переваг серед яких естетичний вигляд, незначна товщина (від 0,5 мм до 3 мм – фарби, від 2 мм до 10 – 13 мм – покриття), можливість забарвлення до необхідного відтінку, нанесення на конструкції різної форми, нанесення у зоні температурного режиму від – 40 до + 50 °С тощо. Порівнюючи зовнішній вигляд такого виду вогнезахисту із звичайними фарбами та покриттями, різниця малопомітна і полягає в тому, що одні при дії температур вище + 200 °С починають спінюються, тобто відбувається утворення пінистого шару на обробленій поверхні, що забезпечує теплоізоляційний бар'єр, а деякі з них виділяють газу, які додатково пригнічують процес горіння (ОЗК-01). Окрім того, деякі засоби мають ряд

позитивних властивостей, серед яких: корозійна стійкість (Ендотерм ХТ-150, Sika® Unitherm® ACE), висока адгезія до поверхонь інших матеріалів (Ендотерм ХТ-150, Nullifire S 607, ОЗК-01, Interchar 973, Dossolan Hoeco FII/1), стійкість до кліматичних умов (Sika® Unitherm® ACE, «Unitherm 38091», «Solvetherm 3FR»). Термін захисної дії таких вогнезахисних засобів складає від 5 до 10 років, а деяких – 20 років, що є достатньо тривалим. За допомогою даного захисту можна збільшити межу вогнестійкості металевих конструкцій до R 45 – R 60, деякими з них навіть до R 90 – R 120 (Dossolan Hoeco FII/1, Феникс СТВ, Interchar 973). Перевага покриттів та фарб також полягає у тому, що поверхні, які захищаються, можуть мати будь-яку за складністю форму та розміри, що являється проблемним при обробці іншими вогнезахисними засобами, такими як: штукатурки, обмазки, базальтування (Ізовент-М, Піроізол-базальт) та різних видів конструктивного вогнезахисту. Але поряд з низкою переваг існують і недоліки, серед яких найбільшими є: необхідність попереднього ґрунтування поверхонь, нанесення поверхневого захисного покриття для надання стійкості до атмосферних чинників, малий час захисної дії, постійний контроль за цілісністю шару покриття чи фарби, необхідність нанесення у декілька шарів, висока вартість самого матеріалу та витрат на роботу, яку проводять тільки працівники спеціальних установ, підприємств.

Конструктивні види вогнезахисту відповідно до рис. 1 поділяються на чотири способи. Вогнезахисні штукатурки такі, як: Неоспрей, Преградін є універсальними для конструкцій споруд і будівель різного експлуатаційного призначення, за винятком тих, які у своєму складі містять гіпс та вапняк, та є одним із дешевих способів вогнезахисту. При їх нанесенні показник межі вогнестійкості становить R 150 – R 180, а довговічність захисної дії від 10 до 25 років у залежності від виробника. Але використання вказаного виду вогнезахисту не ефективно для металевих конструкцій складної форми, типу ферм і зв'язків, особливо, які піддаються вібраційним впливам, що спричиняє утворення тріщин, обсіпання, і є досить кропітким, оскільки потребує постійного контролю за цілісністю поверхні.

Облицювання плитними матеріалами сьогодні є досить поширеним видом вогнезахисту для металевих конструкцій і відрізняється від всіх інших легкістю заміни, відсутністю мокрих процесів (без розчинів) при виконанні, незначною вагою на конструкцію та середньою за часом захисною дією – R 60 – R 180, що залежить від товщини захисного шару відносно приведеної товщини металу, що піддається вогнезахисній обробці. До недоліків такого виду вогнезахисту належать негативна дія на матеріал вологи (необхідність захисту), погана циркуляція повітря у приміщеннях, товщина захисного шару в одну плиту, без врахувань штукатурки складає 62,5 мм (12,5 мм товщина плити гіпсокартону і 50 мм теплоізолюючого матеріалу – мінераловати) і забезпечує межу вогнестійкості REI 60 (зменшення корисної площі), складність конструкцій та велику вартість [3].

Метод облицювання цеглою працює за принципом теплоізолюючих матеріалів і має такі позитивні характеристики: додаткове підсилення для несучої металеві конструкції, надійний захист від всіх видів атмосферних опадів, естетичний вигляд – залежно від типу, марки цегли, ефективність – кладка товщиною в одну цеглу (65 мм) забезпечує межу вогнестійкості до 120 хвилин [3]. До недоліків цього виду вогнезахисту відносяться: висока вартість і трудомісткість, неможливість застосування для горизонтальних конструкцій, додаткове навантаження на фундамент конструкції, зменшення корисної площі приміщень, цементний в'язучий розчин, який утворює «містки холоду» при застосуванні ззовні.

Обетонування металевих будівельних конструкцій – ще один вид вогнезахисту, який збільшує час захисної дії до R 120 – R 240. Цей вид є досить ефективним завдяки фізико-хімічним процесам у структурі бетону, що спричинені пластичними деформаціями і зростанням міцності при нагріві до 500 – 600 °C [4] та має широку варіацію як у видах бетонів, так і його заповнювачів. Бетони не горять і не поширюють полум'я [5]. Обетонування застосовується у переважній більшості для підсилення дефектних та

уражених корозією металевих конструкцій. Основними недоліками цього методу є необхідність установа опалубки, значна площа для виконання, зменшення корисної площі приміщень та значна мінімальна товщина обетонування (не менше 8 см) [6].

Переваги та недоліки існуючих методів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій залишають відкритим питання пошуку нових способів та матеріалів для вогнезахисту, які володіли б великою кількістю переваг та незначними недоліками.

Останнім часом все більше перевагу віддають перспективним матеріалам для забезпечення вогнезахисту будівельних конструкцій серед яких розглядають легкий бетон, який відповідає новим вимогам до будівельних матеріалів з поліпшеними теплоізоляційними характеристиками та може виступати як екологічно чистий матеріал, підсилюючий несучу здатність металевих конструкцій.

Принцип захисної дії полягає у теплоізоляційних якостях легких і ніздрюватих бетонів, що ґрунтується на принципах застосування легких заповнювачів і структури легких матеріалів, які мають у своєму складі пори заповнені сухим повітрям. Ці матеріали ефективні з погляду теплоізоляції саме завдяки ніздрюватості або волокнистій структурі, що через бульбашки повітря, створюють перепони всім видам теплового потоку (кондукційний, конвекційний і радіаційний). Опису матеріалів такої структури відповідають пористі, ніздрюваті бетони, мінеральна вата та інші. Завдяки структурі теплоізоляційних матеріалів, що наділяє їх здатністю до термічного опору і дозволяє знизити передачу теплоти від внутрішньої поверхні стіни до зовнішньої, що дає змогу їх застосовувати в якості вогнезахисту будівельних конструкцій.

З досвіду фахівців з Республіки Білорусь з теплової модернізації існуючих будівель житлового та громадського призначення до 5-ти поверхів, широке застосування отримали системи утеплення виконані кладкою клейовим розчином теплоізоляційних ніздрюватобетонних блоків. Упор цієї кладки здійснюється на стіни підвальних приміщень, при виступаючих цоколях, і на зовнішні стіни. Основні причини використання цієї системи теплової оболонки пов'язані з рядом позитивних характеристик, серед яких: низька теплопровідність, теплосасвоєння, механічна обробка подібна деревині, високі показники повітропроникності і паропроникності, невелика вага (порівняно з цегляною кладкою або бетоном, у 1,3 – 2 рази легше, оскільки об'ємна частка повітря може досягати 85%), негорючість і нерозповсюдження полум'я, довговічність, надійність протягом всього розрахункового терміну експлуатації споруд [7].

З досвіду утеплення зовнішніх стін триповерхового житлового будинку кладкою з ніздрюватого бетону на клейовому розчині, проведеного в 1998 році в м. Молодечно Республіки Білорусь, виявлено, що показник опору теплопередачі (R), до утеплення складав $R = 1,1 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$, а після - $R = 2,35 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$, що свідчить про зростання теплосбереження у 2,13 рази [6].

Високий показник термічного опору легкого бетону вказує на ефективність даного матеріалу як теплоізоляційного, але для застосування ніздрюватих бетонів як вогнезахисного матеріалу потребує випробування на вогнестійкість, особливо відношення товщини легкого бетону до показника вогнезахисної здатності – межі вогнестійкості. Це робить легкий ніздрюватий бетон перспективним матеріалом для дослідження на вогнестійкість та його подальшого застосування для захисту металевих конструкцій, які вразливі до високих температур, але є незамінним будівельним матеріалом.

Однак слід зауважити, що поряд з перерахованими достоїнствами мають місце і недоліки, серед яких велике просідання, (що у переважній більшості стосується неавтоклавних ніздрюватих бетонів - пінобетонів) і невисокі показники міцності на стиск. Частково ці недоліки знайшли хімічне та конструктивно-технологічне вирішення, наприклад, через додавання модифікованих добавок та армування [5].

Обговорення результатів. Вибір способу вогнезахисту металевих будівельних конструкцій серед великої різноманітності залежить в основному від умов експлуатації, вартості та ряду додаткових властивостей. Завдяки своїм низьким показникам

теплопровідності легкі ніздрюваті бетони можуть служити для зменшення витрат на опалення і використовуватись як ефективний вид вогнезахисту, що найбільш доцільно застосовувати для несучих металевих конструкцій, особливо для тих, які вже тривалий час експлуатуються. На нашу думку, найбільш перспективним серед таких способів конструктивного вогнезахисту є теплоізоляційні екрани виконані легкими бетонами з характерними для них властивостями.

Висновок. Виходячи з тенденції зростання цін на енергоносії та статистики зростання пожеж, у сучасному будівництві актуальним є пошук матеріалів, які б не тільки могли використовуватися для підвищення вогнезахисту, але й могли бути основним пожежобезпечним матеріалом для будівництва, тобто універсальним для зведення новобудов, реконструкції споруд, що експлуатуються та підвищення їх вогнестійкості. Опису таких матеріалів цілком відповідають легкі та ніздрюваті бетони, які можуть використовуватися як матеріал для збільшення часу вогнестійкості металевих несучих конструкцій, а також як самостійний пожежобезпечний будівельний матеріал з хорошими звуко- і теплоізоляційними характеристиками та високими екологічними показниками.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
2. Директива № 89/106/ЄЕС Ради ЄС про зближення законодавчих, нормативних і адміністративних положень держав-членів ЄС відносно будівельних матеріалів. Міжнародний документ від 21.12.1988 № 89/106/ЄЕС.
3. Захарченко П. В., Гавриш О. М., Карпенко О. О., Петухов О. М. Технологія та товарознавство систем сухого будівництва: вогнезахист будівельних конструкцій. Навч. посіб. КНУБА – К.: «СПД Павленко», 2012. – 392 с.
4. Пушкаренко А. С., Василенко О. В., Квітковський Ю. В., Луценко Ю. В., Миргород О. В. Вогнезахисне оброблення будівельних матеріалів і конструкцій: Навч. посіб. // Х.: НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2011. – 176 с.
5. Осипенко В. І., Поздєєв С. В., Тищенко І. Ю. Будівельні матеріали та їх поведінка при дії високих температур: Навч. посіб. // Черкаси: 2012. – 202 с.
6. Васильченко О. В., Квітковський Ю. В., Луценко Ю. В., Миргород О. В. Безпека експлуатації будівель і споруд та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: Навч. посібник. // Х.: НУЦЗУ, 2010. - 372 с.
7. Збірник наукових праць II-го Міжнародного науково-практичного семінару. Дніпропетровськ - 2005, ст. 67-78.

УДК 004.89:614.841.4

А.О. Биченко, к.т.н., Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

ФОРМУВАННЯ ТАБЛИЦЬ БАЗ ДАНИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ПРОЦЕСУ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ

В статті розглянуті аспекти використання нечітких баз даних, як інструментарію моделювання параметрів розповсюдження пожежі.

Ключові слова: невизначеність, моделювання, база даних, експертні висновки.

Постановка проблеми. Моделювання процесів розповсюдження пожеж з часом набуває все більшого значення. Такий висновок базується на даних статистики: кількість пожеж має невелику тенденцію до зменшення, разом з тим, спостерігається стійке зростання кількості загиблих і розмірів матеріальних збитків. Ситуація ускладнюється із збільшенням виробництва паливно-мастильних матеріалів, продукції хімічної промисловості, атомної і інших видів енергії. Відповідні підприємства можна віднести до таких об'єктів, пожежі на них можуть приводити до катастрофічних наслідків.

Критичні умови розвитку і розповсюдження пожеж не дозволяють застосувати адекватні заходи і засоби пожежогасіння, що підкреслює визначну роль фактору суб'єктивності при прийнятті рішень. Успішна боротьба з пожежами на таких об'єктах можлива за умови уміння прогнозування процесів їх поведінки. В більшості випадків таке прогнозування є лише результатом досвіду і інтуїції керівника гасіння пожежі, інших фахівців і, частіш за все, приводить до помилок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання математичного моделювання на базі сучасної обчислювальної техніки могло б дозволити швидко і достатньо точно прогнозувати процес розповсюдження пожежі з урахуванням конкретних умов. В цьому напрямі одержані певні наукові результати, але вони орієнтовані на гасіння лісових пожеж і пожеж в типових приміщеннях. Так, в роботі [1] виконано аналіз моделей і методів моделювання лісових пожеж, а в [2] описаний програмний комплекс, що функціонує на їх базі. В Інституті автоматики і електромеханіки сибірського відділення РАН розроблений метод прогнозування розвитку динамічних процесів на поверхні Землі на основі обробки в нейронній мережі послідовності багатоспектральних аерокосмічних зображень. Метод є адаптивним, але, на жаль, може бути застосований тільки для моделювання пожеж в навколишньому середовищі. В книзі [3] викладені результати досліджень динаміки пожежі в приміщеннях різного призначення. Вони аналізуються відповідно до можливостей практичного використання в системі гнучкого нормування при проектуванні. Запропонована методика не враховує взаємного розташування приміщень різного призначення і, тому, є локальною і маловживаною для складних об'єктів.

Останніми роками за кордоном при визначенні відповідності будівель і споруд протипожежним вимогам використовується підхід на основі об'єктно-орієнтованого нормування, який передбачає кількісне визначення пожежної небезпеки будівель і споруд і її порівняння з величинами, вибраними в якості критеріїв. Аналогічний підхід запропонований для житлових об'єктів в роботі [4] з урахуванням зовнішніх і внутрішніх параметрів. Очевидно, що результати вживання методів кількісної оцінки пожежної небезпеки особливо небезпечних об'єктів є інформативними факторами для визначення закономірностей протікання процесів горіння, особливостей евакуації людей, прогнозування розвитку ситуації як на об'єкті, так і зовні нього.

Таким чином, аналіз наукових джерел та запропонованих в них моделей, методів і засобів пожежогасіння свідчить про те, що основна увага приділяється дослідженню типових ситуацій, випадкам, в яких розвиток пожежі відбувається, переважно, лінійно. Керівнику пожежі, частіше за все, рекомендується визначати швидкість розвитку пожежі до або під час гасіння пожежі,

виходячи з даних статистичних таблиць і досвіду [3-4]. В той же час, на особливо небезпечних об'єктах процес розповсюдження пожежі є істотно нелінійним, що ускладнює використання традиційних методів оцінки, а також результатів моделювання. Нелінійність пояснюється різною швидкістю розповсюдження пожежі залежно від матеріалу горіння, відстані до дверей, повітропроводів, кабельних шахт, тобто розподілом пожежного навантаження і газообміном. Важливим є той факт, що дослідження процесів розповсюдження пожежі з приміщення в приміщення залишається взагалі за межами розгляду.

Постановка задачі та її розв'язання. Задача дослідження має такі складові:

- визначити аспекти моделювання процесу розповсюдження пожежі в кожному з приміщень особливо небезпечного об'єкту з урахуванням особливостей його архітектури A , будівельних матеріалів (C_1, C_2, \dots, C_n) , устаткування (O_1, O_2, \dots, O_m) , інших факторів R і розробити математичну модель розрахунку швидкості розповсюдження пожежі:

$$V = F(C_1, C_2, \dots, C_n, A, O_1, O_2, \dots, O_m, R). \quad (1)$$

- визначити час T_{ij} розповсюдження пожежі з одного приміщення в інше, використовуючи інформацію про тип перекриттів (P_1, P_2, \dots, P_k) , кабельних шахтах (S_1, S_2, \dots, S_q) , вікнах (W_1, W_2, \dots, W_g) , дверях (D_1, D_2, \dots, D_b) , повітропроводах (H_1, H_2, \dots, H_u) , технологічних отворах (V_1, V_2, \dots, V_z) і розробити алгоритм апроксимації периметра пожежі:

$$P = G(P_1, P_2, \dots, P_k, S_1, S_2, \dots, S_q, W_1, W_2, \dots, W_g, D_1, D_2, \dots, D_b, H_1, H_2, \dots, H_u, V_1, V_2, \dots, V_z), \quad (2)$$

де під периметром розуміємо довжину межі розповсюдження вогню, що має форму круга, кругового сектора або прямокутника.

Ідентифікація залежностей (1) і (2) є достатньо важкою задачею, оскільки необхідно враховувати велике число факторів, не кожний з яких має точкове чисельне значення, або значення в інтервалі, що обумовлене відмінністю довідкової інформації і реальним станом; будівельні матеріали мають різний рівень зносу; взаємодія факторів може приводити до непрогнозованих наслідків. Не дивлячись на всі ці обставини, очевидно, що розробка моделей (1) і (2) є необхідною умовою мінімізації ризику катастрофічних наслідків пожеж на особливо небезпечних об'єктах.

Інформаційним базисом моделювання слугує база даних, яка надалі буде перетворюватись в банк знань. При проектуванні бази даних необхідно враховувати такі аспекти:

- випробування показують, що не у всіх нових будівельних конструкцій, що задовольняють умовам надійної експлуатації в нормальних умовах, забезпечується необхідна вогнестійкість;
- її таблиці повинні містити інформацію про фундаментальні закони тепломасопереносу, що враховують закономірності горіння матеріалів;
- інформація повинна бути представлена таким чином, щоб процес розрахунків міг бути повністю автоматизованим і вимагати мінімальної експертної присутності;
- існувала можливість оперативного внесення даних, які є початковими для прогнозування;
- передбачити облік ступеню зношеності будівель; наявність легкозаймистих предметів, синтетичних виробів і техніки, що збільшує можливість виникнення пожеж і робить саму незначну пожежу надзвичайно небезпечною, а також даних про потенційні джерела небезпеки – підвалах і горищах, кабельних комунікаціях;
- розробити структуру баз даних таким чином, щоб в них можна було представляти нечітку інформацію;

- в якості елементного базису враховувати приміщення, для них вказувати особливості внутрішньої і зовнішньої архітектури, наявність і стан можливих шляхів розповсюдження пожежі з вказанням типових і експертно визначуваних значень швидкості і напрямку розповсюдження пожежі (рис. 1).

При формуванні таблиць бази даних необхідно звернути увагу на суб'єктивізм експертів і способи верифікації отриманої нечіткої інформації. Одним з них є визначення компетентності експертів на базі аксіоми незміщеності [5] і врахування їх думок з відповідними ваговими коефіцієнтами.

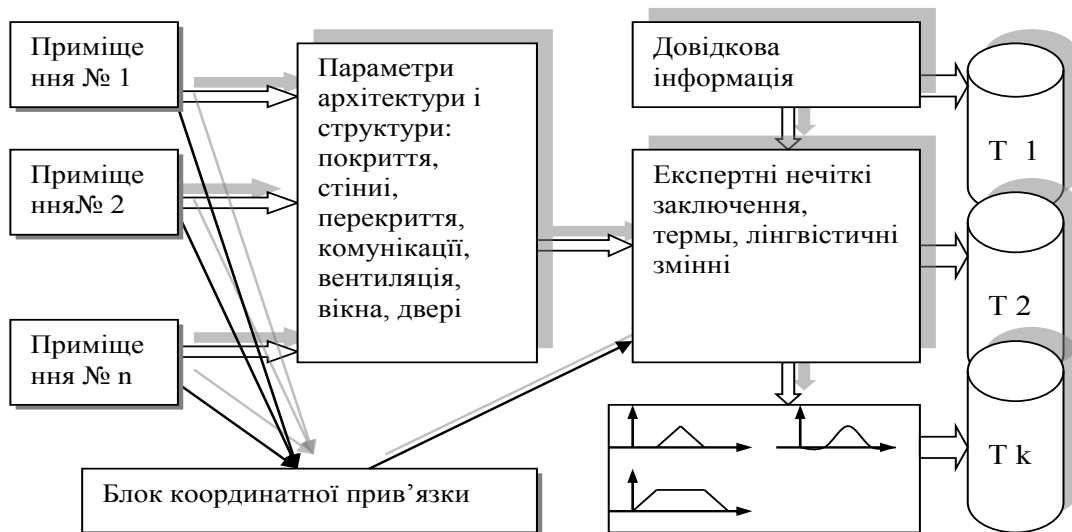


Рис. 1. Формування таблиць баз даних

Представлення нечіткої інформації об'єктивізують за допомогою інтервального представлення або визначення лінгвістичних змінних і побудови функцій приналежності [6]. Якщо експерти впевнені в тому, що значення параметра можуть бути серед чисел інтервалу $[a, b]$ без переваг, то достатньо вибрати інтервальне представлення інформації. Використання трикутних функцій приналежності раціональне у тому випадку, коли відсутня постійна велика упевненість в тому, що значення фактору належить деякому інтервалу. Для представлення таких функцій достатньо двох параметрів (див. мал. 1), оскільки значення фактору $X_i \in (c - a, c + a)$, де c - значення, упевненість в отриманні якого є найбільшою. Трапецієвидна функція приналежності [7] визначається п'ятіркою параметрів $(\underline{m}, \bar{m}, \alpha, \beta, h)$, де \underline{m} - нижнє модальне значення, \bar{m} - верхнє модальне значення, α - лівий коефіцієнт скошеності, β - правий коефіцієнт скошеності, h - висота і використовується у тому випадку, коли існує максимальна однакова упевненість в приналежності значення параметра інтервалу. Достатньо (\underline{m}, \bar{m}) часто, наприклад в [6], пропонують використовувати дзвоноподібні функції приналежності $\mu = 1/(1 + ((x - b)/a)^2)$. Вони є двопараметричними. У зв'язку з такою різноманітністю представлення нечіткої інформації виникає задача визначення ефективності і оптимальності кожного варіанту.

Важливим є аспект верифікації одержаного формального представлення, оскільки проведення натурального експерименту неможливе. Припустимо, що рішення задач ідентифікації (1) і (2), тобто швидкість і периметр розповсюдження вогню є нечіткими змінними. Представлення їх функцій приналежності заносять в базу даних разом з правилами такого типу:

$$\begin{aligned} &\text{Якщо } (X_1 = a_{11}) \& (X_2 = a_{12}) \& \dots \& (X_n = a_{1n}) \text{ з вагою, то } Y = y_1, \\ &\text{інакше, якщо } (X_1 = a_{21}) \& (X_2 = a_{22}) \& \dots \& (X_n = a_{2n}) \text{ з вагою, то } Y = y_2, \\ &\dots\dots \\ &\text{інакше, якщо } (X_1 = a_{m1}) \& (X_2 = a_{m2}) \& \dots \& (X_n = a_{mn}) \text{ з вагою, то } Y = y_m. \end{aligned}$$

Значення кожного виразу в дужках і результуючого виразу визначається значенням відповідної функції приналежності. Бази даних, які включають такі значення, перетворюються на нечіткі бази знань [8], оскільки дозволяють здійснювати структурну і параметричну ідентифікацію залежності (1) і (2) і виробляти нові знання з існуючих даних. Важливо розуміти, що не можна застосовувати моделі вірогідності, які вимагають однорідних вибірок з необхідністю багатократного

повторення типового процесу, що для особливо небезпечних об'єктів нерозв'язна задача. Це ще раз свідчить на користь використання нечіткого моделювання.

При побудові моделей (1) і (2) виникає проблема визначення факторів, що є найбільш значущими для визначення швидкості і шляхів розповсюдження вогню. Вона пов'язана з великою кількістю факторів і значним суб'єктивізмом визначення їх значень, що вносить шумовий ефект в рішення задачі ідентифікації.

Значна інформаційна насиченість ітераційного процесу формування моделі і, власне, моделювання вимагає залучення методів інтелектуального аналізу даних, проведення верифікації апріорних даних, методів і результатів моделювання. Не виключено, що одержані моделі будуть унікальними і зможуть бути використаними на інших об'єктах. Але як вже вказувалося раніше, такий підхід в ситуації особливо небезпечних виробництв є виправданим.

Оскільки процес розповсюдження пожежі є координатно прив'язаним, то результатом реалізації пропонованої технології винна стати певна геоінформаційна система. Вхідною інформацією для неї буде точка виникнення пожежі, на виході по запиті користувача буде одержана карта розвитку пожежі з вказаною швидкістю і найбільш вірогідними шляхами розповсюдження вогню, а також час, через який він досягне вказаної точки. Такі ж задачі необхідно вирішувати і при визначенні рівня задимлення приміщень.

Сучасні технології формування описів елементної структури і динамічних процесів, засновані на вживанні обчислювальної техніки і створені у вигляді комп'ютерних багатофункціональних баз даних, дозволяють автоматизувати процес аналізу нечіткої інформації і прогнозування розвитку ситуації на основі автоматизованої системи управління базами даних. Вони відкривають нові можливості для об'єктивізації експертної оцінки параметрів приміщень особливо небезпечного об'єкту і тимчасових характеристик процесу розвитку пожежі. Безумовно, реалізація таких технологій вимагає проведення комплексу наукових, технічних і організаційних задач.

Розробка і впровадження моделей, методів і засобів, що базуються на обробці нечіткої, а також, можливо, неповної інформації дасть можливість адекватного реагування на самому небезпечному напрямку розвитку пожежі і своєчасного попередження про можливість виникнення критичної ситуації в тій або іншій точці об'єкту.

Висновки. Пожежна безпека особливо небезпечних об'єктів є тією предметною областю, важливість дослідження якої не викликає сумнівів. В той же час, вона є якнайменше інформаційний насиченою з домінуванням суб'єктивних факторів при прийнятті рішень, що приводить до катастрофічних наслідків у разі виникнення пожежі. Пропонований підхід направлений на реалізацію інформаційно-консультативної геоінформаційної системи, яка дасть можливість прогнозування процесу розвитку пожежі в просторово-часовій систем координат.

Значна трудомісткість реалізації такої технології супроводжується рядом аспектів, які зазначені вище. Окрім них залишаються проблеми інтерпретації одержаних результатів, як нечіткої інформації, і оптимізації залежності, що ідентифікується, направленої на підвищення точності розрахунків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Weber, R.O. "Modelling Fire Spread through el Beds", Prog. Energy Combust. Sci. vol.17, pp.67-82, 1991.
2. Карпов, А.И., Телитсин, Н.Р. and Bulgakov, V.K., "Development of the Computer Code for the Prediction of Forest Fire Spread", in Proc. of SecondAsia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, pp.100-108, 1995.
3. Молчадский И.С. Пожар в помещении. – М.: ВНИИПО, 2005. – 456 с.
4. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.
5. Снитюк В.Е., Рифат Мохаммед Али. Модели и и методы определения компетентности экспертов на базе аксиомы несмещенности // Черкаси.: Вісник ЧІТІ. – 2000. – № 4. – С. 121-126.
6. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
7. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. – М.: Радио и связь, 1990. – 286 с.
8. Митюшкин Ю.И., Мокин Б.И., Ротштейн А.П. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002. – 145 с.

УДК 614.841.41

Я.В. Горбаченко, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

МЕТОД МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРІЇ ОБВУГЛЕНОЇ ЗОНИ ПРИ ПОЖЕЖІ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК З ВОГНЕЗАХИСНИМ ПРОСОЧЕННЯМ

Стаття присвячена дослідженню поведінки дерев'яних балок з вогнезахистом в умовах пожежі. Висвітлені результати розрахунків геометрії зони обвуглювання фрагментів дерев'яних балок з вогнезахистом.

Ключові слова: вогнестійкість, зона обвуглювання, регресія.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Дослідження [1; 2] показують, що дерев'яні балки в будівлях з дерев'яними конструкціями є одним з найбільш відповідальних елементів, до яких пред'являються особливі вимоги щодо вогнестійкості. Згідно з будівельними нормами України [3] межі вогнестійкості дерев'яних балок в багатьох випадках мають відповідати класам R45 і R60. Враховуючи спалюваність деревини для забезпечення таких класів вогнестійкості необхідне застосування вогнезахисту. Серед найбільш поширених засобів вогнезахисту деревини найбільшого поширення набули вогне-, біозахисні просочення [4, 5]. Механізм таких засобів заснований на уповільненні процесів горіння на поверхні елементів дерев'яних конструкцій. Тим не менш, з плином часу теплового впливу пожеж просочений шар піддається деструкції, і процес обвуглювання поширюється на незахищені шари, внаслідок чого балка все одно руйнується. З огляду на це в документації на технічні умови вогнезахисних просочень повинні вказуватися параметри, які дозволять спрогнозувати зону обвуглювання, що є одним з основних параметрів для розрахунку меж вогнестійкості дерев'яних балок згідно із стандартом [6].

Постановка задачі та її розв'язання. Метою даної статті є розробка розрахункової методики прогнозування геометричної конфігурації зони обвуглювання дерев'яних балок з вогнезахисним просоченням при впливі пожежі з стандартним температурним режимом. Для досягнення цієї мети, нами були поставлені такі завдання:

- провести експериментальні дослідження фрагментів дерев'яних несучих балок з комплексним захистом від теплового впливу пожежі та біологічного ушкодження деревини та визначити температури у внутрішніх шарах зразків і товщини їх обвугленого шару;
- на основі результатів випробувань виявити закономірності росту товщини обвугленого шару;
- розробити методику розрахунку геометричної конфігурації обвугленої зони.

Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих нових результатів. Для дослідження поведінки дерев'яних балок були використані їх фрагменти, схема і вид яких показані на рис. 1. Зразки для випробувань були виготовлені з соснових брусків розміром 200×65×400 мм, і фанерою розмірами 400×400×16 мм. Виготовлені зразки були просочені вогнезахисними засобами відповідно до табл. 1

Для проведення випробувань була використана нагрівальна установка, що представляє собою сталеву камеру з розмірами 500×500×500 мм. З тильного боку камера має отвір діаметром 60 мм для установки сопла пальника. З внутрішнього боку стінки камери для мінімізації втрати теплоти захищені шаром негорючої ізоляції «Conlit 150» фірми «Rockwool» товщиною 100 мм, яка також захищає її від впливу високих температур. Загальний вигляд установки для проведення вогневих випробувань фрагментів дерев'яних балок з вогнезахисним просоченням при стандартному температурному режимі наведено на рис. 2.

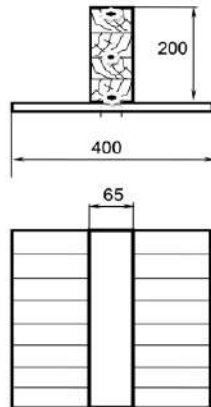


Рисунок 1 – Фрагмент дерев'яної балки для випробування з розміщенням термопар.

Таблиця 1 – Номенклатура випробувальних зразків.

№п/п	Номер зразка	Вид просочувальної рідини	Час експонування, хв.
1	1.1.-1.3.	Біовогнезахист «Неомід 450-1»	15
2	2.1.-2.3.	Біовогнезахист «Сенеж»	15
3	3.1.-3.3.	Біовогнезахист «Страж-2 (БС-13)»	15
4	4.1- 4.3.	Без просочення	15
5	1.4.-1.6.	Біовогнезахист «Неомид 450-1»	30
6	2.4.-2.6.	Біовогнезахист «Сенеж»	30
7	3.4.-3.6.	Біовогнезахист «Страж-2 (БС-13)»	30
8	4.4.- 4.6.	Без просочення	30
9	1.7.-1.9.	Біовогнезахист «Неомид 450-1»	60
10	2.7.-2.9.	Біовогнезахист «Сенеж»	60
11	3.7.-3.9.	Біовогнезахист «Страж-2 (БС-13)»	60
12	4.7.-4.9.	Без просочення	60

Для проведення випробувань була використана нагрівальна установка, що представляє собою сталеву камеру з розмірами 500×500×500 мм. З тильного боку камера має отвір діаметром 60 мм для установки сопла пальника. З внутрішнього боку стінки камери для мінімізації втрати теплоти захищені шаром негорючої ізоляції «Conlit 150» фірми «Rockwool» товщиною 100 мм, яка також захищає її від впливу високих температур. Загальний вигляд установки для проведення вогневих випробувань фрагментів дерев'яних балок з вогнезахисним просоченням при стандартному температурному режимі наведено на рис. 2.



Рисунок 2 – Установка для проведення вогневих випробувань.

Після проведення експерименту зразки обуглилися, типовий вигляд зразка після випробування показаний на рис. 3.

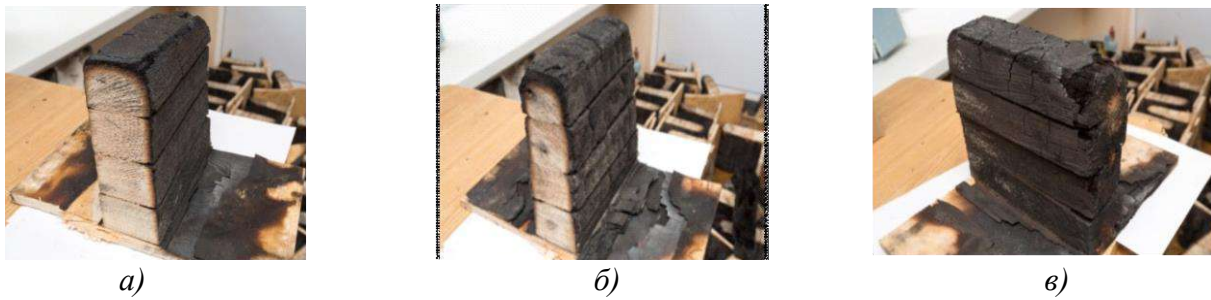


Рисунок 3 – Фото зразків без просочення після проведення вогневих випробувань, а) обуглювання зразка після 15 хвилинного експонування; б)) обуглювання зразка після 30 хвилинного експонування; в) обуглювання зразка після 60 хвилинного експонування.

Для проведення випробувань нами були проведені заміри шару обуглювання, згідно зі схемою на рис.4.

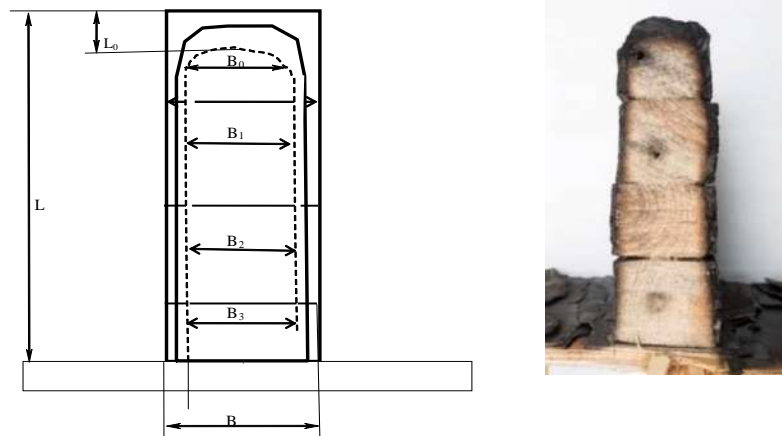


Рисунок 4 – Схема вимірювання геометричних параметрів обуглювання зони фрагменту.

Використовуючи вимірювання, була обчислена середня бічна товщина і середня торцева товщина обугленого шару, графіки залежностей від часу експонування яких наведено на рис. 5.

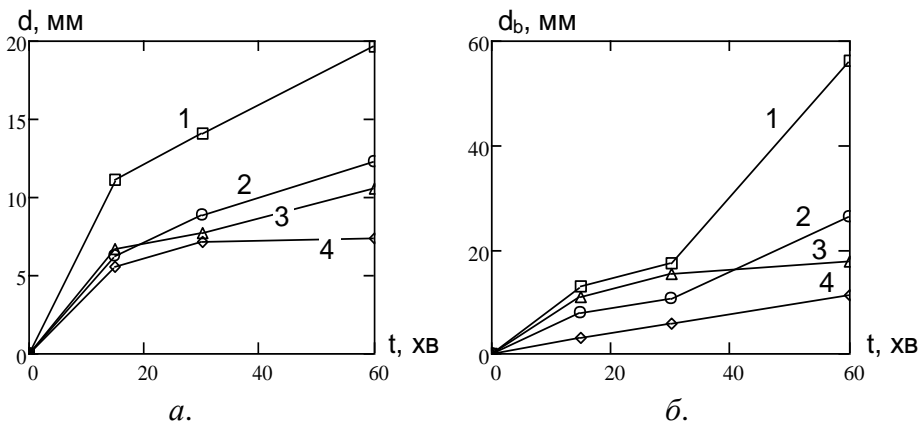


Рисунок 5 – Залежностей бічних (а) і торцевих товщин (б) обугленого шару від часу експонування зразків: 1 – без просочення; 2 з просоченням Неомід 450-1; 3 – з просоченням Сенез; 4 – з просоченням Страж-2 (БС-13).

На рис. 6 показані графіки швидкості обуглювання зразків.

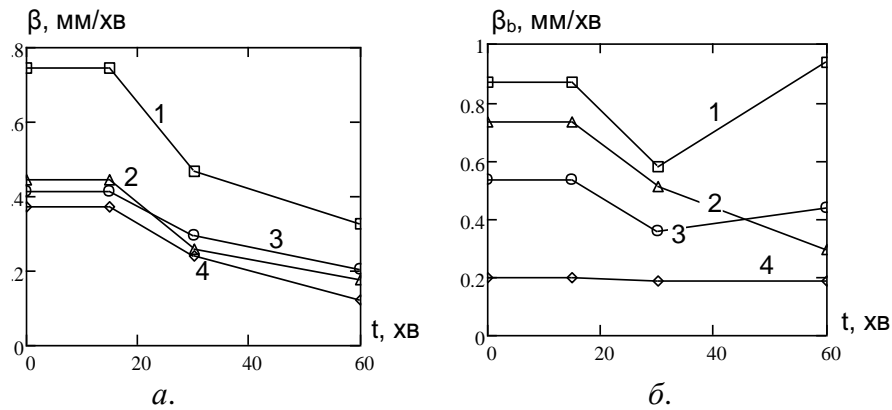


Рисунок 6 – Залежність бокових (а) і торцевих (б) швидкостей обуглювання від часу експонування зразків: 1 – без просочення; 2 – з просоченням Неомід 450-1; 3 – з просоченням Сенез; 4 – з просоченням Страж-2 (БС-13).

Аналізуючи графіки на рис. 5 і рис. 6 можна помітити, що залежності товщини обуглювання від часу є схожими. Обуглювання деревини з просоченням відбувається набагато повільніше. Найкращі показники за швидкістю обуглювання дає просочення 4 типу. При прогнозуванні геометричної конфігурації обугленої зони була прийнята гіпотеза, яка полягає в допущенні, що при залежності обуглювання від температури зона обуглювання повинна обмежуватися певною ізотермою. Для реалізації цієї гіпотези необхідно побудувати ізотерми в перерізі фрагмента. При цьому можна використати два способи: за допомогою рішення рівняння теплопровідності, або наближенням ізотерм за допомогою інтерполяційних функціоналів. Для вирішення задачі теплопровідності потрібні теплофізичні характеристики деревини з вогнезахистом, які невідомі, тому був використаний другий спосіб. Для наближення ізотерм був використаний функціонал виду:

$$y(x) = y_0 \left(1 - \left(\frac{x}{x_0} \right)^p \right)^{1/p} \quad (1)$$

де x_0 і y_0 – координати на осях x і y при їх перетині апроксимуючою кривою; p – показник ступені визначеної апроксимуючої кривої.

На рис. 7 показано сімейство кривих, побудованих за виразом (1)

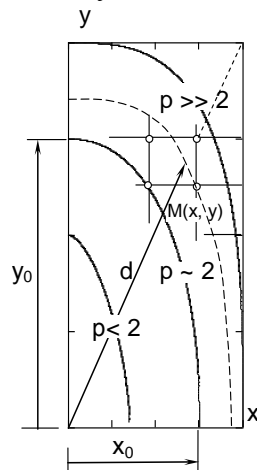


Рисунок 7 – Схема апроксимації ізотерм в перерізі фрагмента дерев'яної балки.

Використовуючи такий підхід і виміри температури в контрольних точках перерізу при проведенні випробувань (див. рис. 1), була проведена інтерполяція температурних розподілів. Результат представлений на рис. 8.

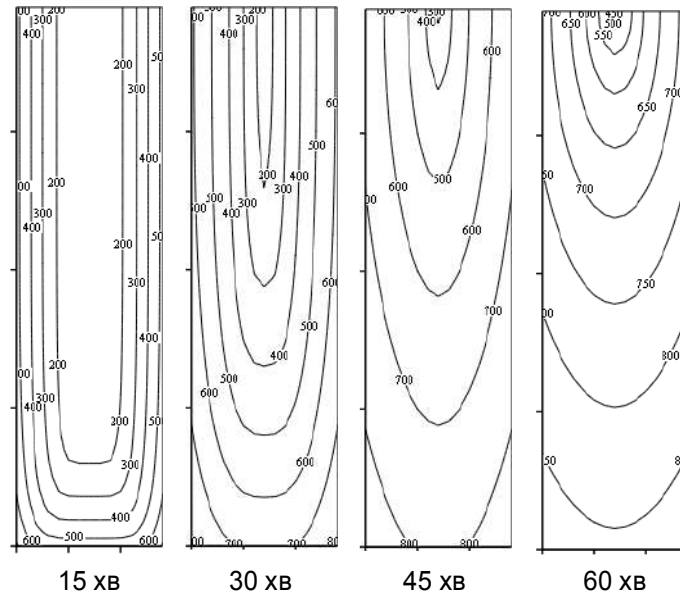


Рисунок 8 – Температурні розподіли в перерізі фрагмента дерев'яної балки без просочення.

Для прогнозування обвугленої зони фрагментів балки були використані виміри товщини обвуглювання, приведені на рис. 5. Зіставляючи виміряну товщину обвугленого шару і знайдені температурні розподіли, були визначені критичні температури обвуглювання за формулою:

$$T_{кр,i} = T_{0i} + (T_{gi} - T_{0i}) \left[\frac{0,5a - d(i)}{0,5a} \right]^{Q_{gi}} \quad (2)$$

де T_{0i} , T_{gi} – температура першої і останньої точок контрольної лінії перетину в i -тий момент часу; a – ширина перетину; Q_{gi} – показник ступеня апроксимуючої параболі в i -тий момент часу; $d(i)$ – залежність бокової товщини від часу експонування.

Залежності товщини обвуглювання від часу були отримані на основі регресійного аналізу. Параметри регресійних залежностей наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Параметри регресійних залежностей бокової товщини обвуглювання від часу експонування

Коефіцієнти регресії $d(i) = b_1 + b_2i + b_3i^2 + b_4i^3$	b_1	b_2	b_3	b_4
Зразки без просочення	0	1,153	-0,032	$2,997 \cdot 10^{-4}$
Зразки з просоченням «Неомід 450-1»	0	0,585	-0,013	$1,111 \cdot 10^{-4}$
Зразки з просоченням «Сенеж»	0	0,725	-0,022	$2,126 \cdot 10^{-4}$
Зразки з просоченням «Страж-2» (БС13)	0	0,561	-0,014	$1,145 \cdot 10^{-4}$

Залежності швидкості бічного обвуглювання від часу були отримані шляхом диференціювання регресійних залежностей, описаних в табл. 2. Параметри отриманих залежностей наведено в табл. 3

Таблиця 3 – Параметри регресійних залежностей швидкості бічного обвуглювання від часу експонування

Коефіцієнти регресії $\beta = \frac{d}{dt} d(i) = b_2 + 2b_3i + 3b_4i^2$	b_2	$2b_3$	$3b_4$
Зразки без просочення	1,153	-0,064	$8,992 \cdot 10^{-4}$
Зразки з просоченням «Неомід 450-1»	0,585	-0,026	$3,333 \cdot 10^{-4}$
Зразки з просоченням «Сенеж»	0,725	-0,044	$6,379 \cdot 10^{-4}$
Зразки з просоченням «Страж-2» (БС13)	0,561	-0,028	$3,436 \cdot 10^{-4}$

Використовуючи дані табл. 2 і розроблену розрахункову методику були побудовані зони обвуглювання для випробуваних фрагментів. Результати представлені на рис. 9.

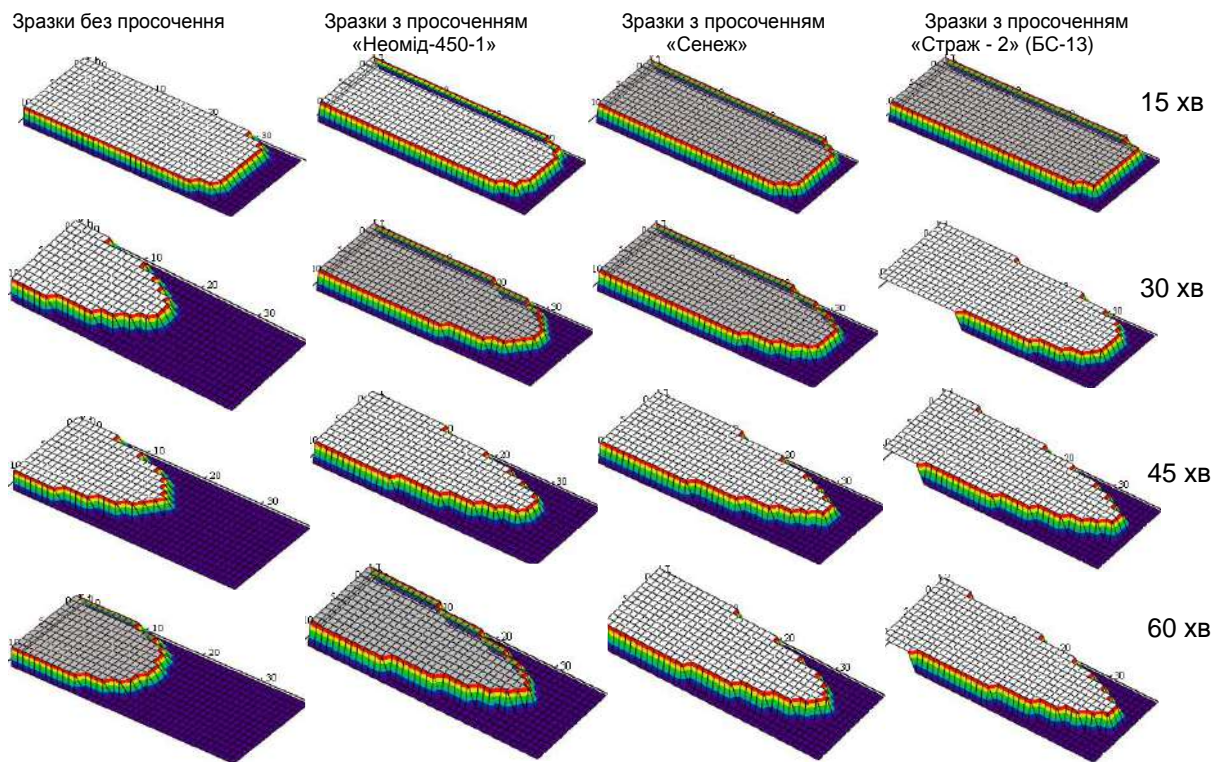


Рисунок 9 – Результати побудови зони обвуглювання зразків-фрагментів дерев'яних балок.

Згідно з отриманими даними найбільш ефективно працює вогнезахисна просочення «Страж-2» (БС-13).

Висновки.

1. Були проведені вогневі випробування зразків-фрагментів дерев'яних балок без вогнезахисту і з вогнезахисним просоченням, в результаті яких визначені температури в їх внутрішніх шарах і товщина їх обвугленого шару.

2. На основі проведених вимірів встановлені закономірності зміни конфігурації обвугленої зони у вигляді регресійних поліноміальних залежностей.
3. Розроблена методика інтерполяції температурних розподілів в перерізі фрагментів, підданих випробуванням на основі спеціально підібраних функціоналів, що апроксимують ізотерми.
4. Розроблена методика побудови обвугленої зони в досліджуваних фрагментах на основі її обмеження ізотермою, відповідній критичній температурі, яка визначається на основі зіставлення температурних розподілів і товщини обвугленого шару.
5. Використовуючи розроблену методику, досліджені конфігурації обвуглених зон для фрагментів, що вивчаються, в проміжні моменти часу, на основі чого встановлений найбільш ефективний.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Таубкин, С. И, Пожар и взрыв, особенности их экспертизы / С. И. Таубкин. - Москва : ВНИИГЮ МВД России, 1999. - 599 с.
2. Тычино, Н. А. Особенности практического применения огне- и биозащитных средств для пропитки древесины [Текст] / Н. А. Тычино // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Вып. 6. - М.: ВНИИПО, 2002. - С. 38-43. - 3000 пр. -ISSN 0869-7493.
3. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. ДБН В.1.1-7-2002 [Чинний від 2003-05-01.]. – К.: Видавництво “Лібра”, 2003. – 87 с – (Національний стандарт України).
4. Шналь Т.М. Вогнестійкість та вогнезахист дерев'яних конструкцій: Навчальний посібник / Тарас Шналь. - Львів. Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2006. - 220 с.
5. Вогнегасні речовини: посібник/ [А. В. Антонов, О. В. Борисов, В. П. Орел та ін.] - К.: Пожінформтехніка. 2004. – 176.
6. EN 1995-1-2:2005 Eurocode 5: Design of wood structures. Part 1-2: General rules - Structural fire design, Brussels, 2004.

УДК 004.89:004.93

Олег М. Землянський, к.т.н., Ол-др М. Землянський, к.т.н., О.М. Мирошник, к.т.н.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛІ КОНЦЕНТРАЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ХІМІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ПІСЛЯ АВАРІЇ

У статті здійснений аналіз методів визначення концентрації небезпечної хімічної речовини. Розглянуто причини масштабних хімічних аварій та проблеми, які виникли при прогнозуванні їх зони зараження. Для уточненого прогнозування концентрації небезпечних хімічних речовин запропоновано використовувати метод параметричної оптимізації. Зроблені висновки щодо застосування нейро-нечіткої мережі ANFIS для визначення концентрації небезпечної хімічної речовини та вказано на проблемні питання подальших досліджень.

Ключові слова: концентрація небезпечної хімічної речовини, прогнозування, ANFIS, Evomax.

Постановка проблеми. Відомі методи визначення концентрації небезпечної хімічної речовини (НХР) після аварії, що базуються на імовірнісних або інтегрально – диференціальних моделях, не дозволяють урахувати всі особливості місцевості і її забудови в кожному потенційному випадку аварії, запропоновано використовувати експертні висновки й на їхній підставі будувати модель для визначення концентрації НХР. Використання оптимізаційного методу, що базується на елементах еволюційних стратегій, теорії нечітких множин і імовірнісних конструкціях, дозволяє здійснити спрямовану параметричну оптимізацію запропонованої моделі й, як наслідок, прискорити процес пошуку оптимальних параметрів моделі, а також збільшити точність шляхом безперервного представлення потенційних розв'язків. Крім зазначених переваг розроблена технологія дозволяє здійснювати уточнене визначення концентрації НХР у всій зоні можливого зараження шляхом її виміру в декількох точках і швидкого перенавчання моделі, що критично важливо для прийняття адекватних розв'язків і мінімізації негативних наслідків аварій.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Сучасний світ відрізняють кілька домінуючих тенденцій. Серед них дві можна вважати визначальними, а саме, широке поширення інформаційних технологій і ріст техногенної навантаженості навколишнього середовища. І якщо перша тенденція, у цілому, несе в собі позитивний ефект для суспільства, то ріст населення Землі й споживчого відношення до природи, а також зменшення запасів корисних копалин веде до інтенсифікації металургійної, енергетичної й хімічної галузей. Виробництво небезпечних хімічних речовин як необхідних елементів у різних областях промисловості й сільського господарства має тенденцію до збільшення рік за роком. Зношеність устаткування й прагнення до збільшення норми прибутку, а також людський фактор і випадковий збіг обставин є причинами численних хімічних аварій. Найбільш відомими за останні роки стали такі події [1. 2012. С.137]:

- Угорщина, 2010 рік, розгерметизувався резервуар з токсичними відходами, 10 людей загинули;
- Латвія, 2012 рік, поїзд зійшов з рейку, 180 т хімічних речовин вилилося в ґрунт;
- Німеччина, 2012 рік, відбулася хімічна аварія з виділенням хлору, 39 людей постраждали;
- Україна, 2007 рік, зійшов з рейку поїзд із жовтим фосфором, сотні людей постраждали.

Постановка задачі та її розв'язання. Масштабність хімічних аварій і їх наслідків визначають необхідність розв'язку науково-технічної проблеми прогнозування концентрації

НХР у всій зоні зараження. Оскільки аварії відбуваються, в основному, на підприємствах, що роблять НХР, у місцях їх зберігання або при транспортуванні, то для кожного такого випадку необхідно одержати моделі, що дозволяють по початковим параметрам аварії визначати поля концентрації у всій можливій зоні зараження або значення концентрації НХР у конкретних точках.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Як уже було зазначено раніше, найпоширенішими на сьогодні підходами до визначення концентрації НХР є наступні два: відповідно першому домінують положення займають стохастичні моделі [2. 2005. С. 231; 4. 2010. С. 40], для другого підходу характерна розробка й дослідження дисперсійних і газодинамічних моделей [5. 2008. С. 31]. У першому випадку здійснюється усереднення значень деяких параметрів аварії й, як наслідок, відбувається згладжування концентрації, що розраховується, НХР. Для математичних моделей у формі диференціальних рівнянь у частинних похідних процес моделювання ускладнюється внаслідок великої кількості перетворень при алгоритмізації й обчисленнях. Як у першому, так і другому випадку моделювання аварій і їх наслідків носить скоріше дослідницький, науково-умоглядний характер, оскільки передбачається лінійне переміщення первинної та вторинної хмари, а також відсутні можливості урахування особливостей конкретної аварії, рельєфу місцевості забудови.

Ще однією особливістю розглянутих підходів є неможливість проведення фізичних експериментів, тому їх автори орієнтуються на результати досліджень, проведених в 1982-1983 роках на відкритому просторі в містечку Торней-Айлэнд в Англії [6. 1987. С. 19; 7. 1987, С. 4]. Порівняльний аналіз результатів випробувань і результатів, отриманих за методикою ТОКСИ-3, наведений в [8. 2005. С. 31]. Незважаючи на високу якість результатів, не можна не відзначити, що використання будь-якого методу, в основі якого лежить аналітичний вираз, раніше або пізніше призводить до зміщеності результату. Тому різна точність результатів, отриманих по різних методиках, отримана для концентрації НХР поблизу джерела викиду й на віддаленні від нього.

Підвищити точність результатів прогнозування можна шляхом використання висновків й знань експертів. При цьому будемо вважати, що експертіві відомі методики, їх переваги й недоліки, а також особливості потенційно можливої аварії й прилеглої місцевості. Для ефективного прогнозування концентрації НХР виконаємо формалізацію знань експертів і самої задачі прогнозування.

Метод еволюційної спрямованої оптимізації в задачах прогнозування концентрації НХР. На першому етапі здійснимо побудова моделі для визначення концентрації НХР у доаварійний період. У якості вихідних даних розглянемо кортеж $BD_1 = \langle x_0, y_0, z_0, t_0, V, Q, v, u, S \rangle$, де (x_0, y_0, z_0) – передбачувана точка аварії, t_0 – час аварії, V – загальний об'єм викиду, Q – потужність джерела викиду (у випадку безперервного джерела викиду), v – об'ємна швидкість викиду, u – швидкість вітру, S – стабільність атмосфери по Пасквилу. Результатом моделювання є кортеж $BD_2 = \langle x, y, z, t, C \rangle$, де x, y, z – координата точки, у якій у момент часу t концентрація НХР буде рівна C . Необхідно ідентифікувати відображення $F: BD_1 \rightarrow BD_2$.

Для побудови моделі F будемо використовувати експертні висновки у формі нечітких продукційних правил. Використання продукційних правил як моделі представлення знань є органічним і адекватним для розв'язку нашої задачі. Нечіткість визначається непевністю експертів у значеннях параметрів аварії, неповнотою їх знань, а також неоднозначністю припущень. Самі нечіткі продукційні правила як базис побудови моделі для визначення концентрації НХР можуть мати різний вигляд, що визначається такими передумовами:

- в оцінюванні концентрації НХР бере участь один експерт і його висновки про можливі варіанти є рівноправними ;
- оцінює концентрацію НХР один експерт, але його висновки про різні варіанти аварії є нерівноправними (мають вагові коефіцієнти та коефіцієнти впевненості);

Вихідні дані для навчання ANFIS перебувають у таблиці й відповідають відображенню (3). Кожний рядок таблиці відповідає певним значенням параметрів виникнення аварії й значенню відповідної концентрації НХР у деякій точці через певний час після аварії. Задача навчання мережі полягає в пошуку найменшого значення цільової функції, тобто:

$$\min_p Z = \min_p \sum_{i=1}^q (H(x_0^i, y_0^i, z_0^i, t_0^i, V^i, v^i, u^i, S^i, x^i, y^i, Z_0^i, t_0^i p) - C^i)^2 \quad (4)$$

де $H(*)$ – значення, обчислене мережею, C^i – табличне значення, $i = \overline{1, q}$, q – кількість висновків експерта(ів) про варіанти виникнення аварії. Очевидно, що залежність $H(*) = H(const, P)$, де $const$ – табличні дані, P – параметри мережі ANFIS. Розв'язок задачі (4) і полягає в пошуку оптимальних значень цих параметрів. У припущенні про те, що функції належності є гаусівськими, вектор P буде таким:

$$P = (m_1^A, \delta_1^A, m_2^A, \delta_2^A, \dots, m_8^A, \delta_8^A, m_9^B, \delta_9^B, \dots, m_{13}^B, \delta_{13}^B, \dots, m_{13(q-1)+1}^A, \delta_{13(q-1)+1}^A, \dots, m_{13q}^B, \delta_{13q}^B) \quad (5)$$

Потужність вектора $P: |P| = 26q$. Таке значення є більшим відносно кількості навчальних образів. Тому, для навчання мережі частина значень параметрів необхідно задавати як константи, тим більше, що в таких значеннях параметрів експерт впевнений абсолютно.

Для пошуку оптимальних значень елементів вектора P необхідно задати області їх зміни, тобто $m_i^R \in \Omega_i^m, \delta_i^R \in \Omega_i^\delta, i = \overline{1, 13q}, R \in \{A, B\}$. Помітимо, що всі параметри є безперервними величинами за винятком S – стійкості по Пасквилу, оскільки $S \in \{A, B, C, D, E, F\}$ або, після перекладу в числову шкалу, $S \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$. Таким чином, потенційні розв'язки – параметри функції належності в мережі ANFIS мають вигляд (5).

Для пошуку розв'язку задачі використовуємо метод еволюційної спрямованої оптимізації Evomax [10. 2012. С. 182]. Його основні кроки будуть такими:

Крок 1. $i = 0$

Крок 2. Згенерувати λ потенційних розв'язків. Для $j \in \{1, 2, \dots, \lambda\}$ подати на вхід мережі всі навчальні образи й розрахувати значення функції $Z_j, j = \overline{1, \lambda}$

Крок 3. З використанням матриці попарних порівнянь Сааті визначити міру оптимальності кожного з потенційних розв'язків $P_j, j = \overline{1, \lambda}$

Крок 4. Згенерувати $\lambda \cdot \mu$ потенційних розв'язків проміжної популяції, де $\mu \geq 7\lambda$. При цьому кожний розв'язок батьківської популяції робить нащадків за законом $P^{t+1} = P^t + \xi(N(0, \delta^t))$, де $\xi(*)$ - випадкова величина, що має нормальний розподіл з нульовим середнім і середньоквадратичним відхиленням δ^t . Кількість нащадків залежить від ступеня оптимальності батьківського розв'язку.

Крок 5. Обчислити значення цільової функції $Z_j, j = \overline{1, \lambda \cdot \mu}$, упорядкувати їх по убутуванню. Потенційні розв'язки, що відповідають меншим Z_j , записати в $(i + 1)$ -у популяцію, їх кількість λ .

Крок 6. $i = (i + 1)$. Якщо виконана умова $|avgZ^i - avgZ^{i+1}| < \varepsilon$, то показати оптимальний розв'язок $P^* \in Z^{i+1}$, інакше перехід на крок 3.

Таким чином, у якості моделі для структурної ідентифікації концентрації НХР обрана нейро-нечітка мережа ANFIS, її параметрична ідентифікація здійснена за допомогою модифікованого методу Evomax. Враховуючи особливості вихідних даних і нейромережі, запропоновано частину її параметрів уважати константами, що приводить до підвищення точності результатів. Застосування Evomax дозволить уникнути проблем із потраплянням мережі в локальні оптимуми й збільшує швидкість збіжності процесу навчання мережі.

Метод Evomax також був модифікований, що дозволило одержати додаткові позитивні результати. Як відомо, не всі параметри аварії однаково впливають на концентрацію НХР. Тому, для оптимізації процесу параметричної ідентифікації моделі здійснимо визначення її чутливості до зміни окремих параметрів і далі реалізуємо принцип протекціонізму до найбільш значимих параметрів. Для цього обчислюємо значення $Se^i = \frac{\Delta H^i}{\Delta P^i}$, де ΔZ^i - приріст виходу мережі, викликане приростом її входу P^i (нормованим і наведеним до [0;1]-шкалі). Більше значення Se^i буде відповідати більш значимому параметру $P^i, i = \overline{1,8}$. Далі навчання мережі ділиться на два етапи. На першому мережа навчається і знаходяться оптимальні значення по Evomax, далі визначаються значимі параметри, значення інших параметрів приймаються рівними константам (отриманим як найкращий розв'язок на попередньому кроці). Потім мережа навчається, оптимізуючи значення тільки значимих параметрів. Далі цей процес можна циклічно повторити до загасання флуктуації цільової функції.

Для визначення ефективності розробленої технології був зроблений порівняльний аналіз як з результатами, обчисленими за допомогою інших методик, так і з результатами застосування інших нейромереж або методів їх навчання. У якості експериментального прикладу взяті значення, отримані при тривалому викиді на Торнэй-Айленд. Вихідні дані були такими:

- об'єм викиду 2000 м³ або об'ємна швидкість викиду 4,3 м³/з;
- частка фреону в газовій суміші 31%;
- швидкість вітру 2,1 м/с;
- стабільність атмосфери по Пасквилу Е/Ф.
- тривалість викиду близько 400 с.

Результати експериментів на Торней-Айленд і результати моделювання наведені в табл. 1.

Концентрація, %		Час розрахунків								
Торнэй-айленд	Гаусі вська модель	Токс и-3	Rbf-Мережа	ANFIS + Evomax	ANFIS+ модифіц. Evomax	Rbf-Мережа	ANFIS + Evomax	ANFIS+ модифіц. Evomax	ANFIS	
										max
12	9,5	42	13	10	9,8	9,71	12	44	36	134
9	8	14	7,8	9,3	7,7	8,04				
1	0,6	4,5	0,85	0,95	0,62	0,59				

У табл. 1 наведені значення концентрації НХР у трьох контрольних точках. Їхній аналіз показує, що точність прогнозування з використанням RBF-мережі (radial basis function) склала 26,6% (середня відносна помилка), з використанням ANFIS і методу Evomax – 3,4%, з використанням ANFIS і описаної модифікації Evomax – 1,46%. Швидкість навчання Rbf-Мережі найменша, навчання класичним методом зворотного поширення помилки ANFIS – мережі на порядок більше. ANFIS з Evomax навчається довше чим RBF-мережа, але значно менше, чим ANFIS із класичним алгоритмом навчання.

Відзначимо, що для навчання були використані висновки одного експерта про 54 варіанти значень параметрів можливої аварії. Для порівняння з даними експериментів на

Торнэй-Айлэнд мережа ANFIS була спрощена, оскільки точка виникнення аварії й час аварії були визначені як постійні величини. Отримані результати свідчать на користь застосування нейро-нечіткої мережі ANFIS як моделі для визначення концентрації НХР і модифікованого Evomax як методу її параметричної оптимізації.

Висновки. Отримані й представлені в статті результати є ще одним кроком у розвитку теорії й практики процесів прийняття розв'язків і мінімізації негативних наслідків при хімічних аваріях. Враховуючи неможливість фізичного проведення експериментів, запропоноване, на відміну від інших методів і методик, використовувати нечіткі експертні висновки, що дозволяє здійснювати уточнене прогнозування концентрації НХР із урахуванням рельєфу місцевості й забудови. Моделлю для визначення концентрації НХР обрана нейро-нечітка мережа ANFIS як найбільше повно відповідна до поставленої задачі й вихідним даним. Оскільки така модель є багатопараметричною, розроблено метод її параметричної ідентифікації, який є модифікованим аналогом Evomax. Отримані результати близькі до результатів використання методики ТОКСИ-3, що ще раз підтверджує ефективність запропонованої технології.

Перспективи подальших досліджень. Зрозуміло, залишається низка питань, на які необхідно шукати відповіді. Зокрема, як здійснити верифікацію прогнозних значень концентрації в зоні забудови або мінливого рельєфу, якщо проведення експериментів неможливо? Як зменшити вплив суб'єктивного фактору при побудові моделі й визначенні вихідних даних? Відповіді на ці й інші питання необхідно шукати найближчим часом, оскільки ймовірності виникнення хімічних аварій аж ніяк не мають тенденцію до зменшення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Землянский О.Н. Нейросетовой метод постпрогнозирования концентрации опасного вещества в условия неопределенности / О.Н. Землянский // Искусственный интеллект – 2012. - №2. – С. 136-143.
2. Мониторинг чрезвычайных ситуаций / Абрамов Ю.О., Гринченко Е.М., Киригин О.Ю. и др.; под редакцией Ю.О. Абрамова - Х.:АЦЗУ, 2005. – 530 с.
3. Моделирование аварийных ситуаций на опасных производственных объектах. Программный комплекс ТОКСИ+ (версия 3.0): Сборник документов. Серия 27. – М.: Открытое акционерное общество «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2006. – 252 с.
4. Говаленков С.С. Оценка интенсивности истечения химических опасных веществ из источника выброса / С.С. Говаленков, А.Е. Басманов // Проблемы надзвичайних ситуацій - 2010. - №11. - С. 39-44.
5. Басмонов А.Е. Математическая модель дифузии опасных химических веществ в воздухе/ А.Е. Басманов, С.С. Говаленков// Проблемы надзвичайних ситуацій - 2008 - №8. – С.29-39
6. Mercer A., Nussey C. The Thorney Island Continuous Release Trials: mass and flux balances.// Journal of Hazardous Materials. - Vol. 16. - 1987. - P. 9–20
7. Quaid J. Design of the Thorney Island Continuous Release Trials // Journal of Hazardous Materials. — Vol. 16. — 1987. — P. 1–8.
8. Сумской С.И. Верификация методик оценки последствий аварийных выбросов газа от источников продолжительного действия / С.И. Сумской, А.В. Пчельников, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин// Безопасность труда в промышленности. – 2005. - №8 – С. 28-35.

УДК 614.841.332

Є. В. Качкар, к.т.н., доц., В. І. Томенко, к.т.н., доц., А. А. Білека, к.ю.н., доц.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

ДО ПИТАННЯ ПРО ГЕНЕЗУ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

В статті запропоновано до розгляду генезу служби цивільного захисту України. Виділено етапи реформування та названі нормативно-правові акти, що на різних етапах розвитку регулювали відносини, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій. Проаналізовано статус ДСНС України в умовах європейської інтеграції.

Ключові слова: державне управління, етап, система, реформування, цивільний захист.

Постановка проблеми. Система цивільного захисту відіграє непересічну роль у забезпеченні національної безпеки європейських країн і є предметом пильної уваги міжнародних структур європейської безпеки. Тож проблеми дослідження функціонування служби цивільного захисту, як цілісного явища, наразі набувають особливої актуальності у контексті європейської інтеграції України. Потребує подальшого дослідження генеза служби цивільного захисту України, зокрема, етапи реформування, бо ж досі не напрацьовано загальноприйнятної періодизації.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Деякі аспекти, що стосуються досліджуваного питання знайшли своє відображення у працях науковців: В.О. Владімірова, Г.В. Федулова, В.А. Акімова, Ю.Ю. Корнейчука, В.М. Андрієнка, О.Ю. Малевана, Ю.П. Переверзіна, В.М. Андрієнка, О.Г. Брателя, Б.М. Данилишина, В.А. Доманського, Л.А. Жукової, С.О. Андрєєва та ін. Аналіз останніх публікацій, присвячених проблематиці цивільного захисту, свідчить про те, що науковим дослідженням підлягають окремі проблемні питання.

Постановка задачі та її розв'язання. Мета дослідження полягає в тому, щоб на основі аналізу чинного законодавства України та узагальнень практики його реалізації визначити етапи реформування служби цивільного захисту України та дослідити нормативно-правові акти, що на різних етапах розвитку регулювали відносини, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.

Комплексне дослідження етапів розвитку служби цивільного захисту України до даного часу спеціально не проводилось. Недостатня теоретична розробленість зазначеного питання зумовлює необхідність зупинитись на деяких аспектах, що становлять певний інтерес у межах даної статті.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Забезпечення національної безпеки є невід'ємною функцією кожної держави як суспільного утворення, покликаною гарантувати сприятливі умови для життя і продуктивної діяльності її громадян. Попередження та ліквідація надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, що провадиться службою цивільного захисту з метою збереження життя та здоров'я людей, забезпечення сталого розвитку країни, є однією із складових національної безпеки держави [1].

У еволюції служби цивільного захисту України, на нашу думку, можна виділити кілька етапів.

На першому етапі відбувалось інституційне будівництво.

Основним його результатом стало створення Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської

катастрофи (МНС), до складу якого, з моменту створення, увійшли військові частини та територіальні штаби цивільної оборони, перетворені на обласні (міські) управління з надзвичайних ситуацій і захисту населення.

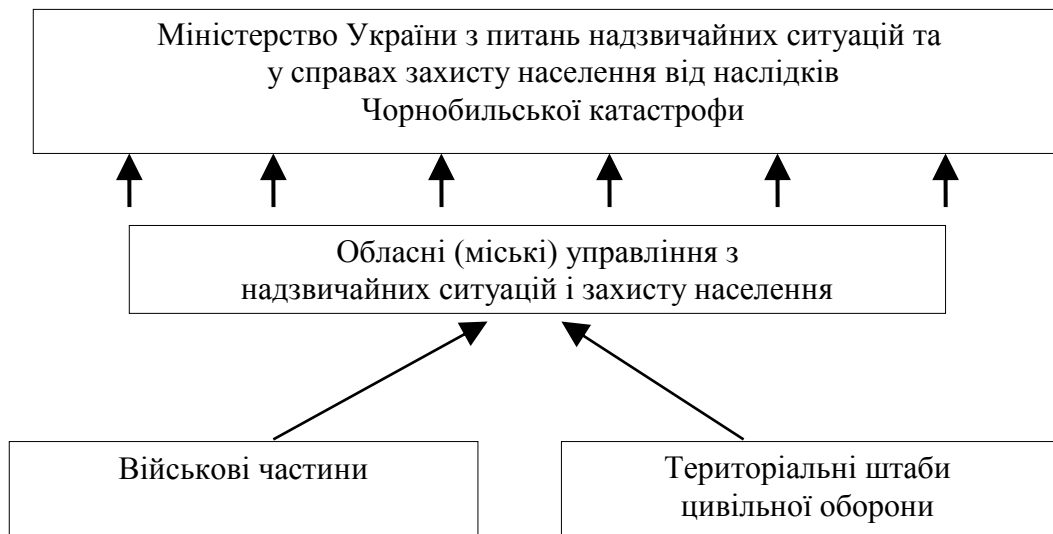


Рисунок 1 – Перший етап становлення цивільного захисту (1993-2003 р.р.)

У подальшому була здійснена низка інституційних перетворень, які передбачали реорганізацію і передачу до МНС воєнізованих і спеціалізованих аварійно-рятувальних формувань інших міністерств та відомств, у тому числі, Державного департаменту пожежної безпеки зі складу Міністерства внутрішніх справ. Більшість з них були інтегровані в Державну спеціальну (воєнізовану) гірничорятувальну (аварійно-рятувальну) службу МНС.

Саме у цей період активно закладались нормативно-правові підвалини функціонування цивільного захисту в Україні. Втім, варто з прикрістю зауважити, що вже на цьому етапі формування нормативно-правової бази цивільного захисту в її основу була закладена роздвоєність.

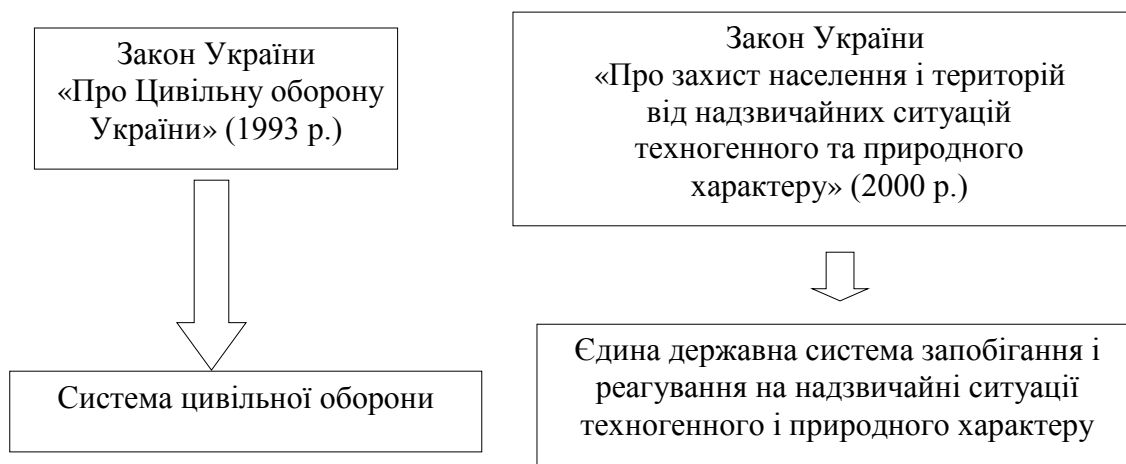


Рисунок 2 – Нормативно-правова база цивільного захисту в період 1993-2003 р.р.

Так, Законом України «Про Цивільну оборону України» була створена система цивільної оборони, а Законом України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» утворювалась Єдина державна система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру.

Ці дві системи формально існували паралельно. Цивільна оборона – для захисту населення від військових засобів ураження в особливий період, а Єдина державна система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації – для попередження, протидії і ліквідації наслідків техногенних і природних аварій і катастроф як у мирний час, так і в особливий період. Проте на практиці їх завдання перетинались, вони, значною мірою, спирались на одні й ті самі сили і засоби, а функції державного управління були нечіткими і дублювались.

Загалом, інституційні перетворення в системі цивільного захисту на першому етапі були продиктовані, передусім, логікою загальнодержавного будівництва з використанням успадкованих від СРСР сил, засобів і органів державного управління. Вони не мали на меті запозичення європейських моделей, хоча й не суперечили їм.

На другому етапі відбулась демілітаризація військ цивільної оборони.



Рисунок 3 – Другий етап становлення цивільного захисту (2003-2007 р.р.)

В результаті проведеної реорганізації, у рамках МНС була утворена нова структура, яка об'єднала сили і засоби військ цивільної оборони і Державного департаменту пожежної безпеки в єдину невійськову структуру – Оперативно-рятувальну службу цивільного захисту (ОРС ЦЗ). Ця служба стала основним оперативним елементом нової загальнодержавної системи цивільного захисту, що була утворена з прийняттям Закону України «Про правові засади цивільного захисту» (2004 р.) і отримала назву Єдиної державної системи цивільного захисту населення і територій.

Водночас, зберегли свою дію закони, які регламентували функціонування цивільної оборони і Єдиної державної системи запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру. Вони були необхідні на період реорганізації, однак залишились чинними і після її завершення у 2005 році.

Реформи другого етапу були, значною мірою, зумовлені намірами привести систему цивільного захисту в Україні до європейських норм. Однак вони стосувались скоріше загальної структури сектору безпеки України, ніж конкретно функціонування системи цивільного захисту. У той час була розпочата демілітаризація не тільки військ Цивільної оборони, але й інших силових структур. Це обумовлювалось тим, що в європейських країнах військові функції є прерогативою виключно міністерств оборони, і, у переважній більшості випадків, цивільний захист здійснюється невійськовими формуваннями.

Отже, в результаті перетворень другого етапу в Україні сформувалась система

державного управління у сфері цивільного захисту, яка спиралась на невійськові формування, що наблизило її до європейських моделей.



Рисунок 4 – Система державного управління у сфері цивільного захисту в період 2003-2007 р.р.

Але, водночас, виникла неузгоджена і суперечлива система державного управління, яка включала відразу три механізми – систему цивільної оборони (що вже не мала відповідних сил і засобів), Єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру і Єдину державну систему цивільного захисту населення і територій.

Не були вирішені також проблеми оперативної ефективності сил і засобів цивільного захисту. Станом на початок 2008 року понад 80 % техніки, якими були оснащені підрозділи Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України, експлуатувались більше 20 років, були морально застарілими і фізично зношеними. Бракувало спеціальної техніки для рятування людей на висотних об'єктах та об'єктах підвищеної поверховості. Сучасні види техніки та засобів оперативного реагування становили лише 3% від потреби, а індивідуального спорядження та засобів захисту – 20%. Налічувалось близько 900 підрозділів місцевої пожежної охорони при нормативній потребі у 3000. Не була створена надійна система оповіщення та інформування населення про надзвичайні ситуації.

Третій етап реформування системи цивільного захисту в Україні розпочався у 2008 році. Його основною метою було удосконалення державного управління та підвищення оперативної ефективності служб, підрозділів і формувань цивільного захисту з урахування європейських норм.

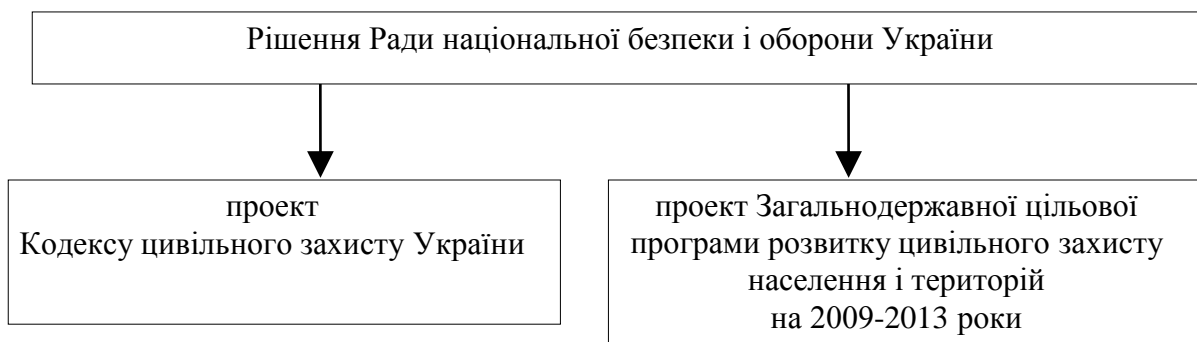


Рисунок 5 – Третій етап становлення системи цивільного захисту (2008-2013 р.р.)

Ключовою подією цього етапу стало рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про стан функціонування єдиної державної системи запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру» від 16 травня 2008 року (введене в дію Указом Президента № 590/2008 від 26 червня 2008 року). Цим рішенням стан системи цивільного захисту був визнаний неадекватним сучасним реаліям, а діяльність центральних і місцевих органів державної влади у цій сфері – недостатньою.

Серед першочергових завдань, що потребували вирішення, постала необхідність розробки та прийняття Кодексу цивільного захисту України.

24 грудня 2012 року указом Президента України № 726/2012, реорганізувавши Міністерство надзвичайних ситуацій України та Державну інспекцію техногенної безпеки України, створено центральний орган виконавчої влади – Державну службу України з надзвичайних ситуацій, а 21 січня 2013 року постановою Кабінету Міністрів України № 33 були утворені як юридичні особи публічного права територіальні органи Державної служби з надзвичайних ситуацій.



Рисунок 6 – Реорганізація в Черкаській області

01 липня 2013 року введений в дію Кодекс цивільного захисту України [2] прийняття якого стало поштовхом для розбудови єдиного європейського механізму державного управління у сфері цивільного захисту.



Рисунок 7 – Кодекс цивільного захисту України.

Наразі ДСНС України приймає активну участь у заходах з Європейської інтеграції, співпрацюючи з ЄС, РЄ, що включає співробітництво у рамках проекту ЄС «Програма з попередження, готовності та реагування на катастрофи природного та техногенного характеру для країн Східного партнерства». Ця співпраця сприяє підвищенню можливостей ДСНС України з подолання катастроф на місцевому, регіональному та національному рівнях шляхом налагодження ефективної взаємодії з ЄС та державами-учасниками Східного партнерства у сфері цивільного захисту. Ефективним слід визнати співробітництво ДСНС України з Європейською Комісією у рамках ТАІЕХ (інструменту технічної допомоги та обміну інформацією), яке здійснюється відповідно до загальнодержавної програми адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу від 18 березня 2004 року та Угоди про партнерство та співробітництво між Україною і Європейськими Співтовариствами від 1 березня 1998 року.

Висновки. Використання інструментів ЄС у сфері цивільного захисту України, а саме спеціальних процедур ЄС і стандартів з планування, підготовки та проведення рятувальних операцій, дозволяє покращити організацію цивільного захисту в Україні та сприяє налагодженню взаємодії з відповідними структурами країн-учасниць Східного партнерства у сфері попередження, реагування та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Світовий досвід свідчить, що найбільш ефективно служби з надзвичайних ситуацій працюють у тих країнах, де вони функціонують у тісній взаємодії із Міністерством внутрішніх справ, наприклад, у Польщі, Австрії, Угорщині, Словаччині та Чехії.

Тому, у зв'язку з вибором стратегічного курсу на європейську інтеграцію, необхідно врахувати досвід функціонування та побудови системи управління з метою створення потужної і ефективної системи, яка забезпечить захист населення і територій України від надзвичайних ситуацій різного характеру.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html.
2. Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

ДК 539.3, 622.692.4

Ковалишин В.В., д.т.н., проф., Гуцуляк Ю. В., к.т.н., доц., Артеменко В.В., к.т.н.,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ ВОГНЕСТІЙКОСТІ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПАНДУСУ СТАДІОНУ «ЛЬВІВ-АРЕНА»

В роботі визначено межі вогнестійкості залізобетонних пілонів, головних балок та перекриття пандусу. При розв'язанні теплотехнічної задачі вважається, що пілони обігріваються з чотирьох сторін, балки обігріваються з трьох сторін (коли перша і друга сторони паралельні, а третя їм перпендикулярна), а плита перекриття обігрівається з однієї поверхні. Визначено фактичні межі вогнестійкості даних залізобетонних конструкцій і встановлено, що вони відповідають «Концепції забезпечення протипожежного захисту стадіону, який розташовано за адресою: вул. Стрийська – кільцева дорога у м. Львові під час його проектування»

Ключові слова: вогнестійкість, межа вогнестійкості, пілон, балки, перекриття, залізобетон.

З метою оцінювання вогнестійкості залізобетонних конструкцій пандусу стадіону розрахунковим методом використані моделі з врахуванням впливу теплового і напружено-деформованого процесів (температури, напруження і деформації) в конструкціях та використано сучасне програмне забезпечення. Розглянуто випадок виникнення пожежі на стадіоні, яка розвивається за стандартним температурним режимом. Причина виникнення та сценарій розвитку пожежі не розглядаються. Прийняті умови нагрівання залізобетонних конструкцій означають, що температура повітря змінюється в часі відповідно до стандартного температурного режиму пожежі і гаряче повітря нагріває нижні поверхні ригелів, балок, стін та перекриттів і балку шляхом радіаційно-конвекційного нагріву, а колони прогриваються з усіх чотирьох сторін. Відкриті поверхні охолоджуються навколишнім середовищем.

Задається початкова температура залізобетонних конструкцій до пожежі та визначається температура прогріву бетону і арматури в задані моменти часу.

В загальному випадку для розрахунку межі вогнестійкості бетонних та залізобетонних конструкцій необхідно:

- провести теплотехнічний розрахунок температур прогріву перерізів бетонних та залізобетонних конструкцій при стандартному температурному режимі;
- виконати розрахунок за несучою здатністю бетонних та залізобетонних конструкцій при стандартному температурному режимі.

Момент часу впливу пожежі τ_r , при якому несуча спроможність конструкції стане рівною величині діючого нормативного навантаження буде фактичною межею вогнестійкості конструкції за втратою її несучої здатності R .

Мета роботи – визначення мінімальних меж вогнестійкості несучих залізобетонних конструкцій пандусу стадіону «Арена Львів» в м. Львові розрахунковим методом на основі затвердженої методики розрахунку.

Розрахункова схема пандусу показана на рис.1. Розрахунок прогріву конструкцій пандусу проводимо відповідно до «Рекомендацій по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций (НИИЖБ.-М.: Стройиздат, 1986. -40с.)».

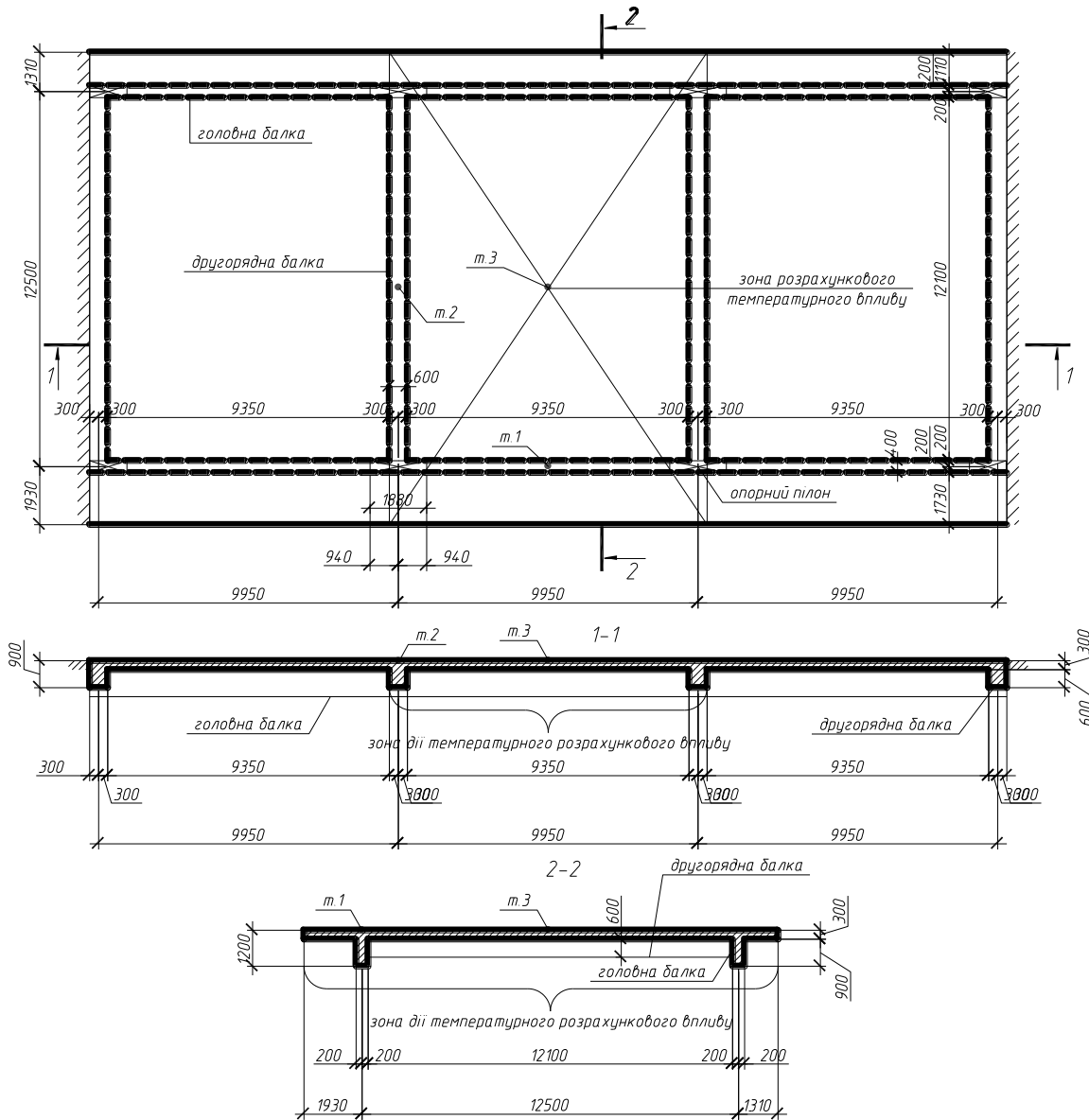


Рисунок 1 – Розрахункова схема пандусу стадіону Львів-Арена.

При цьому вважається, що пілони обігріваються з чотирьох сторін і при чотирьох обігрівальних поверхнях конструкції:

$$T_A = 1220 - 1200 \cdot [1 - (1 - r_1)^2 - (1 - r_2)^2] \cdot [1 - (1 - r_3)^2 - (1 - r_4)^2] \quad (1)$$

де: $r_i = x_i^* / h_{red} \leq 1,0$, (2)

h_{red} - товщина прогрітого шару бетону, м., $h_{red} = \sqrt{0,2\alpha_{red}\tau}$. (3)

Параметр x_i^* визначається із виразів:

а) при визначенні температури прогріву бетону:

$$x_i^* = x_i + \varphi_1 \cdot \sqrt{\alpha_{red}} ; \quad (4)$$

б) при визначенні температури прогріву арматури:

$$x_i^* = Y_i + \varphi_1 \cdot \sqrt{\alpha_{red}} + \varphi_2 d_s , \quad (5)$$

де: x_i - відстань від заданої точки в перерізі бетону до i -тої обігрівальної поверхні, м; Y_i - відстань i -тої обігрівальної поверхні до найближчого до неї краю арматури, м; φ_1 і φ_2 - коефіцієнти, які залежать від густини бетону і визначаються згідно табл.; d_s - діаметр арматури, м.

Балки обігріваються з трьох сторін (коли перша і друга сторони паралельні, а третя їм перпендикулярна)

$$T_A = 1220 - 1200 \cdot [1 - (1 - r_1)^2 + (1 - r_2)^2] \cdot [1 - (1 - r_3)^2]. \quad (6)$$

Плита перекриття обігрівається з однієї сторони і прогрів визначається за формулою:

$$T_A = 20 + 1200 \cdot [(1 - r_1)^2 + (1 - r_2)^2] \quad (7)$$

За критичну температуру прогріву для бетону і арматури приймалася температура 500°C .

Силову задачу вогнестійкості пілона визначаємо як несучу здатність пілона в момент часу впливу пожежі τ . При цьому визначаємо значення коефіцієнта повздовжнього згину пілона з врахуванням зменшення робочого перерізу пілона $\frac{l}{h_{b,(\tau)}}$ при впливі пожежі.

Несуча здатність $\Phi_{\tau=2\text{год}}$ пілона в момент часу впливу пожежі τ визначається за формулою:

$$\Phi_{\tau=2\text{год}} = \varphi \cdot (R_{s,u} \cdot \gamma_{st} \cdot A_{s,tot} + R_{b,u} \cdot A). \quad (8)$$

В результаті проведених розрахунків встановлено, що межа вогнестійкості пілона за ознакою втрати несучої здатності більше від мінімального необхідного значення R120. Необхідна межа вогнестійкості R120 для з/б пілона забезпечена.

Несуча здатність поперечного перерізу головної балки M_t розраховується для наступних параметрів:

- робоча висота перерізу: $h_{01} = h - a_1$; $h_{02} = h - a_2$;

- стиснута зона перерізу бетону: $x = \frac{R_s \gamma_{st} A_s}{R_b \gamma_{bt} b}$; $z_1 = h_{01} - \frac{x}{2}$; $z_2 = h_{02} - \frac{x}{2}$

Несуча здатність розрахункового перерізу при пожежі складає:

$$M_{t=0} = \sum R_{s,i} \cdot \gamma_{st,i} \cdot z_i \cdot A_{s,i}.$$

Встановлено, що мінімальна необхідна межа вогнестійкості залізобетонної головної балки R60 для даного перерізу забезпечується.

Виконано розрахунок межі вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності плити пандусу шириною 1м. та встановлено, що мінімальна межа вогнестійкості (R) для монолітного перекриття пандусу монолітної з/б плити перекриття REI45 забезпечена.

Також виконано розрахунок межі вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності (R) за деформаціями (прогинами) від силових дій та теплового нагріву за стандартною температурною кривою. Для важкого бетону класу B35 відповідно: $E = 34\,500$ МПа – модуль пружності; $\nu = 0,2$ – коефіцієнт Пуассона; $w = 1\%$ – експлуатаційна масова вологість; $\rho = 2350$ кг/м³ – об'ємна вага важкого бетону з крупним заповнювачем з гранітних порід; коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 1,2 - 0,00035T$ Вт/м · °С; C – коефіцієнт теплоємності; $C = 0,71 + 0,00083T$ кДж/°С.

Приведений коефіцієнт температурної деформації важкого бетону взято таким, який залежить від температури, як для важкого бетону на гранітному заповнювачі (проміжні значення обраховано шляхом лінійної інтерполяції). Приведеним коефіцієнтом температурної деформації враховано деформації від температурної усадки бетону, значення якого наведені у таблиці 1.

Розрахунковий фрагмент пандусу змодельовано в програмному комплексі «Ліра». Фрагмент поділено на об'ємні кінцеві елементи. Вигляд розрахункової моделі показано на рис. 2.

Таблиця 1

Значення коефіцієнту температурної деформації важкого бетону на гранітному заповнювачі

Коефіцієнт	Температура бетону, °С				
	20-50	100	300	500	700-1000
Коефіцієнт температурної деформації бетону $\alpha_{bt} \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	9,0	9,0	8,0	11,0	14,5
Коефіцієнт температурної усадки бетону $\alpha_{cs} \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	0,5	1,0	1,0	-1,8	-6,8
Приведений коефіцієнт температурної деформації бетону $\alpha_{red} \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	9,5	10,0	9,0	9,2	7,7

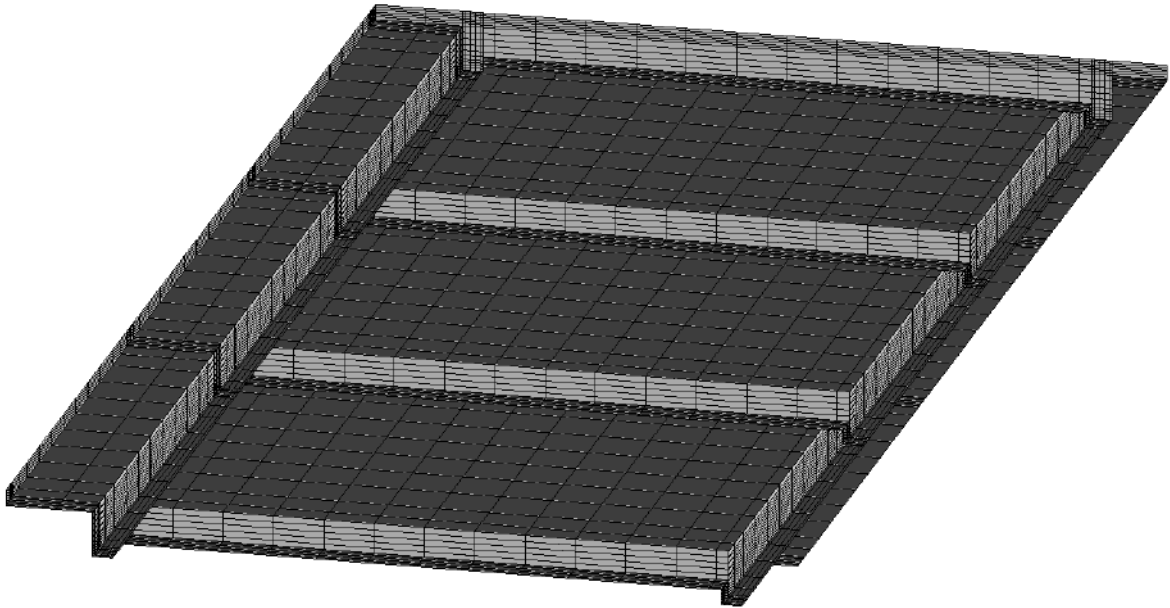


Рисунок 2 – Розрахункова модель фрагменту пандусу.

На рис.2 показані точки спостереження за розрахунковими прогинами: 1 – посередині прольоту головної балки, 2 – посередині прольоту другорядної балки, 3 – посередині прольоту плити перекриття.

За результатами розрахунків (рис. 3) побудовано графік прогинів та (рис. 4) графік швидкості наростання прогинів від температурного нагріву залізобетонного перекриття в точках 1, 2 та 3 у часі.

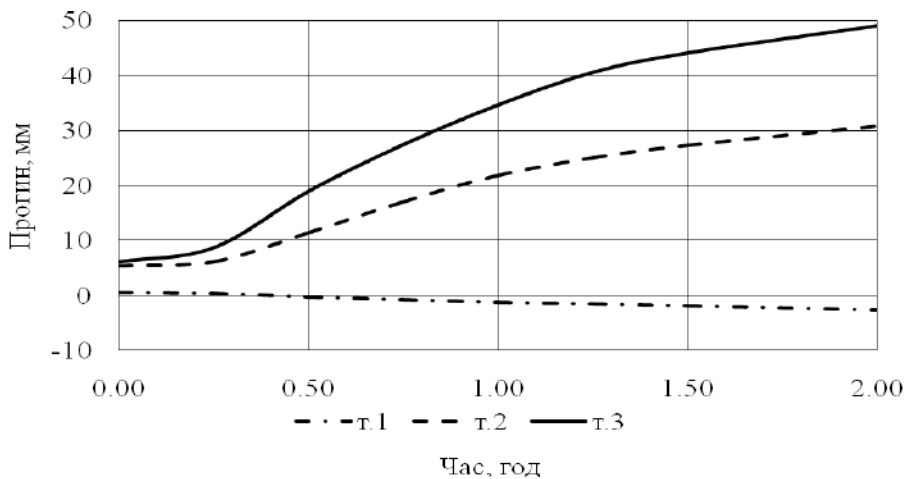


Рисунок 3 – Прогини залізобетонного перекриття пандусу.

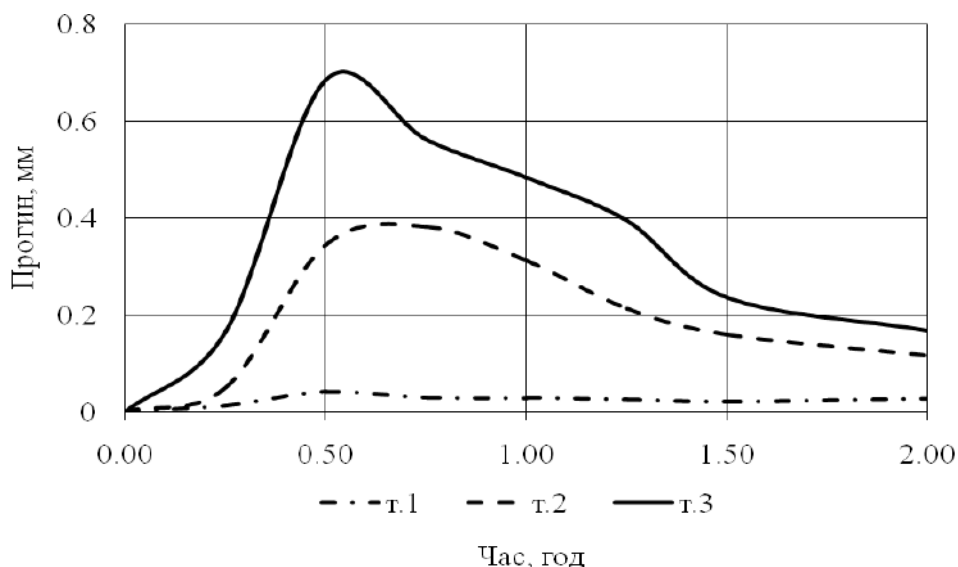


Рисунок 4 – Швидкість наростання прогинів залізобетонного перекриття пандусу.

Граничним станом за ознакою втрати несучої здатності є руйнування зразка або виникнення граничних деформацій. Для горизонтальної конструкції залізобетонного монолітного перекриття, що досліджується, граничними деформаціями є:

- граничне значення прогину:

$$D = \frac{L^2}{400 \cdot b}, \text{ мм};$$

де: L – розрахунковий прогин, мм; b – розрахункова висота конструкції, мм;

- граничне значення швидкості наростання прогинів:

$$\frac{dD}{dt} = \frac{L^2}{9000 \cdot b}, \text{ мм/хв.}$$

де: t – час, хв.

Граничне значення прогину та швидкості буде складати відповідно:

- для головної балки з розрахунковим прольотом 8070 мм та розрахунковою висотою 1200 мм – 135,68 мм та 6,030 мм/хв.;
- для другорядної балки з розрахунковим прольотом 12000 мм та розрахунковою висотою 900 мм – 406,69 мм та 18,075 мм/хв.;
- для плити з розрахунковим прольотом 9350 мм та розрахунковою висотою 300 мм – 728,52 мм та 32,378 мм/хв.;
- для консолі вильотом 1310 мм та розрахунковою висотою 300 мм – 14,30 мм та 0,636 мм/хв.;
- для консолі вильотом 1930мм та висотою 300 мм – 31,04 мм та 0,253 мм/хв.

Встановлено, що граничних величин не досягнуто ні в одній точці.

Граничних значень втрати несучої здатності (R) за деформаціями для балок на 1,0 год. (60 хв) і для плити 0,75 год. (45 хв.) не досягнуто. Вогнестійкість балок пандусу за несучою здатністю R 60 і перекриття (плити) пандусу R 45 забезпечена.

Висновок. Межі вогнестійкості запроєктованих конструкцій за ознаками втрати несучої здатності (R), цілісності (E) та теплоізолювальної здатності (I) забезпечені:

- пілони пандусу стадіону – R 120;
- балки перекриття пандусу стадіону – R 60;
- плита перекриття пандусу стадіону – REI 45.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва : ДБН В.1.1-7-2002. – [Чинний від 2003-05-01]. – К. : Держпожбезпека, 2003. – 87с. – (Державні будівельні норми).
2. ДБН В.1.2-7-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека».
3. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги (ISO 834:1975) : ДСТУ Б В.1.1-4-98. – [Чинний від 1998-10-28]. – К. : Укрархбудинформ, 1999. – 21с. – (Державний стандарт України).
4. ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення».
5. СНиП 2.03.04-84 «Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур».
6. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».
7. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1986. – 40с.
8. Методика оцінки вогнестійкості залізобетонних конструкцій стадіону "Арена-Львів" розрахунковим методом. – Львів: 2011. Затверджена на засідання науково-технічної ради ЛДУ БЖД протокол №7 від 07.11.2011р. та на засідання вченої ради інституту будівництва та інженерії довілля НУ "Львівська політехніка" протокол №8 від 11.10.2011р.
9. Комплект креслень марки 02-2012 КЗ. Вихідні дані для виконання розрахунків щодо визначення межі вогнестійкості монолітних залізобетонних конструкцій на об'єкті "Будівництво стадіону по вул. Стрийській – Кільцевій у м. Львові".

УДК 159.9:614.842.83

Т.В. Лаврик, І.А. Черниш, Д.В. Лагно,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

ПСИХОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА КЕРІВНИКІВ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЯК ОДИН ІЗ ПРІОРИТЕТНИХ НАПРЯМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕПЕРЕРВНОСТІ ОСВІТИ ПЕРСОНАЛУ ДСНС УКРАЇНИ

У статті розкрито сутність, зміст та особливості психологічної підготовки керівників пожежно-рятувальних підрозділів як одного з пріоритетних напрямів забезпечення неперервності освіти персоналу ДСНС України.

Ключові слова: психологічна підготовка керівника ПРП, психології діяльності, структурний тренінг, формування психологічної готовності.

Проблема підвищення ефективності професійної діяльності управлінських кадрів ДСНС України [2], реорганізованого відповідно до чинного законодавства [4], справедливо вважається однією з найактуальніших проблем сучасної психології діяльності в особливих умовах. Особливого значення вона набуває, коли діяльність керівника пожежно-рятувального підрозділу (ПРП) проходить в умовах впливу надсильних стресогенних факторів, які чинять негативний вплив на особистість фахівця. Про це говорять і сухі цифри статистики. Так, щорічно близько 170 офіцерів переводяться в інші (наглядово-профілактичні) підрозділи ДСНС України, близько 145 фахівців звільняється зі служби за власним бажанням, приблизно 80 осіб – через хворобу. Також щорічно зростає кількість нещасних випадків серед особового складу зазначених підрозділів.

Цей перелік можна ще продовжувати, але наслідком усіх вищевказаних обставин є проблема забезпечення належної професійної та психологічної готовності персоналу, що реалізується через систему психологічного забезпечення цього складного та важливого виду діяльності. Зокрема, набуває ваги оптимізація психологічної підготовки керівників ПРП.

У наукових працях, присвячених проблемам підготовки офіцерських кадрів у ДСНС (Г.С. Грибенюк, М.А. Кришталь, О.П. Самонов, О.В. Тімченко, А.В. Шленков та ін.), власне професія управлінця висвітлюється як досить складна, специфічна та відповідальна. Вона вимагає від особистості відповідних професійних здібностей, наявності специфічних, властивих лише лідеру, індивідуально-психологічних, соціальних, моральних і духовних рис. Специфіка управлінської діяльності висуває високі вимоги до психологічних характеристик фахівця, від наявності яких залежать не лише ефективність його праці, а й долі людей, які йому підпорядковані. В окремих публікаціях (В.П. Бут, М.М. Козяр, В.М. Корольчук, С.М. Миронець та В.П. Садковий) в основному розглядаються організаційні аспекти процесу вдосконалення підготовки представників екстремальних видів діяльності, залишаючи поза увагою такий важливий аспект як психологічні особливості підготовки керівників ПРП до управлінської діяльності.

Мета роботи – розкрити сутність, зміст та особливості психологічної підготовки керівників ПРП як одного з пріоритетних напрямів забезпечення неперервності освіти працівників ДСНС України.

Установлено, що психологічна підготовка всього персоналу ПРП чітко регламентована законодавчими та нормативно-правовими документами ДСНС України, серед яких Настанова з організації професійної підготовки та післядипломної освіти осіб рядового і начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту, Положення про організацію службової підготовки особового складу органів і підрозділів цивільного захисту, Інструкція з організації психологічного забезпечення службової діяльності аварійно-рятувальних служб та інші.

У цих документах визначені кваліфікаційні характеристики посад, завдання, обов'язки, вимоги до фахівців, технічних службовців та робітників, які є специфічними для ПРП, вказаний перелік психологічних моделей до різних категорій рятувальних професій, як пожежний-рятувальник, диспетчер, інженер зв'язку, інспектор та ін. Проте слід відзначити, що головним недоліком зазначених документів є повна відсутність будь-яких вимог щодо психологічної підготовки одного з основних управлінських видів діяльності в межах ДСНС України – керівників ПРП.

Аналізуючи різні підходи [1; 3] до досліджуваного поняття, ми стверджуємо, що психологічна підготовка керівника ПРП – це система цілеспрямованої психолого-педагогічної роботи, що забезпечує належний рівень підготовленості фахівця до зіткнення з особливими (екстремальними) ситуаціями службової діяльності та успішне подолання їх негативних наслідків при реалізації життєвих та професійних намірів. Основне завдання такої підготовки – зменшення кількості нещасних випадків з працівниками під час виконання службових обов'язків шляхом забезпечення психологічної готовності до їх виконання.

Ми погоджуємося з Г.С. Грибенюком, що психологічна підготовка управлінців екстремального профілю може здійснюватися як у процесі загальної службової підготовки працівників, так і безпосередньо у професійній діяльності. При цьому змістом психологічної підготовки є формування, удосконалення і підтримка професійно-психологічної орієнтації персоналу, психологічних якостей, уміння враховувати психологічні аспекти при виконанні професійних дій, психологічної стійкості.

У залежності від мети та конкретних завдань психологічну підготовку співробітників органів і підрозділів цивільного захисту науковці [1; 3] умовно розподіляють на загальну та спеціальну.

Загальна професійно-психологічна підготовка формує у особового складу загальну готовність рядового і начальницького складу до виконання своїх службових обов'язків. Вирішальну роль у цьому виді психологічної підготовки мають морально-виховні фактори.

Спеціальна професійно-психологічна підготовка направлена на психологічне забезпечення виконання особовим складом своїх службових обов'язків і дій в процесі їх здійснення в конкретних напрямках діяльності під час виникнення екстремальних умов. Вона включає: психологічні основи підготовки рядового і начальницького складу ПРП до гасіння пожеж і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС).

У нормативно-правових документах ДСНС України відмічено значну цінність цього виду підготовки для підвищення ефективності діяльності фахівців, вимоги до технічного забезпечення. Проте, як не парадоксально це виглядає, сьогодні в ПРП відсутнє будь-яке навчально-методичне забезпечення проведення занять з фахівцями на навчальних полігонах та вогневих смугах психологічної підготовки. А.С. Макаренко справедливо вважав, що виховати мужню людину можна лише ставлячи її в ситуації, коли б їй припадало відчувати і переборювати побоювання і страх «не важливо в чому». Необхідно, щоб працівник пережив «психологічне хвилювання першого разу» у навчальній, а не в реальній обстановці.

Треба відзначити, що завдяки психологічній підготовці, ще до безпосереднього виконання ризиконебезпечних задач службової діяльності, у персоналу ДСНС України формується психологічна готовність – результат передбачення умов і чинників, у яких фахівцям, можливо, доведеться виконувати професійні обов'язки. Нами встановлено, що при оцінці психологічної готовності керівників ПРП необхідно враховувати такі основні показники:

а) зовнішні: сам процес діяльності керівника ПРП під час ліквідації реальної НС або в модельованих умовах (швидкість, упевненість, точність, своєчасність, безпомилковість і доцільність дій і рухів); результати діяльності в умовах наближених до реальних; характер спілкування фахівця з підлеглими в модельованих ситуаціях (взаємодопомога, мобілізація, способи самоствердження); поведінка керівника ПРП під час подолання труднощів НС (його відповідність нормам права, вимогам керівництва підрозділу, обстановці, що складається,

прояв витримки і самовладання); мова фахівця (її зміст, сенс, виразима упевненість або сумнів, її понятійний апарат); особливості пантоміміки (зібраність, зосередженість, своєчасна і точно скоординована реакція на отриману команду або сигнал, на зміну ситуації);

б) внутрішні: мотиви і установки, що відображають необхідність і можливість долати труднощі НС та виконувати поставлені управлінські завдання (інтереси, бажання, прагнення тощо); погляди і переконання, що відображають інтелектуальну оцінку фахівцем своєї готовності здолати труднощі; особливості пізнавальної сфери, що відображають зміст, послідовність і оцінку труднощів, які необхідно долати під час ліквідації НС; особливості емоційно-вольової сфери, що відображають інтенсивність і тривалість переживань, рішучість намірів і дій.

Усі ці загальні показники психологічної готовності до ефективної управлінської діяльності формуються і проявляються під час відпрацювання керівниками ПРП конкретних ситуацій, що моделюються під час психологічної підготовки.

Виходячи з міркувань про те, що процес формування і становлення психологічної готовності фахівця до ефективної управлінської діяльності є складним комплексом організаційних, виховних, індивідуально-особистісних і діяльнісних чинників, можна зробити припущення, що психологічна готовність керівника ПРП є системним станом психологічних ресурсів особистості (окремих психічних процесів, властивостей та утворень), що забезпечують регуляцію діяльності перед початком ліквідації НС, в ході ліквідації і після завершення.

Для ефективної підготовки керівників ПРП (процесу) і для отримання упевненості в їх якісній підготовленості (результату) необхідне вдосконалення не лише матеріально-технічної бази, але і змістовної сторони цієї проблеми. Тобто необхідна науково обґрунтована система заходів психологічної підготовки фахівців, що забезпечить кінцевий ефект підготовчого і коректувального етапу освоєння зазначеної управлінської діяльності.

Під час дослідження розроблено навчально-розвивальну програму психологічної підготовки керівників ПРП до управлінської діяльності, яка включає декілька розділів і рівнів. Цю програму спрямовано на практичне опанування зазначеними фахівцями основ психології управління, формування соціально-психологічної компетенції, навичок кризового управління, умінь позитивної мотивації персоналу, його моніторингу і розвитку, оволодіння психологічними прийомами прийняття управлінських рішень і організації командної роботи, а також на розвиток лідерських рис. Тож, розглянемо її зміст.

1. Підготовчий рівень.

1.1. Накопичення інформації про вимоги до діяльності на посаді керівника ПРП:

- завдання, обов'язки, права, повноваження, кваліфікаційні вимоги;
- завдання, обов'язки, права, кваліфікаційні вимоги підлеглих;
- можливі наслідки НС і причини їх виникнення;
- заборони і обмеження в зоні НС, чим ці обмеження викликані.

1.2. Накопичення інформації про ситуації, в яких керівникам ПРП доводилось виконувати професійні обов'язки. Створення банку ситуацій:

- ситуації, у яких вони досягли позитивного результату;
- ситуації, у яких, як вони вважають, їм не вдалося добитись позитивного результату;
- ситуації, у яких був присутній факт екстремальності (ризик для життя та здоров'я);
- ситуації, у яких їм легко вдавалось вирішувати всі поставлені завдання за певного ускладнення;

- ситуації, що привели до зриву, до небажаних наслідків для підрозділу або громадян.

1.3. Створення банку моделей професійних ситуацій:

- моделей простих, повсякденних ситуацій: в пунктах постійної дислокації; в зоні НС;
- моделей ситуацій, ускладнених дією конкретних стресогенних чинників: в пунктах постійної дислокації; в зоні НС;
- моделей НС, пов'язаних з небезпекою для життя або здоров'я керівника ПРП, його підлеглих, громадян: в пунктах постійної дислокації; в зоні НС;

1.4. Підготовка матеріалу для проведення занять:

- про обстановку в світі, країні (регіоні, районі);
- про пожежну небезпеку регіону;
- про сучасні методи і засоби ліквідації НС;

1.5. Розробка навчально-тренувальних карт (НТК) ліквідації НС:

- розробка повних, розгорнутих НТК (зазначено увесь алгоритм дій керівника щодо ліквідації НС);
- розробка неповних НТК (зазначено певні елементи дій керівника щодо ліквідації НС).

2. Робочий рівень, який включає:

- підготовку керівників у навчальних класах, тренінгових центрах, спортивних залах, на полігонах психологічної підготовки;
- підготовку у складі всього ПРП.

Кожен з даних рівнів включає тренінг по актуалізації у фахівців установок на якісне засвоєння матеріалу (на початку занять) і рефлексію процесу здобуття і засвоєння знань, умінь і навичок, відчуттів і переживань.

2.1. Підготовка керівників ПРП у навчальних класах, тренінгових аудиторіях, спортивних залах, на полігонах психологічної підготовки:

- у навчальних класах під час занять необхідно: ознайомити фахівців з оперативною обстановкою в районі обслуговування; коротко довести підсумки попередньої діяльності фахівців з показом прикладів досягнення успіху та прояву помилок і ускладнень; ознайомити з планом проходження попередньої підготовки, методиками, за допомогою яких належить підвищувати психологічну готовність до діяльності; проводити контрольні зрізи рівня підготовленості керівників ПРП до вирішення управлінських завдань в районі ліквідації НС; регулярно проводити заняття по НТК, розробленими попередньо викладачами, і по НТК, розробленими самими фахівцями;

- у тренінгових центрах з метою формування професійно важливих якостей фахівців – проводити авторський тренінг із «психологічної підготовки керівників ПРП». Структурно тренінг складається з трьох взаємопов'язаних модулів.

Модуль 1. «Формування пізнавальних якостей» (складається з 2 розділів): 1-й – формування інтелектуальних якостей шляхом розвитку прогресивного світогляду, ерудиції, прогностичності, здатності приймати правильне рішення при нестачі необхідної інформації або відсутності часу на її осмислення, уміння діяти творчо, нешаблонно; 2-й – формування мнемічних та атенційних якостей шляхом підвищення здатності протягом тривалого проміжку часу утримувати в пам'яті велику кількість інформації, швидкості та точності сприймання і запам'ятовування, здатності швидко орієнтуватися в новій і незнайомій обстановці, здатності тривалий час зберігати стійку увагу, незважаючи на втому та сторонні подразники.

Модуль 2. «Формування управлінських якостей» (складається з 2 розділів): 1-й – формування професійної компетенції шляхом підвищення мотивації у підлеглих до виконання поставлених завдань, розвиток уміння давати чіткі формулювання при постановці завдань та доповіді, уміння в конфліктних ситуаціях проводити адекватну ситуації стратегію комунікативної поведінки; 2-й – формування організаторських якостей шляхом розвитку здатності організовувати діяльність підлеглих і ставити конкретні завдання, здатності згуртувати колектив, виявляючи при цьому вимогливість і критичність (у тому числі вимогливість до себе і самокритичність), здатності брати на себе відповідальність за прийняті рішення та дії, здатності до активності, ініціативності, розпорядливості.

Модуль 3. «Формування емоційно-вольових якостей» (складається з 2 розділів): 1-й – формування навичок психічної саморегуляції шляхом розвитку здатності керувати власною поведінкою у критичних обставинах, підвищення врівноваженості в умовах загрози особистій безпеці, здатності до стресостійкості, здатності психологічно впливати на підлеглих у критичних обставинах, заряджати їх енергією, оптимізмом, впевненістю; 2-й –

корекція вольових якостей шляхом ознайомлення із засобами самонавіювання у вигляді самопідтримки, самопідбадьорювання, самонаказу, самопереконання, розвиток здатності до сміливих, рішучих, ініціативних дій, здатності до розумного і виправданого професійного ризику, до наполегливості у подоланні труднощів. Дієвість перерахованих модулів забезпечується, насамперед, їх нерозривним взаємозв'язком як на рівні теоретичної розробки й планування, так і на етапі практичного впровадження;

- у спортивних залах – організовувати проведення тренувань керівників ПРП, направлених на формування психомоторних якостей шляхом розвитку фізичної витривалості, стійкості до фізичної втоми та тремору, здатності до координації та точності рухів, до швидкої дії в умовах дефіциту часу;

- на полігонах психологічної підготовки проводити тренування в умовах максимально наближених до реальних. Моделювати ризиконебезпечні ситуації необхідно в довільному порядку, раптово, щоб не було звикання до послідовності моделювання. Завдяки цьому, виникає можливість викликати у фахівців необхідні емоційні переживання за рахунок цілеспрямованого впливу на їхню уяву. Таким чином можна уникнути створення реальних ситуацій службово-оперативної дійсності, замінивши їх на моделювання ситуацій, викликаючи в уяві особистості картину реальної НС.

2.2. Підготовка керівників у складі всього ПРП:

- здійснюється в період підготовки особового складу ПРП до виконання завдання щодо ліквідації НС – у підрозділі відпрацьовуються питання, пов'язані з взаємодією всіх професійних чинників (встановлення зв'язку, передача і прийом інформації по радіо і візуально, використання спеціальних засобів і устаткування, перевірка навичок дій при ліквідації НС тощо);

- у тренінгових центрах – проводити авторський тренінг з «психологічної підготовки осіб рядового і начальницького складу ПРП (у складі групи)». Метою тренінгу є оволодіння системою теоретичних знань та практичних професійно-психологічних навичок і вмінь, які необхідні у груповій діяльності осіб рядового і начальницького складу ПРП. Структурно тренінг складається з трьох взаємопов'язаних модулів.

Модуль 1. «Уявлення, стереотипи та упередження під час професійної діяльності осіб рядового і начальницького складу ПРП» – розвиток професійного мислення, оптимізація знань щодо уявлень і стереотипів, їх функцій та впливу на професійну діяльність. Формування навичок подолання впливу негативних стереотипів.

Модуль 2. «Психологічні особливості спілкування осіб рядового і начальницького складу ПРП у різноманітних професійних ситуаціях» – сприяння усвідомленню і подоланню комунікативних обмежень, тренування чутливості до комунікативного процесу, пов'язаною із сприйманням більш повного ряду комунікативних стимулів. Відпрацювання навичок спілкування та взаємодії персоналу під час виконання службових обов'язків у різноманітних ситуаціях.

Модуль 3. «Технології вирішення конфліктів під час службової діяльності» – відпрацювання стратегій поведінки особистості у конфліктних ситуаціях, формування навичок конструктивного подолання конфліктів за відповідним алгоритмом. У процесі проведення цих модулів використовувати міні-лекції, семінарські заняття, метод аналізу ситуацій, групову дискусію, рольову гру, питання на розуміння, рефлексування.

Тож, вищезазначене є професійно орієнтованою, методично розробленою та структурованою, апробованою й валідною навчально-розвивальною програмою психологічної підготовки керівників ПРП до управлінської діяльності. На сьогодні зазначену програму активно застосовують під час навчально-професійної діяльності майбутніх керівників ПРП в Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля і системі професійної підготовки фахівців пожежно-рятувальних підрозділів. Користь від використання вказаної програми у системі психологічної підготовки представників зазначеного управлінського профілю можна оцінити лише через деякий час, здійснивши серію моніторингових психологічних досліджень.

Таким чином, результати проведеного дослідження дали змогу розкрити такі особливості психологічної підготовки керівників ПРП як одного з пріоритетних напрямів забезпечення неперервності освіти працівників ДСНС України: формування психологічної готовності на основі моделювання ситуацій і дій працівників; психологічне і соціально-психологічне навчання фахівців прийомам і способам управління своїми психічними станами для успішного вирішення управлінських завдань в умовах ліквідації НС; підготовка керівників на основі методики поетапного формування розумових дій з використанням НТК, формування орієнтовного алгоритму дій у НС; удосконалення професійних навичок і вмінь, за рахунок розвитку професійно важливих якостей під час тренувань і спеціальних вправ, організованих на полігонах психологічної підготовки, тренінгових центрах, тренажерах, в спортивних залах.

Перспективи подальших досліджень – розробити єдину наукову концепцію психологічної підготовки основних управлінських спеціальностей у межах ДСНС України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Грибенюк Г. С. Розвиток саморегуляції у професійній діяльності майбутніх рятувальників [монографія] / Геннадій Сергійович Грибенюк. – Черкаси : ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля МНС України, 2006. – 539 с.
2. Кодекс цивільного захисту України: [закон України, 02.10.2012, № 5403-VI] // Голос України, 2012. – № 220 (5470). – С. 4-20.
3. Кришталь М.А. Психологічне забезпечення професійної діяльності працівників пожежно-рятувальних підрозділів МНС України: навчальний посібник] / Кришталь М.А. – Черкаси : Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля, 2011. – 226 с.
4. Указ Президента України від 16.01.2013 № 20/2013 «Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/20/2013>.

УДК 614.841

Т.В. Магльована, к.х.н., доц.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

АНАЛІЗ ПРОТИПОЖЕЖНОГО СТАНУ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

Показано перспективність реагентів гуанідинового ряду для захисту деревини від загорань та ефективного гасіння пожеж на територіях забруднених радіонуклідами, а також для захисту лісових насаджень від масового пошкодження хвоє-листогризучих шкідників.

Ключові слова: радіонукліди, лісові пожежі, солі полігексаметиленгуанідину, щільність забруднення, міграція радіонуклідів, санітарний стан.

Постановка проблеми. В Україні понад 3,5 млн га лісових земель потрапили в зону радіоактивного забруднення аварійними викидами Чорнобильської АЕС. Сучасна радіаційна ситуація в лісових екосистемах зумовлена щільністю радіоактивного забруднення ґрунту, складом радіонуклідів, фізичними та агрохімічними властивостями ґрунтів. З плином часу відбувається перерозподіл радіонуклідів між лісовою підстилкою і ґрунтом, тобто зменшення валового вмісту радіоактивних елементів у лісовій підстилці та його збільшення – у мінеральній частці ґрунтів [1].

Радіонукліди, які мігрували у ризосферу ґрунтів, міцно закріплюються та залучаються до біологічного кругообігу, що дає підставу прогнозувати стабільність радіаційної ситуації на даних територіях. Таким чином, лісові екосистеми, за відсутності стихійних явищ (пожежі, буреломи), які порушують цілісність, виконують функцію потужного бар'єру на шляху вторинного радіоактивного забруднення прилеглих територій [1-2].

Внаслідок великих рівнів радіоактивного забруднення були вилучені з господарського обігу досить великі території. Внаслідок таких обмежень у насадженнях з високим радіоактивним забрудненням (понад 15 Кі/км²) догляд за лісом було припинено, а лісокористування заборонено. Через це в таких насадженнях спостерігається значне погіршення санітарного стану, що невдовзі призведе до втрат продуктивності деревостанів і зниження якості деревини, підвищення пожежної небезпеки та виникнення потужних осередків шкідників і хвороб лісу [1-2].

Радіоактивне забруднення лісів призвело до зміни способу життя людей, діяльність яких була безпосередньо пов'язана з лісом. Складною нерозв'язаною проблемою в подоланні наслідків Чорнобильської катастрофи є реабілітація забруднених сільгоспугідь зони відчуження і безумовного відселення. Таких земель лише в Житомирській області налічується понад 80 тис. га. Усі ці землі не використовуються, заростають бур'янами і є джерелом підвищеної пожежної небезпеки [2].

Аналіз останніх досягнень і публікацій. За минулі роки після Чорнобильської катастрофи у зоні відчуження площа лісових масивів, що пройдена пожежою перевищує 15 тисяч гектарів. Важливим моментом охорони лісів в зоні відчуження є визначення термінів пожежного сезону та пожежонебезпечного періоду, виявлення закономірностей виникнення лісових пожеж тощо. Адже виникненню лісових пожеж сприяють кліматичні умови: тривалі посухи, висока температура повітря та поверхні ґрунту. Пожежонебезпечний сезон у зоні відчуження настає з моменту сходження снігового покриву і продовжується до настання стійкої дощової осінньої погоди або утворення снігового покриву. Найбільше число лісових пожеж (65%) приходиться на весну, 25% - на осінь і 10% - на літо. Статистика причин виникнення лісових пожеж у зоні відчуження показує, що 60% пожеж пов'язано зі спалюванням відходів, халатністю, навмисними підпалами, 15% - з екстремальними

погодними умовами (іскри, блискавки, самозаймання, розряди ліній електропередач), для останньої частини пожеж причини не встановлені [3-4].

На форму розвитку лісової пожежі впливає тип лісу, вік насадження, запас фітомаси, вологість лісової підстилки, наявність сухостою, рельєф місцевості, погодні умови та ін.

При низовій пожежі вогонь розповсюджується по ґрунтовому покриву зі швидкістю 0,5 км на годину, охоплюючи сухий опад, корені, що виступають на поверхню ґрунту, та чагарниковий підріст. Найбільш часто при цих пожежах вогнем повністю знищуючи мохи, опад та гілки дерев діаметром до 5см, тобто, як правило, повністю вигорає 15-20% запасу горючих матеріалів від загального запасу фітомаси. У результаті лісових пожеж пошкоджується або знищується живий ґрунтовий покрив, рослинність, підлісок і деревний ярус, змінюється структура, склад і властивості лісової підстилки і верхніх шарів ґрунту, а також мікроклімат даної місцевості [3].

Після низової пожежі у лісовій підстилці залишається біля 20 % первинної рослинної маси, при верховій – 70%, а при перехідній – 35%. При локальній - лісовій струмні диму може сягати висоти від 0,5 до 3,5 км, а довжина шлейфу димової хмари з радіоактивними продуктами згорання – до 30км. При цьому концентрація зважених часток диму у повітрі може підвищуватися у три рази і складати 100мг/м². У процесі розвитку лісової пожежі відбувається мінералізація лісової підстилки та органічної речовини у верхній частині ґрунтового покриву на глибину до 5см, що становить безпеку вітрової ерозії, та перенесення радіоактивної золи у природний ландшафт [3].

Одним із ефективних напрямів використання радіоактивно забруднених земель [5-7] є лісовирощування, тому що довіку стиглості насаджень радіоактивність земельних ділянок і самої деревної продукції внаслідок розпаду радіоактивних елементів зменшиться в декілька разів і деревина буде придатною для використання.

Постановка задачі та її розв'язання. Метою роботи є узагальнення та систематизація даних стосовно протипожежного стану радіоактивно забруднених лісових екосистем та аналіз хімічних речовин, які доцільно використовувати при гасінні лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях.

Число лісових пожеж на забруднених ¹³⁷Cs територіях з рівнем радіоактивного забруднення менше 5 Кі/км² складало 68 %, від 15 до 40 Кі/км² – 23%, а інші території з рівнем радіоактивного забруднення – більше 100 Кі/км² [3]. Після аварії на ЧАЕС кількість пожеж та площ пошкоджень вогнем лісів у зоні відчуження збільшилась, що обумовлено впливом комплексу соціально- економічних та радіаційно-лісових чинників, серед яких головним є погіршення протипожежної охорони, протипожежного стану лісових масивів, недостатня ефективність протипожежної профілактики [5-6]. Значні площі пошкодження та загибелі радіоактивно- забруднених лісів від вогню (понад 15 тис. га), загроза вторинного забруднення радіонуклідами чистих територій, вимагають приділення серйозної уваги до питань протипожежного стану лісів в зоні відчуження, розробки і впровадження більш ефективних вогнегасних речовин, оскільки тривалість життя радіоактивної димової хмари у нижній тропосфері (до 1,5 км) - менше тижня, у верхній тропосфері – близько місяця, що створює радіаційну небезпеку [3, 5]. На сьогоднішній день для гасіння переважної кількості лісових пожеж використовується вода. Особливістю гасіння лісових пожеж є необхідність доставки великої кількості води до місця пожежі. Тому актуальним є розробка рецептур водних вогнегасних речовин, які б підвищували вогнегасну здатність води, були екологічно безпечними, доступними, корозійно інертними.

Для поліпшення вогнегасних властивостей води до неї додають поверхнево-активні речовини та полімери [8-11], що зменшують гідравлічний опір і турбулентність потоків [12]. На наш погляд, вирішення проблем, що пов'язані з підвищенням вогнегасної ефективності води, можна досягти за рахунок гуанідинових полімерів [13-20], які є екологічно безпечними речовинами та належать до IV класу токсичності [21].

Виклад основного матеріалу дослідження. Щільність радіоактивного забруднення в лісах у середньому на 25–30% вища, ніж на неозелених територіях, розташованих поряд

[5-7]. У регіональному і глобальному масштабах санітарно-радіологічна роль лісів незначна, проте в локальному — вона визначаюча. Ліси в післяаварійний період міцно утримують значну кількість радіонуклідів, тим самим захищаючи від радіоактивного забруднення поверхневі і ґрунтові води, а також суміжні ландшафти. Ліси, забруднені радіонуклідами, зберегли і свої санітарно-захисні функції, що виявляються в запобіганні вторинного перенесення радіонуклідів [6].

На міграцію радіонуклідів та їх винесення за межі лісових екосистем істотно впливають лісові пожежі. При цьому спостерігається збільшення концентрації радіонуклідів у недогорах та попелі, а також їх перехід в аерозолі димів та пилу, з якими вони переносяться на сусідні території, посилюється їх міграція в ґрунт [5, 22]. За відповідних умов радіонукліди в аерозолях димів можуть підніматися на велику висоту і переноситися на значні віддалі. Експериментально визначено величину виносу ^{137}Cs з елементів фітоценозу при їх згоранні, що становить приблизно 8% загального запасу радіоцезію в біоценозі до пожежі [5, 23]. В цілому утворення і поширення радіоактивних частинок (сажа, попіл) і в атмосфері залежить від площі лісових пожеж, кількості матеріалу, що горить на одиницю поверхні швидкості горіння, виду пожежі [5, 24].

Кожне урочище на забруднених територіях потребує відповідного протипожежного порядкування згідно з діючими нормативами. На всіх проїжджих дорогах в лісових масивах та в населених пунктах забруднених територій виставляють аншлаги, що попереджують про пожежну небезпеку. В пожежонебезпечний період регулярно по радіо і телебаченню ведеться відповідна агітаційна робота, в'їзд транспорту в насадження забороняється, всі лісові дороги перекриваються шлагбаумами [5].

Для виявлення загорань у пожежонебезпечний період ведеться цілодобове чергування в лісництвах, спостереження з пожежних веж, постійний авіанагляд. Найбільш перспективні, особливо на територіях з високою щільністю забруднення, дистанційні методи оперативного виявлення місць загорань. До них відносяться телевізійні лазери, дальномірні спостережні комплекси, що дають змогу вести спостереження за масивами лісу в межах 15-20 км, визначати азимут загорань і віддаль до них, а також програмно-апаратний комплекс обробки супутникової інформації з метою оперативного пошуку осередків пожеж і контролю за ними, що дає змогу виявляти аномально нагріті точки і накладати їх на геоінформаційну систему [5, 25].

Гасіння пожеж у насадженнях зі щільністю забруднення від 2 до 15 $\text{Кі}/\text{км}^2$ ведеться наземними і авіаційними методами, створенням загороджувальних і опорних ліній із застосуванням вогнегасних сумішей та ґрунтоподібної техніки. При гасінні пожеж вживають додаткових заходів щодо захисту людей від шкідливої дії пилу і продуктів горіння (спецодяг, засоби органів дихання).

Гасіння пожеж у насадженнях зі щільністю забруднення понад 15 $\text{Кі}/\text{км}^2$ проводиться в основному авіаційним методом. Влаштовують загороджувальні протипожежні смуги з використанням вогнегасних хімічних сумішей. В окремих випадках гасять пожежі у таких насадженнях спеціалізованим пожежним десантом наземними методами [5].

Перспективним у плані ефективного гасіння пожеж на територіях з високою щільністю забруднення радіонуклідами є високонапірне зливне пристосування для гелікоптера МІ-8МТ, що дає змогу за один виліт обробити вогнегасною рідиною смугу лісу $200 \times 3-5\text{м}$ [5, 24]. Для локалізації пожеж, влаштування тимчасових мінералізованих смуг та захисту деревини від загорань на забруднених територіях застосовують вогнезахисні суміші різного складу [5]. В Білорусі успішно випробувано суміш «Метафосил», вогнезахисний ефект якої зберігається 30-40 діб. Вихід попелу при згоранні обробленої «Метафосилом» деревини знижується в 2-3 рази [5, 26].

Спалахи масового розмноження шкідників значно погіршують санітарний стан лісових насаджень, призводять до накопичення ослаблених дерев та сухостою, що в свою чергу підвищує вірогідність виникнення пожеж. Найбільшу загрозу сосновим насадженням, забруднених радіонуклідами, становлять звичайний та рудий соснові пильщики, соснова

совка і особливо сосновий шовкопряд та шовкопряд – монашенка, листяним - листовійки, непарний шовкопряд та інші [5].

Для захисту лісових насаджень від масового пошкодження хвоє-листогризучими шкідниками лісозахисні заходи планують і практикують у всіх зонах радіоактивного забруднення [5].

На територіях з рівнем забруднення понад 15 Кі/км^2 обстежують насадження під час пожежного авіапатрулювання. Нагляд за станом таких насаджень здійснюють також шляхом дешифрування спектрональних аерофотознімків. Наземне лісопатологічне обстеження в насадженнях з щільністю забруднення до 15 Кі/км^2 здійснюється згідно з діючими інструкціями.

У насадженнях щільністю забруднення вище 15 Кі/км^2 , в осередках понад 50 га, обов'язково проводиться детальне наземне обстеження з метою виявлення виду шкідника, стану популяції, фази розвитку та загрози об'їдання. Винищувальні заходи здійснюються з допомогою авіації незалежно від щільності забруднення насаджень при загрози об'їдання більше 30% хвойних і 50 % листяних з використанням хімічних і мікробіологічних препаратів згідно з «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні». Перевага надається біологічним екологічнобезпечним препаратам на основі ентомопатогенних вірусів, бактерій та грибів, а також синтетичним препаратам, що порушують ріст і розвиток шкідників. В окремих випадках при високому ступені загрози об'їдання застосовують синтетичні піретроїди. Найбільшою загрозою для соснових насаджень, забруднених радіонуклідами, є кореневі гнилі, збудник яких - гриб коренева губка та деякою мірою опеньок осінній. Коренева губка поширена в чистих соснових насадженнях, створених на староорних землях і найбільш небезпечна в даних умовах. Осередки опенька осіннього в основному поширені в сосняках, створених на суглинистих землях та на місці вирубок листяних насаджень. Осередки цих хвороб є резерватами основних шкідників лісу і особливо стовбурових [5].

У зв'язку з тим, що всихання дерев в осередках кореневої губки має хронічний характер, їх ліквідація вибірковими санітарними рубками маловірогідна, тому періодичне вирубування ослаблених дерев і сухостою є необхідним заходом, що запобігає розвитку осередків шкідників та виникненню верхових пожеж [5].

Санітарний стан насаджень, створених на корінних лісових землях, задовільний, природний відпад дерев, навіть у загущених насадженнях, рівномірний по площі за низовим типом, і значного накопичення горючого матеріалу тут не відмічається.

Проте в насадженнях, де в зв'язку з високим рівнем забруднення рубки догляду не здійснюються, накопичуються сухостійні та повалені дерева, що потребує періодичних вибіркових санітарних рубок та очистки насаджень від захаращення. В насадженнях з рівнем забруднення 5 Кі/км^2 санітарні рубки та очищення насаджень від захаращення проводять без обмежень згідно з санітарними правилами в лісах України [5]. В насадженнях з рівнем забруднення ^{137}Cs понад 5 Кі/км^2 санітарні рубки та очищення насаджень від захаращення можливі лише за масового всихання, вітровалів, буреломів та згарників на площі понад 5 га. При всіх видах обліків та заходів в насадженнях з щільністю забруднення понад 15 Кі/км^2 застосовуються лише методи, що максимально скорочують термін перебування людей в лісі [5].

Висновки. Згідно останніх наукових досліджень існує велика вірогідність того, що значні потоки радіонуклідів разом із димом лісових пожеж будуть перенесені вітром на сотні та тисячі кілометрів, негативно вплинуть на населення та призведуть до вторинного забруднення земель. В результаті підвищується загроза надходження радіонуклідів інгаляційним шляхом не тільки для пожежних та персоналу зони відчуження, але й для населення відносно віддалених регіонів. Тому актуальним є розробка та застосування вогнегасних сумішей для можливості ліквідації пожежі на початковій стадії. Небезпека лісової пожежі, в зонах радіоактивного забруднення, може бути суттєво знижена шляхом обробки деревини від загорань вогнезахисними сумішами пролонгованої дії.

Забезпечення хімічної безпеки і екологічної нешкідливості реагентів, що використовуються для при гасінні пожеж та захисту деревини від загорань, можна досягти, використовуючи полімерні поверхнево-активні речовини на основі солей гуанідину. Дані полімери є екологічно чистими, безпечними для людей і тварин. Можуть ефективно використовуватися для гасіння пожеж класу А [13-15,17-20] та захисту деревини від загорань [17, 27-28]. Мають широкий спектр біоцидної активності [21] та ефект пролонгованої дії, що є актуальним для збереження та захисту лісових насаджень від шкідників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ландін В.П. Емпіричні засади методології реабілітації радіаційно забруднених лісових земель/ В.П. Ландін // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2013.- №23.10.- С.80-87.
2. Ландін В.П. Особливості відновлення лісокористування в лісах, забруднених радіонуклідами/ В.П. Ландін // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2013.- №23.11.- С.38-44.
3. Єременко С.А. Аналіз пожежонебезпечних ситуацій та чинників радіаційної небезпеки при пожежах в лісах, забруднених радіонуклідами / С.А. Єременко, В.Л. Сидоренко, С.І. Азаров та ін.// IV Міжнародна науково-практична конференція Надзвичайні ситуації: безпека та захист. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ - 2014.- С. 288-291.
4. Азаров С.І. Дослідження надходження ^{137}Cs в повітря при лісових пожежах в Чорнобильській зоні / С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко, О.В. Руденко та ін. // Пожежна безпека: теорія і практика. — 2011. —№9. — С. 5-10.
5. Основи лісової радіоекології / [Патлай І.М., Давидов М.М., Ландін В.П. та ін.] - Київ: Ярмарок, 1999.- 251с.
6. Ландін В.П. Особливості радіоактивного забруднення лісів Українського Полісся / В.П. Ландін // Лісництво і агролісомеліорація. — 1993. — Вип.86.- С. 10-16.
7. Ландін В.П. Методологія реабілітації та збалансованого використання радіоактивно забруднених лісових екосистем: автореф. дис.на здобуття ступеня доктора с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія»/ В.П. Ландін. - К., 2013.- 41с.
8. Антонов А.В. Вогнегасні речовини А.В. Антонов, В.О. Боровиков, В.П. Орел, В.М. Жартовський, В.В. Ковалишин. – Київ: Пожінформтехніка, 2004. – 176 с.
9. Тарахно О.В. Фізико-хімічні основи використання води в пожежній справі О.В.Тарахно, А.Я. Шаршанов Навчальний посібник. Харків, 2004. – 254 с.
10. Ковалишин В.В. Пінне гасіння В.В Ковалишин, О.К Васильєва., И.М Козяр -Львів, СПОЛОМ. -2007. 168 с.
11. Козяр Н.М. Шляхи підвищення ефективності застосування водних та водопінних вогнегасних речовин /Н.М. Козяр // Науковий вісник УкрНДІПБ – 2009. - №2 (20). – С.13-18.
12. Трофимов В.А. Рабочие жидкости систем гидропривода В.А.Трофимов, О.М. Яхно, А.П. Губарев, Р.И. Солонин – К.: НТУУ «КПІ», 2009.-184с.
13. Жартовський В.М. Застосування полімерної поверхнево-активної речовини гуанідинового ряду з метою підвищення вогнегасних властивостей води / В.М. Жартовський, Т.В. Магльована, С.В. Жартовський // Пожежна безпека: теорія і практика. — 2012. — №12.- С. 35-40.
14. Магльована Т.В. Використання гуанідинових полімерів для поліпшення вогнегасних властивостей води / Т.В. Магльована, В.М. Кришталь // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту». Черкаси. - 2010. - С.31.
15. Маглевая Т.В. Исследование огнетушащих свойств водных растворов полимерных катионных поверхностно-активных веществ гуанидинового ряда / Т.В. Маглевая, Л.Ю Пасека // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Чрезвычайные ситуации: теория, практика». Гомель. - 2011. С.273-274.

16. Магльована Т.В. Дослідження показника в'язкості водних розчинів полімерної речовини полігексаметиленгуанідин хлориду / Т.В. Магльована, В.М Кришталь, Т.Ю. Нижник // Пожежна безпека: теорія і практика. — 2010. —№6. — С. 77-81.
17. Жартовський В.М. Активний і пасивний протипожежний захист об'єктів з пожежним навантаженням із целюлозовмісних матеріалів / Жартовський В.М., Жартовський С.В. // Пожежна безпека: теорія і практика. — 2011. —№9. — С. 44-60.
18. Жартовський С.В. Дослідження фізико – хімічних властивостей водної вогнегасної речовини ФСГ-2 і механізму її вогнегасної дії під час гасіння пожеж класу А/ С.В. Жартовський // Науковий вісник УкрНДІ ПБ. — 2011. —№1 (23). — С. 132-142.
19. Ніжник В.В. Обґрунтування застосування деяких водних вогнегасних речовин для систем пожежогасіння під купольних дерев'яних конструкцій культових споруд / В.В. Ніжник, С.В. Жартовський, О.М. Тимошенко та ін. // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2010.- №2 (22). – С.131-134.
20. Жартовський С.В. Дослідження реологічних властивостей водної вогнегасної речовини ФСГ-2 / С.В. Жартовський, О.Д. Коваль, І.Г. Маладика, В.М. Кришталь // Пожежна безпека: теорія і практика. — 2011. —№9. — С. 53-60.
21. Гембицкий П.А. Полимерный биоцидный препарат полигексаметиленгуанидин / П.А.Гембицкий, И.И. Воинцева. - Запорожье, 1998. 44с.
22. Карачев И.И. Радиологическая обстановка в местах проведения лесоводственных мероприятий по возрождению и эксплуатации лесных массивов зоны отчуждения ЧАЭС и уровня облучения работающих / И.И. Карачев, З. В. Калашникова, Л. И. Иговицына и др. // Чернобыль-96: «Итоги 10 лет работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС».- Зеленый Мыс, 1996. – С. 295.
23. Кадыгроб А.М. Оценка вторичного радиационного загрязнения окружающей среды, связанного с переносом радионуклидов вследствие лесных пожаров / А.М. Кадыгроб, С.М. Лундин, В.П. Процак // Чернобыль-96: «Итоги 10 лет работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС».- Зеленый Мыс, 1996. – С. 285.
24. Азаров С.И. Радиационная опасность лесных пожаров в постчернобыльской зоне / С.И. Азаров, В.А. Пшеничный // Чернобыль-96: «Итоги 10 лет работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС».- Зеленый Мыс, 1996. – С. 116.
25. Душа – Гудым С.И. Лесные пожары на территориях, загрязненных радионуклидами /С.И. Душа – Гудым // Охрана и защита леса; механизация лесопользования: обзорная информация. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1989. – Вып. 9. – 50с.
26. Богданова В.В. Исследование эффекта применения огнезащитного состава «Метафосил» в условиях Чернобыльской зоны / В.В.Богданова, Л.В. Кобец, В.В. Усенова и др. // Лесная наука на рубеже XXI века Сб. науч. трудов. – Гомель, 1997. – Вып. 46. - С.185-187.
27. Жартовський В.М. Дослідження з підвищення ефективності застосування вогнезахисної деревини / В.М. Жартовський Ю.В. Цапко, К.І Соколенко., Р.В. Ліхнівський // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К., 2006. – № 1 (13). – С. 55–58.
28. Бут В.П. Новые высокоэффективные огнезащитные композиции для древесины ДСА-1 и ДСА-2 / В.П. Бут, В.М. Жартовский, Ю.В. Цапко, О.Г. Барило // Пожаровзрывобезопасность. – 2004. – № 4. – С. 39–42.

УДК 614.84

Мигаленко К.І., Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України,
Михайлишин М.Р., Ущипівський І.Л.,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШННЯ І ЗБЕРІГАННЯ ТОРФУ

Проаналізована пожежна безпека технологічного процесу сушіння і зберігання торфу, визначені основні небезпечні фактори, що впливають на інтенсивність пожеж, розроблена математична модель визначення теплових потоків полум'я пожежі, які падають на сусідні штабелі та навколишні будівлі. Досліджено величину температури на поверхні штабелів зумовлену тепловими потоками.

Ключові слова: торф'яні поля, штабелі торфу, пожежна безпека, теплові потоки пожежі, кутові коефіцієнти випромінювання.

В період енергетичної кризи перспективним напрямком є використання торфу в якості палива. В Україні загальна площа торфовищ і земель із торфовим ґрунтом, включаючи деградовані торфовища, становить 0,9 млн. га [1].

У Львівській області площа торфополів складає 5443 га. Існує дві основні схеми видобутку торфу: порівняно тонкими шарами з поверхні землі й глибокими кар'єрами на всю глибину торф'яного шару. Відповідно першій із цих схем торф витягають, вирізуючи верхній шар, відповідно другій – екскаваторним (або кусковим) способом. Відповідно й торф по способу видобутку розділяють на відрізний (фрезерний) і кусковий. Видобування торфу здійснювалось екскаваторним та фрезерним способами. В залежності від кількості видобутого торфу – площі поділені на виробничі ділянки (400-500 га), які знаходяться на незначній відстані від населених пунктів та лісових масивів.

Торфовиробництво є пожежо- та вибухонебезпечним. Основним джерелом вибухонебезпеки при роботі брикетного заводу є торфовий пил, а пожежної небезпеки – зберігання в штабелях.

Відповідно до аналізу загорянь, які траплялися в попередні роки ймовірність виникнення пожеж в лісгосподарствах та на торфовищах на території області свідчать про те, що їх кількість та загальна площа пов'язані з кліматичними та погодними умовами. Відсутність опадів та суха жарка погода сприяють виникненню пожеж та розповсюдженню їх на значні площі, а найімовірнішими що до їх виникнення є площі близькі до населених пунктів.

Гасіння пожеж найбільш ефективно, якщо на самому початку створені штучні рубежі, які зупиняють їх розвиток по всіх напрямках.

Задачі з підвищення протипожежної стійкості вирішують комплексно при проектуванні, в ході будівництва і експлуатації торф'яних підприємств.

Для підвищення протипожежної стійкості торфопідприємств при їх проектуванні і їх будівництві територію полів ділять на окремі ділянки-квартали влаштовуючи між ними протипожежні розриви, забезпечують поля вузькоколійними дорогами, проїздами для тракторів та машин, а також проходам для успішної евакуації людей і обладнання з небезпечних зон.

Площі полів добування торфу які становлять 600-800 га і більше необхідно розділяти протипожежними розривами на ділянках, які не перевищують 200 га. Такі ділянки значно обмежують розповсюдження пожежі. Досвід боротьби з пожежами підтвердив необхідність подібного розділення полів добування торфу.

Між окремими ділянками, полями сушки торфу і прилеглими до них лісовими масивами, або не використовуваними ділянками торф'яних родовищ передбачаються протипожежні розриви 75-100 м. Розриви між полями добування фрезерного торфу і селищами досягають 300 м. Протипожежні розриви очищають від рослинності, по

внутрішньому краю розриву копають канали. На протипожежних розривах обладнують, для тракторів та машин, вузькоколіїні дороги або проїзди, які можна використовувати для доставки протипожежного обладнання.

В спекотні літні дні протипожежні розриви на торфополях періодично зволожуються. Для цього заглиблюють один з валових каналів і роблять з більшим, ніж звичайно поперечним перерізом. Цей канал повинен бути постійно заповнений водою для зволоження торфу та гасіння пожежі. Без виконання заходів з протипожежної стійкості приймати торф'яні поля в експлуатацію забороняється.

Для попередження самозаймання фрезерного торфу штабелі ізолюють від проникнення в них повітря. Найчастіше для цього використовують сирий фрезерний дрібняк, який наносять на поверхню штабелів. Розрівнювання дрібняку по поверхні штабеля і його ущільнення виконують штабелювальними машинами.

В тепліший час розробляють нові, більш дешеві і ефективні способи ізоляції штабелів. Так наприклад, розроблені два варіанти тонкошарового ізоляційного покриття штабелів, яке складається з двох шарів. При першому варіанті внутрішній шар, який накладається безпосередньо на поверхню штабеля, виготовляють із сирого торфу (товщина шару після висихання 4-9 мм). Зовнішній шар, виконаний з бітумних матеріалів, накладають на внутрішній після його підсихання протягом 8-10 діб. При другому варіанті, ізоляційний шар становить 7 см, складається з інтенсивного переробленого вологого торфу вологістю 82-89 %. Такий шар повністю повітронепроникний. Для попередження від висихання і збереження захисних властивостей ізоляційний шар покривають фрезерним дрібняком вологістю 74-81 %, товщиною 5 см.

Для своєчасного вжиття заходів проти самозаймання фрезерного торфу необхідно контролювати його температуру. Згідно з діючою інструкцією, вимірювання температури в штабелях починають не пізніше ніж через 10 діб від початку робіт зі складування торфу і продовжують до завершення ізоляційних робіт. Виконують також контрольні заміри температури і перевіряють справність ізоляції штабелів добування минулих років, які залишилися на зберіганні. Температуру в штабелях вимірюють вмонтованим термометром або спеціальними термовизначниками.

Всім відомо, що пожежу набагато легше попередити ніж гасити. Профілактика торф'яних пожеж передбачає в першу чергу своєчасне виявлення пожежі наземною лісовою охороною (охороною підприємства) за допомогою пожежно-спостережних вишок. Кожна ділянка лісової чи торфової території повинна проглядатися не менше ніж з двох а краще з трьох вишок, щоб якомога точніше і скоріше визначити місце пожежі.

Бажано щоб комплекс заходів і дій, які направленні на попередження, локалізацію і ліквідацію пожежі проводились силами і засобами наземної державної лісової охорони, працівниками торфопідприємств, особовим складом підрозділів ДСНС та авіацією ДСНС України [2].

Для прийняття правильного рішення по гасінню пожежі на торфопідприємстві проводиться розвідка, яка встановлює напрямок і швидкість розповсюдження фронту і флангів пожежі, наявність загрози об'єктам, польовим гаражам, селам та штабелям торфу. Визначаються перешкоди, які можна використовувати для локалізації пожежі, ступінь загрози переходу вогню в прилеглі лісні масиви та сільськогосподарські угіддя.

Таким чином, на першій стадії гасіння пожежі потрібно створити перешкоди її розповсюдженню, шляхом видалення або зволоження сухого торфу по периметру горючої площі. На другій стадії необхідно вжити заходів для усунення горіння торфу на поверхні штабелів і полів.

Якщо встановлена небезпека поширення пожежі в сторону селища, штабелів торфу, складів горючих рідин та інших важливих ділянок, тоді керівництво штабу підсилює дільниці, які працюють на цьому напрямку, технікою засобами пожежогасіння і працівниками. При збільшенні швидкості розповсюдження задимлення на вирішальному напрямку, при дуже сильному вітрі керівництво штабу, для запобігання нещасних випадків з людьми, може тимчасово, до зменшення швидкості вітру з підвітряної сторони, перевести техніку і людей на один із флангів.

Гасіння палаючого торфу на поверхні полів і в штабелях є складним процесом. Тому на гасіння повинні направлятися пожежні підрозділи торфопідприємств і всі технічні засоби, які є з залученням працівників.

Гасіння палаючих штабелів фрезерного торфу здійснюється водяними струменями і розчинами змочувачів. В середньому на один штабель при роботі двох стволів "Б" затрачається біля 6 годин. Це пояснюється тим, що торф'яний дрібняк дуже погано змочується водою. Значна частина води не проникає в глибину штабелів, а скочується до його підшви і розмиває його. Тому для промивання штабелів торфу найбільш доцільно застосовувати стволи "А" або лафетні стволи, що сприяє більш ефективній і швидкій обробці штабеля протягом 4 годин.

Процес горіння штабелів торфу супроводжується щільним задимленням території торфополів, а також прилеглих лісових масивів та селищ. Для запобігання втрати орієнтації і оточення вогнем, задалегідь позначаються і виділяються суходільні ділянки, валові канали та інші безпечні місця куди при виникненні загрози слід відводити людей і техніку [3].

Теплообмін між факелом пожежі і навколишніми предметами та механізмами здійснюється завдяки теплопровідності, конвекції та випромінювання. Із збільшенням температури факела, випромінювання збільшується, оскільки зростає його внутрішня енергія. Залежність інтенсивності випромінювання від температура значно більша, ніж від теплопровідності і конвекції. При високих температурах (500 °C і більше) поширення тепла променевим теплообміном є переважаючим порівняно з конвекцією і теплообміном. Випромінювальні характеристики факела полум'я та його структура залежать від складу горючого матеріалу [4].

Постановка задачі. Під час горіння штабеля торфу виділяється велика кількість тепла, значна частина якого передається до навколишніх штабелів та будівель. Величина теплового потоку залежить від температури полум'я, його форми і площі, віддалі до тіл, що нагріваються, кутових коефіцієнтів випромінювання та ступеня чорноти полум'я і тіл. Тому визначення і дослідження величини теплового потоку, що нагріває сусідні штабелі, і дослідження динаміки їх нагріву є актуальною задачею.

Виклад основного матеріалу. Інтенсивність і величина нагріву навколишніх предметів, штабелів залежить від величини теплового потоку, обумовленого пожежею. При дослідженні теплообміну випромінювання між факелом і будівлями та торф'яними штабелями необхідно визначити долю енергії випромінювання факела, яка поглинається конструкціями та штабелями. Якщо факел рухається вверх паралельно до сусіднього штабеля то цей потік визначається за формулою [5].

$$\varepsilon_1 = 0.93, \quad (1)$$

де ε_1 – зведений ступінь чорноти системи полум'я-штабель; ε_2 – ступінь чорноти поверхні сусіднього штабеля; $\varepsilon_2 = 0.7$ – ступінь чорноти поверхні штабеля, що горить; φ_{2-1} - частина повної енергії випромінювання факела, яка поглинається поверхнею штабеля; T_1 – температура поверхні штабеля; T_2 - температура факела, K .

1. Якщо висота факела c , висота штабеля b , а віддаль між ними r , то кутовий коефіцієнт випромінювання визначаємо за формулою [6].

$$\varphi_{2-1} = \frac{2}{\pi} \cdot \left[\left(\frac{1}{2 \cdot A \cdot B} \right) \cdot \ln \left(\frac{(1 + A^2) \cdot (1 + B^2)}{1 + A^2 + B^2} \right) + \frac{\sqrt{1 + A^2}}{A} \cdot \arctg \left(\frac{B}{\sqrt{1 + A^2}} \right) + \frac{\sqrt{1 + B^2}}{B} \cdot \arctg \left(\frac{A}{\sqrt{1 + B^2}} \right) - \frac{1}{A} \cdot \arctg(B) - \frac{1}{B} \cdot \arctg(A) \right], \quad (2)$$

де: $A = \frac{a}{r}$, $B = \frac{b}{r}$.

2. Якщо на площині на якій стоїть штабель на віддалі r виникає невелике полум'я площа якого паралельна боковій поверхні штабеля то кутовий коефіцієнт записується у вигляді:

$$\varphi_{2-1}^* = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\frac{A}{\sqrt{1+A^2}} \cdot \arctg\left(\frac{B}{\sqrt{1+A^2}}\right) + \frac{B}{\sqrt{1+B^2}} \cdot \arctg\left(\frac{A}{\sqrt{1+B^2}}\right) \right] \quad (3)$$

3. Якщо на площині, що проходить через основу штабеля розміри якого $a \times b$ на віддалі r виникає пожежа то кутовий коефіцієнт визначається за формулою:

$$\varphi_{2-1}^{**} = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\arctg\left(\frac{b}{r}\right) - \frac{\frac{r}{b}}{\sqrt{\left(\frac{a}{b}\right)^2 + \left(\frac{r}{b}\right)^2}} \cdot \arctg\left(\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{a}{b}\right)^2 + \left(\frac{r}{b}\right)^2}}\right) \right] \quad (4)$$

За формулами (2)-(4) проведені розрахунки кутових коефіцієнтів в залежності від r , при $a=2$ м, $b=3$ м. Розрахунки представлені графічно на рисунку 1.

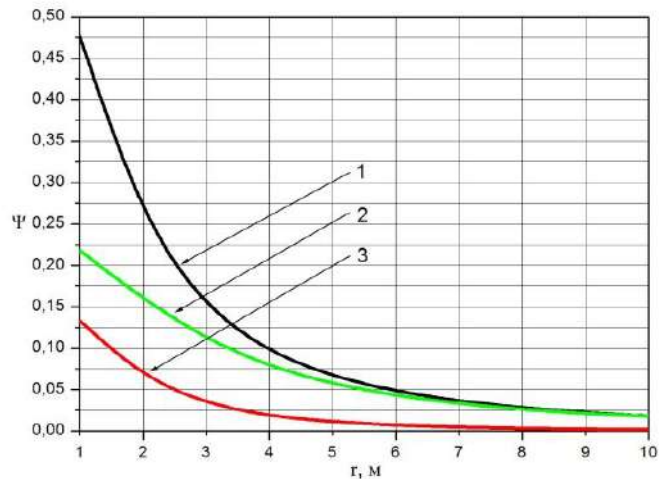


Рисунок 1 – Залежність величини кутового коефіцієнту від віддалі r між штабелем та площиною полум'я.

За формулою (1) проведені розрахунки величини теплового потоку q в залежності від температури поверхні торф'яного штабеля. При цьому враховано, що температура горіння торфу $T_2=1150$ К. Результати розрахунків представлені на рисунку 2.

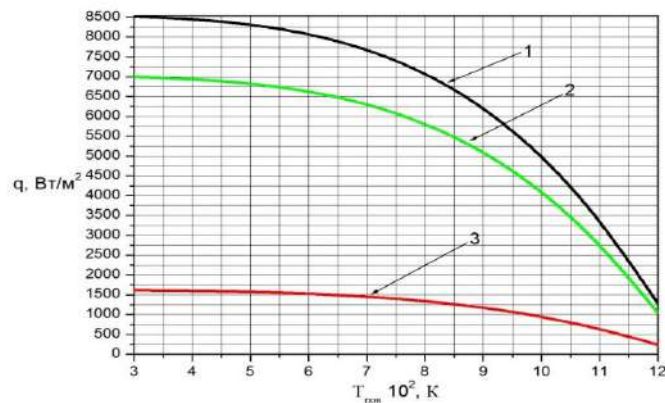


Рисунок 2 – Розподіл теплового потоку при зміні температури на поверхні штабеля де: 1 - тепловий потік при φ_{2-1}^* ; 2 - тепловий потік при φ_{2-1}^* ; 3 - тепловий потік при φ_{2-1}^{**}

Розглядаючи задачу теплопровідності з граничними умовами другого роду одержано рівняння для знаходження температури в штабелі, що нагрівається.

$$t(\tau, x) = \frac{q}{\lambda} \cdot \int_x^{\infty} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{at}} \right) dx \quad (5)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К; a – коефіцієнт температуропровідності ;

τ – час, с; $\operatorname{erfc} x =$. За формулою (5) проведені розрахунки температури на боковій поверхні штабеля ($x=0$) при $r=4$ м. Результати представлені графічно на рисунку 3.

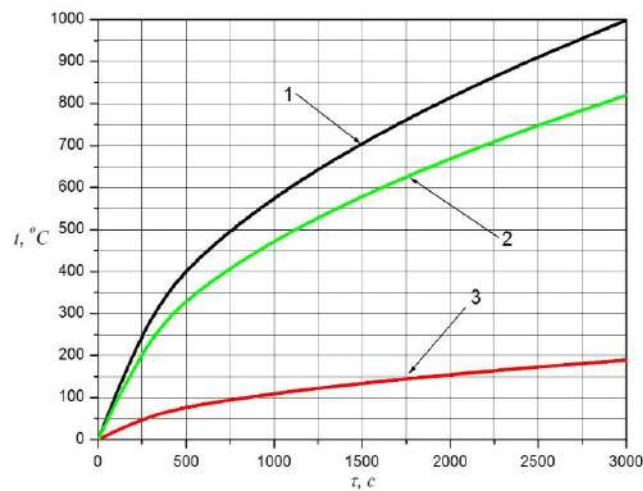


Рисунок 3 – Зміна температури на поверхні штабеля з плином часу де: 1 - температура на поверхні штабеля при φ_{2-1} ; 2 - температура на поверхні штабеля при φ_{2-1}^* ; 3 - температура на поверхні штабеля при $\varphi_2^{**} - 1$.

З аналізу рисунку видно, що величина температури залежить від кутових коефіцієнтів та величини часу. Якщо торф нагріється до критичної температури він загориться.

Висновки. Для підвищення пожежної безпеки на торфополях необхідно вибрати оптимальні розриви між штабелями та навколишніми спорудами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році. - Київ, В-во ЛДУБЖД. 2012. – с.359
2. Мигаленко К.І. Проблеми розповсюдження пожеж на торф'яниках в літній період / Ленартович Є.С. / Пожежна безпека. Збірник наукових праць – Львів: ЛДУБЖД, 2011, - №18 – С.107-113.
3. Ушапівський І.Л. Гасіння пожеж лісових та торф'яних пожеж у Львівській області / І.Л. Ушапівський, В.Б. Грицай, С.І. Пехник // Пожежна безпека. Збірник наукових праць – Львів: ЛДУБЖД, 2005, - №6 – С.35-42.
4. Романенко П.Н. Теплопередача в пожарном деле. / Романенко П.Н., Бубырь Н.Ф., Башкирцев М.П. М.: ВШ МВД СССР, 1969. – 425 с.
5. Блох А.Г. Основы теплообмена излучением Госэнегоиздат, 1962. – 487 с.
6. Р.Зигель, Дж. Хауелл. Теплообмен излучением. Мир, М.: АН СССР, 1975. - 936 с.

УДК 614.84

С. В. Новак, к.т.н., с.н.с.,
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту ДСНС України

ТОЧНІСТЬ РОЗРАХУНКОВОГО МЕТОДУ ОЦІНКИ ВОГНЕСТІЙКОСТІ КАМ'ЯНИХ НЕНЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

Наведено результати розрахунку вогнестійкості ненесучих стін з ніздрюватого бетону густиною 500 кг/м^3 методом, який встановлено в європейському стандарті (єврокод 6) щодо проектування вогнестійких кам'яних конструкцій. Визначено, що при застосуванні під час цих розрахунків температурних залежностей теплофізичних характеристик (коефіцієнта теплопровідності та питомої об'ємної теплоємності) ніздрюватого бетону, наведених в єврокод 6, відмінність між розрахунковими та експериментальними значеннями межі вогнестійкості конструкції може досягати значної величини. Показано, що для зменшення відхилення між розрахунковими і експериментальними значеннями вогнестійкості є доцільним проводити уточнення теплофізичних характеристик матеріалів, з яких складається конструкція, шляхом розв'язання оберненої задачі теплопровідності за даними температурних вимірювань, отриманими під час випробувань на вогнестійкість.

Ключові слова: будівельна конструкція, вогнестійкість, задача теплопровідності, розрахунковий метод, теплофізичні характеристики, єврокод.

При впровадженні європейських стандартів (єврокодів 1, 2-6, 9) [1-7], які встановлюють застосування розрахункових методів оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій, відкритим залишається питання щодо точності результатів, отриманих за цими методами. У єврокод 6 [6] наведено, що «достовірність розрахункових методів слід оцінювати порівнянням розрахункової вогнестійкості з результатами випробувань», але не надано даних щодо точності цих методів. Точність оцінки вогнестійкості розрахунковим шляхом залежить від багатьох чинників [8], зокрема, для ненесучих конструкцій – від похибки в завданні теплофізичних характеристик (далі – ТФХ) матеріалів, з яких складається конструкція. Тому метою даної роботи було поставлено отримання даних щодо точності визначення розрахунковим методом, наведеним в єврокод 6, межі вогнестійкості одного з видів будівельних конструкцій - ненесучих стін з ніздрюватого бетону густиною 500 кг/м^3 .

Для досягнення поставленої мети експериментальним шляхом за ДСТУ Б В.1.1-15:2007 [9] в умовах впливу стандартного температурного режиму визначено розподіл температури по товщині стіни завтовшки 200 мм з ніздрюватого бетону густиною 500 кг/м^3 , який наведено на рис. 1. З використанням температурних залежностей ТФХ (коефіцієнта теплопровідності λ та питомої об'ємної теплоємності cp), наведених в єврокод 6, розв'язанням прямої задачі теплопровідності (далі – ПЗТ) за неявною схемою апроксимації [10] визначали розрахункові значення температури у зазначених точках по товщині стіни. Отримані розрахункові значення температури T_p порівнювали з відповідними експериментальними величинами T_e , і визначали їх середньоквадратичне відхилення за такою формулою:

$$F = \left[\sum_{j=1}^m (T_{pj} - T_{ej})^2 / m \right]^{0,5}, \quad (1)$$

де m – кількість експериментальних значень T_e .

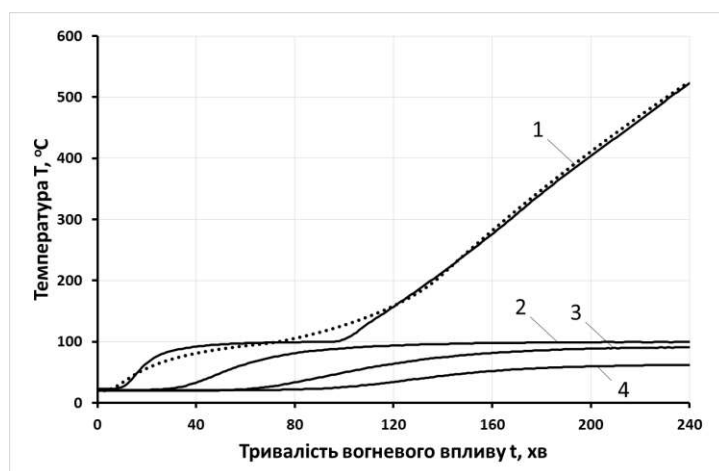


Рисунок 1 – Залежності температури в різних точках по товщині стіни від тривалості вогневого впливу: 1 – $x = 150$ мм; 2 – $x = 100$ мм; 3 – $x = 50$ мм; 4 – $x = 0$. Безперервні лінії – експериментальні залежності, точки – розрахункова залежність, яка визначена за ТФХ, отриманими розв’язанням ОЗТ.

Визначено, що середньоквадратичне відхилення розрахункових значень температури від експериментальних складає $62,8$ °С. Зазначене відхилення викликано тим, що ТФХ ніздрюватого бетону, з якого виготовлено зразки стіни, що піддавались випробуванням на вогнестійкість, відрізняються від тих характеристик, які наведено в єврокодї 6. Така значна величина відхилення свідчить про те, що застосування ТФХ з єврокода може привести до значної похибки в оцінці вогнестійкості стіни.

З метою підвищення точності оцінки вогнестійкості стіни розрахунковим методом було проведено ідентифікацію ТФХ шляхом розв’язання оберненої задачі теплопровідності (далі – ОЗТ) [10]. В результаті проведених розрахунків визначено температурні залежності ТФХ, за яких забезпечується мінімальне середньоквадратичне відхилення F розрахункових температур від експериментальних, що становить $9,9$ °С. Для цього рішення на рис. 1 точками показано розрахункову залежність температури стіни на відстані 150 мм від її необігрівної поверхні від тривалості вогневого впливу, яка наближена до експериментально отриманої відповідної залежності 1. На рис. 2 наведено залежність від температури коефіцієнта теплопровідності λ , отриману розв’язанням ОЗТ, а також відповідну залежність, надану в єврокодї 6. На рис. 3 наведено залежність від температури питомої об’ємної теплоємності c_p , отриману розв’язанням ОЗТ, яка співпадає з залежністю з єврокода 6.

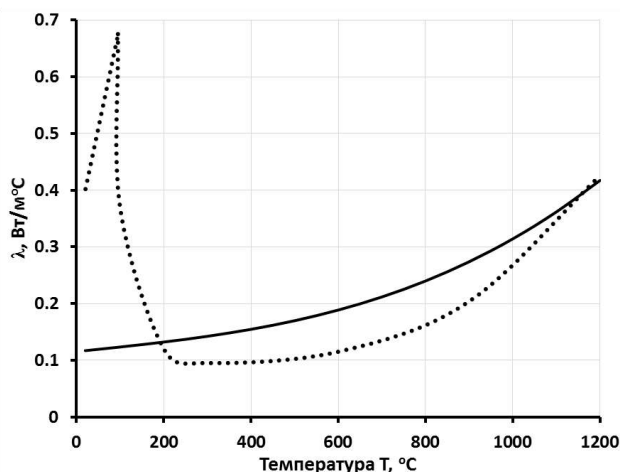


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта теплопровідності ніздрюватого бетону густиною 500 кг/м³ від температури: безперервна лінія – залежність з єврокода; точки – розв’язок ОЗТ.

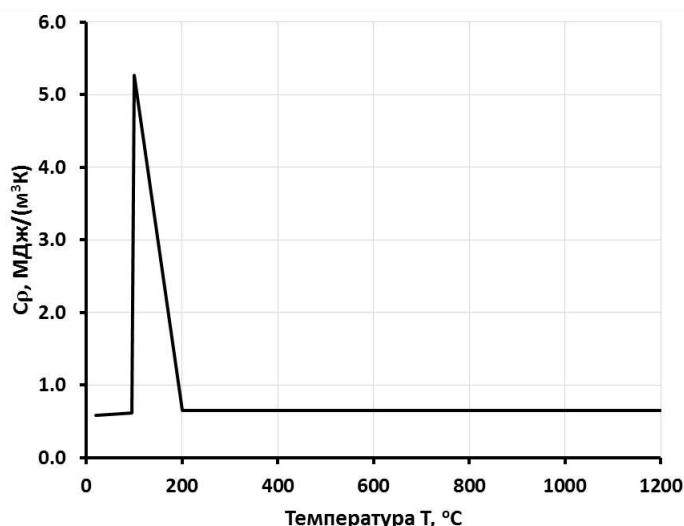


Рисунок 3 – Залежність питомої об'ємної теплоємності нідздрюватого бетону густиною 500 кг/м³ від температури.

Шляхом розв'язання ПЗТ визначали значення температури на необігрівній поверхні стіни (при $x=0$) для різної тривалості вогневого впливу. За отриманими розрахунковими даними встановлювали межу вогнестійкості стіни – час досягнення на її необігрівній поверхні температури 160°C. Такі розрахунки проводили для значень товщини стіни від 50 до 125 мм. Під час їх проведення використовували ТФХ, які були отримані розв'язанням ОЗТ, а також ТФХ, наведені в єврокодї 6.

На рис. 4 показано залежності межі вогнестійкості стіни з нідздрюватого бетону густиною 500 кг/м³ від її товщини, які побудовано за розрахунковими даними, а також за табличними даними, наданими в єврокодї 6. Із аналізу цих залежностей випливає, що найбільші значення межі вогнестійкості мають місце при розрахунках із застосуванням ТФХ, наведених в єврокодї 6. Найбільш наближеними до цих значень (відхилення не перевищує 8 %) є розрахункові дані, отримані за ТФХ, які визначено розв'язанням ОЗТ, найменш наближені (відхилення, в середньому, становить 13 %) – табличні дані.

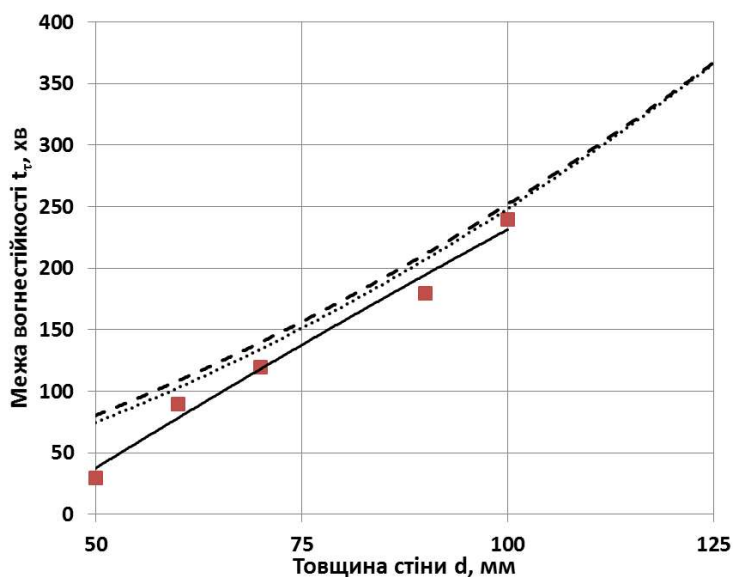


Рисунок 4 – Залежність межі вогнестійкості стіни з нідздрюватого бетону густиною 500 кг/м³ від її товщини: пунктирна лінія – залежність за ТФХ з єврокода; точки – залежність за ТФХ з розв'язку ОЗТ; безперервна лінія – залежність за табличними даними з єврокода.

Із аналізу отриманих результатів зроблено такі висновки.

1. Шляхом порівняння розрахункової вогнестійкості з результатами випробувань та табличними даними отримано дані щодо точності визначення межі вогнестійкості ненесучих стін з ніздрюватого бетону густиною 500 кг/м^3 розрахунковим методом, наведеним в єврокоді 6, який регламентує загальні положення до розрахунку вогнестійкості кам'яних конструкцій.

2. Встановлено, що відхилення між розрахунковими значеннями межі вогнестійкості, визначеними за ТФХ з єврокоду 6, і її експериментальними величинами (результатами випробувань і табличними даними) для ненесучих стін з ніздрюватого бетону густиною 500 кг/м^3 становлять в середньому 13 %.

3. Для зменшення відхилення між розрахунковими і експериментальними значеннями вогнестійкості конструкцій є доцільним проводити уточнення ТФХ матеріалів шляхом розв'язання ОЗТ за даними температурних вимірювань, отриманими під час випробувань на вогнестійкість.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Європейський стандарт EN 1991-1-2:2002 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі.
2. Європейський стандарт EN 1992-1-2:2004 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.
3. Європейський стандарт EN 1993-1-2:2005 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.
4. Європейський стандарт EN 1994-1-2:2005 Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.
5. Європейський стандарт EN 1995-1-2:2004 Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.
6. Європейський стандарт EN 1996-1-2:2005 Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.
7. Європейський стандарт EN 1999-1-2:2002 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.
8. Державні будівельні норми ДБН В 1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
9. Національний стандарт України ДСТУ Б В.1.1-15:2007 Захист від пожежі. Перегородки. Метод випробування на вогнестійкість (EN 1364-1:1999, NEQ).
10. Круковский П.Г. Обратные задачи тепло-массопереноса (общий инженерный подход). Киев, Институт технической теплофизики НАН Украины, 1998, 224 с.

УДК 614.841.332

О.М. Нуянзін, к.т.н., С.В. Поздєєв, д.т.н., проф., С.О. Сідней, О.В. Некора, к.т.н., с.н.с.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОМАСООБМІНУ У КАМЕРАХ ВОГНЕВИХ ПЕЧЕЙ УСТАНОВОК ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ НЕСУЧИХ СТІН

У роботі обґрунтовано, що сучасне програмне забезпечення, зокрема моделювання теплових процесів засобами обчислювальної газогідродинаміки («CFD»), дає змогу враховувати всі необхідні параметри аналізованих процесів і досліджувати вплив геометричних та конструктивних характеристик печі для випробувань несучих стін на адекватність результатів.

Ключові слова: повна система рівнянь Нав'є – Стокса, випробування на вогнестійкість, вогнева піч, математичне моделювання.

Постановка проблеми. В умовах пожежі порушення загальної стійкості будівлі завжди відбувається внаслідок руйнування окремих елементів в каркасі споруди. Зважаючи на це, одним із важливих аспектів забезпечення пожежної безпеки у наш час є застосування будівельних конструкцій із гарантованою межею вогнестійкості.

Для визначення фактичних меж вогнестійкості вважається найбільш ефективним метод вогневих випробувань [1, 2]. Тому питання удосконалення та покращення характеристик установок для вогневих випробувань є актуальним і важливим.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. До вогневих печей висуваються особливі вимоги, які полягають в тому що, нагрівальний факел повинен створюватися на рідкому паливі, полум'я факела не повинне торкатися поверхонь елементів конструкцій, що нагріваються, по об'єму нагрівальної камери повинен бути рівномірний розподіл температури і температура протягом випробування в об'ємі нагрівальної камери повинна мінятися за температурним режимом пожежі, визначеним в стандарті [1]. Внаслідок того, що управління паливною системою не може забезпечити повну відповідність режиму нагріву камери печі стандартному температурному режиму пожежі, існує певна похибка реалізації режиму нагріву елемента [3].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Дослідженням процесу випробувань на вогнестійкість залізобетонних конструкцій займалися і займаються багато вчених, зокрема Яковлев О.І., Ройтман В.М., Харченко І.О., Бушев В.П., Мілованов О.Ф., Фомін С.Л., Страхов В.Л., Круковський П.Г., Новак С.В., Поздєєв С.В., T. Lie, B. Barteleml, G. Kruppa, T. Harmathy, проте в їх роботах недостатня увага приділяється вивченню метрологічних характеристик випробувальних установок та впливу конструктивних особливостей цих установок на адекватність отриманих результатів.

Існує багато конструкцій печей, які розрізняються геометричними конфігураціями, видом паливно-форсуночної системи, схемами розташування та конструкцією вимірювальної арматури. Це може призвести до того, що різні випробувальні установки можуть давати результати, які відрізняються на 30 і більше відсотків. Якщо йдеться про час, що визначає настання граничного стану, а це фактично час, який потрібен для евакуації людей та матеріальних цінностей, то для REI 60 відхилення може складати близько 20 хвилин, REI 120 – 40 хвилин, REI 150 – 50 хвилин. Це значний проміжок часу, в якому визначається межа вогнестійкості тією чи іншою лабораторією і при цьому немає гарантій, що це не може бути дуже завищений результат. У такому випадку не можна гарантувати безпеку людей та матеріальних цінностей у відповідності до існуючих нормативів.

Постановка задачі та її розв'язання. Метою роботи є проведення аналізу існуючих методів математичного моделювання процесу тепломасообміну у вогневих печах та

визначення з них найбільш ефективного для удосконалення технологічних та метрологічних характеристик випробувальних установок.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів. Для математичного обчислення процесу тепломасообміну у вогневих печах нині використовують інтегральні, зонні та польові моделі [3–7]. Інтегральні моделі дають змогу отримати прогноз середніх значень параметрів стану середовища в камері печі для будь-якого моменту випробувань. У зонних моделях весь простір камери печі поділяють на характерні просторові зони й визначають середні значення параметрів стану середовища в цих зонах для будь-якого моменту часу. Польові або диференціальні моделі тепломасообміну вможливають прогноз просторово-часового розподілу температур і швидкостей газового середовища в камері печі, концентрацій компонентів середовища, тиску та густин у будь-якій точці [5].

Польові моделі, позначені в зарубіжній літературі аббревіатурою CFD (computational fluid dynamics – англ. обчислювальна гідродинаміка), є більш потужним та універсальним інструментом, ніж зональні та інтегральні, оскільки ґрунтовані на зовсім іншому принципі. Замість однієї або кількох великих зон у польових моделях виокремлюють численну кількість (зазвичай тисячі або десятки тисяч) маленьких контрольних обсягів, не пов'язаних із передбачуваною структурою потоку [7]. Для кожного з цих об'ємів за допомогою низки методів розв'язують систему рівнянь у часткових похідних, що виражають принципи локального збереження маси, імпульсу, енергії та інших компонентів. Отже, динаміка розвитку процесів залежить не від апріорних припущень, а лише від результатів розрахунку польових моделей, у яких застосовують повну систему рівнянь Нав'є – Стокса [3-7].

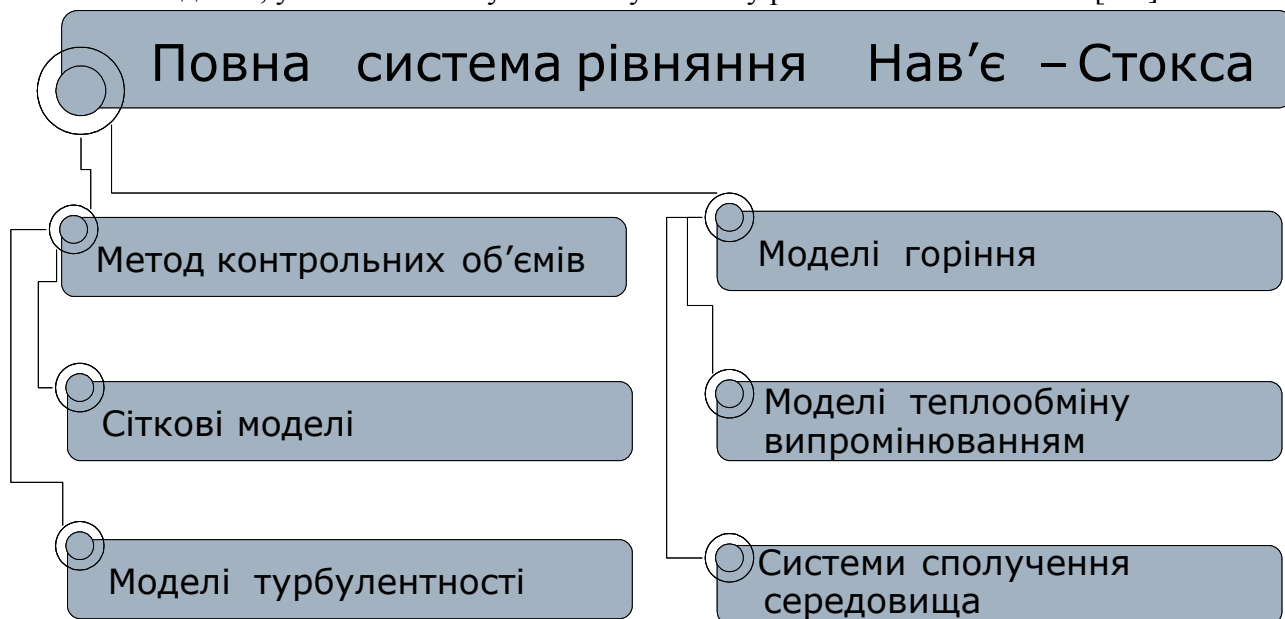


Рисунок 1 – Теоретична база для розв'язку задач теплообміну у вогневих печах.

Згідно з аналізованим підходом, використовують фундаментальні рівняння:

- 1) рівняння руху потоку (рівняння Нав'є – Стокса);
 - 2) рівняння нерозривності потоку, що виражене законом збереження матерії;
 - 3) рівняння розподілу тепла (рівняння Фур'є – Кіргофа);
 - 4) рівняння стану газу;
 - 5) рівняння дифузії, що виражає зміну концентрації реагуючого кисню або іншої газової компоненти за умов руху газового потоку;
- до цього списку, як правило, додають:
- 6) рівняння, що виражає закономірність променистого теплообміну в камері печі;
 - 7) рівняння швидкості перебігу хімічної реакції;
 - 8) стехіометричні рівності реакцій;

9) рівняння руху окремих частинок твердого й рідкого палива з урахуванням гальмівного опору несучого середовища;

10) рівність надходження й витрат тепла (енергії) у камері печі.

У звичайному вигляді система рівнянь Нав'є – Стокса складається з двох рівнянь:

- рівняння руху,
- рівняння нерозривності.

Для визначення турбулентної в'язкості застосовують різні варіанти, пов'язані зі способами визначення опосередкованих і флуктуаційних складників величин, що входять до рівняння Нав'є – Стокса. Ці способи визначення турбулентної динамічної в'язкості називають моделями турбулентності. Найбільше поширення має стандартна k - ε модель турбулентності [6]. Згідно з цією моделлю, динамічну турбулентну в'язкість визначають за виразом:

$$\mu_t = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (1),$$

де $C_\mu = 0,09$ – сталий коефіцієнт; ε – швидкість дисипації турбулентної енергії; k – турбулентна енергія.

Для визначення величин ε і k використовують рівняння, які доповнюють систему рівнянь Нав'є – Стокса, що мають вигляд:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \nabla(\rho V k) = \nabla \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla k \right) + \mu_t G - \rho \varepsilon \quad (2),$$

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \nabla(\rho V \varepsilon) = \nabla \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon \right) + C_1 \frac{\varepsilon}{k} \mu_t G - C_2 f_1 \rho \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (3),$$

де G – величина, яку визначають за виразом:

$$G = D_{ij} \frac{\partial V_i}{\partial x_j} \quad (4),$$

де величину D_{ij} визначають як

$$D_{ij} = S_{ij} - \frac{2}{3} \left(\nabla \cdot \mathbf{V} + \frac{\rho k}{\mu_t} \right) \delta_{ij} \quad (5),$$

Величину δ_{ij} , яка входить до рівняння (5), визначають як:

$$S_{ij} = \frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i} \quad (6).$$

Інші параметри, що входять до рівняння (2) і (3), є постійними.

Для моделювання реагуючого двофазного потоку рідких часток у рухомому повітрі може бути використана модель «5 газів», згідно з номенклатурою [8]. При цьому модель випару часток реалізують у режимі кипіння відповідно до моделі, представлені формулами:

$$m = Nu \frac{\lambda_g}{d} \frac{1}{Cp_p} \ln \left(1 + \frac{Cp_{vol} (T_g - T_{p,boil})}{h_{lat} (T_{p,boil})} \right) \quad (7),$$

де число Нуссельта визначають за формулою:

$$Nu = 2 + 0.556 Re^{1/2} Pr^{1/3} \left(1 + \frac{1.237}{Re Pr^{4/3}} \right)^{-0.5} \quad (8),$$

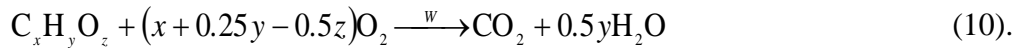
де Cp_p – теплоємність часток; Cp_{vol} – теплоємність летючих; λ_g – коефіцієнт теплопровідності газової фази; T_g – температура газової фази; $T_{p,boil}$ – температура кипіння рідкої фази частки; h_{lat} – прихована теплота утворення газової фази в процесі випаровування.

Рідке паливо (гас) представляє узагальнена хімічна вуглеводнева формула $C_xH_yO_z$ (C_6H_6O). Теплоту згорання рідкого палива визначають за такою формулою:

$$LHV_{liq, fuel} = h_{liq, fuel}^0 - h_{CO_2}^0 \frac{44x}{12x + y + 16z} - h_{H_2O}^0 \frac{9y}{12x + y + 16z} \quad (9),$$

де $h_{lic, fuel}^0$, $h_{CO_2}^0$, $h_{H_2O}^0$ – теплоти утворення гасу, вуглекислого газу й води; x , y , z – стехіометричні коефіцієнти для гасу, що дорівнюють відповідно 6, 6 і 0.

Модель горіння визначають за швидкістю світла й витратами палива, окисника і продуктів згорання. Кількісні співвідношення визначені за узагальненим хімічним рівнянням [4]:



Швидкість реакції W визначають за стехіометричним коефіцієнтом:

$$i_{chem} = \frac{32(x + 0.25y - 0.5z)}{12x + y + 16z} \quad (11).$$

Модель горіння Магнуссена може бути використана як модель горіння, згідно з рекомендаціями для заздалегідь незмішаного палива й окисника.

Швидкість змішування та хімічної реакції горіння в моделі Магнуссена визначають за формулою:

$$W_{mix} = 23.6 \left(\frac{\mu \varepsilon}{\rho k^2} \right)^{0.25} \rho \frac{\varepsilon}{k} \min \left(Y_{C_xH_yO_z}, \frac{Y_o}{i_{chem}} \right) \quad (12).$$

Рівняння, що описують моделі теплообміну у вогневій печі для випробувань. Для обліку радіаційного теплообміну в газовому середовищі та взаємного теплообміну між середовищем і частками, а також твердим матеріалом доцільно використовувати дифузійну модель випромінювання газу (P1) [5; 6]. Ця модель побудована на припущенні, що оптичне середовище ізотропне, процес радіаційного теплопереносу описаний рівнянням:

$$\nabla \left(\frac{1}{\alpha + \beta} \nabla E_r \right) + 3(\alpha E_b - \alpha E_r) = 0 \quad (13),$$

де E_r – густина енергії випромінювання; E_b – рівноважна густина енергії випромінювання, що визначають за рівнянням:

$$\alpha E_b = \alpha_m E_{b,m} + \alpha_p E_{b,p} \quad (14),$$

α – інтегральний за спектром коефіцієнт поглинання:

$$\alpha = \alpha_m + \alpha_p \quad (15),$$

β – інтегральний за спектром коефіцієнт розсіювання:

$$\beta = \beta_m + \beta_p \quad (16).$$

У рівняннях (14) – (16) використовувані величини мають такі позначення:

- α_m, α_p – коефіцієнти поглинання відповідно до газового середовища й часток;
- β_m, β_p – коефіцієнти розсіювання відповідно до газового середовища й часток;
- $E_{b,m}, E_{b,p}$ – рівноважна щільність енергії випромінювання для газової фази та фази часток розсіювання відповідно до газового середовища й часток.

Перераховані величини визначають за формулами:

$$E_{b,m} = \sigma T_m^4 \quad (17),$$

$$\alpha_p E_{b,p} = \frac{1}{\Omega_{cell}} \sigma \varepsilon_p \sum_j \pi r_j^2 N_j T_{pj}^4 \quad (18),$$

$$\alpha_p = \frac{1}{\Omega_{cell}} \varepsilon_p \sum_j \pi r_j^2 N_j \quad (19),$$

$$\beta_p = \frac{1}{\Omega_{cell}} (2 - \varepsilon_p) \sum_j \pi r_j^2 N_j \quad (20),$$

де σ – стала Стефана – Больцмана; T_{pj} – температура j – тої частки; N_j – кількість часток у комірці; ε_p – ступінь чорноти часток.

Для опису радіаційного теплообміну між поверхнями обгороджування печі, поверхнями колони й термопари доцільно застосовувати модель «ППІ випромінювання», згідно з номенклатурою [8]. Ця модель базована на використанні рівняння радіаційного теплообміну між поверхнями, що має такий вигляд:

$$\sum_{j=1}^N (\delta_{ij} - F_{ij}) \sigma T_j^4 = \sum_{j=1}^N \frac{1}{A_j} \left(\frac{\delta_{ij}}{\varepsilon_j} - F_{ij} \frac{1 - \varepsilon_i}{\varepsilon_j} \right) q_j \quad (21),$$

де δ_{ij} – параметр, який дорівнює 0, якщо $i \neq j$, та дорівнює 1, якщо $i = j$; q_j – поверхневий тепловий потік через i -ту поверхню, яка обмінюється випромінюванням із j -тою поверхнею; F_{ij} – променеві форм-фактори, залежні від взаємного розташування i -тої і j -тої площ поверхонь, що обмінюються випромінюванням, які визначають за формулою:

$$F_{ij} = \frac{1}{A_i} \int_{A_i} \int_{A_j} \frac{\cos \theta_i \cos \theta_j}{\pi r^2} dA_j dA_i \quad (22),$$

де: θ – кут між нормаллю до елемента й лінією, що сполучає елементи i та j ; r – відстань між центрами елементів i та j .

Отже, наявні математичні моделі та їх чисельна реалізація дають змогу точно й ефективно змодельовати процес вогневих випробувань залізобетонних будівельних конструкцій на вогнестійкість.

Унаслідок проведення низки послідовних ітерацій, отримаємо значення аналізованих функцій у певний момент часу.

Аналогічним чином розраховують значення для кожного моменту часу.

Для складних конструкцій обсяг обчислень є дуже великим, тому більш зручно перекласти монотонні ітерації в алгоритм для персонального комп'ютера [6-8]. Існує багато спеціалізованих програм для побудови геометричних моделей конструкцій, розподілу конструкцій на більш дрібні елементи та розрахунку поведінки елемента й конструкції в цілому.

Вибір конкретного програмного комплексу залежить від особливостей модельованих процесів, можливостей обчислювальної техніки та користувача. Сутність чисельного експерименту полягає в ініціації процесу горіння з контролем температури в середині моделі термопар так, щоб температурний режим їхнього нагріву якомога точно збігався з температурною стандартною кривою пожежі [8].

На основі математичного моделювання необхідно отримати вплив теплообміну між термопарою й камерою печі, урахувати, який вплив на результати має неоднорідний розподіл температур у камері печі та на поверхні дослідного елемента. Математичне моделювання дає змогу виокремити технологічні параметри печі, підвищивши точність випробувань.

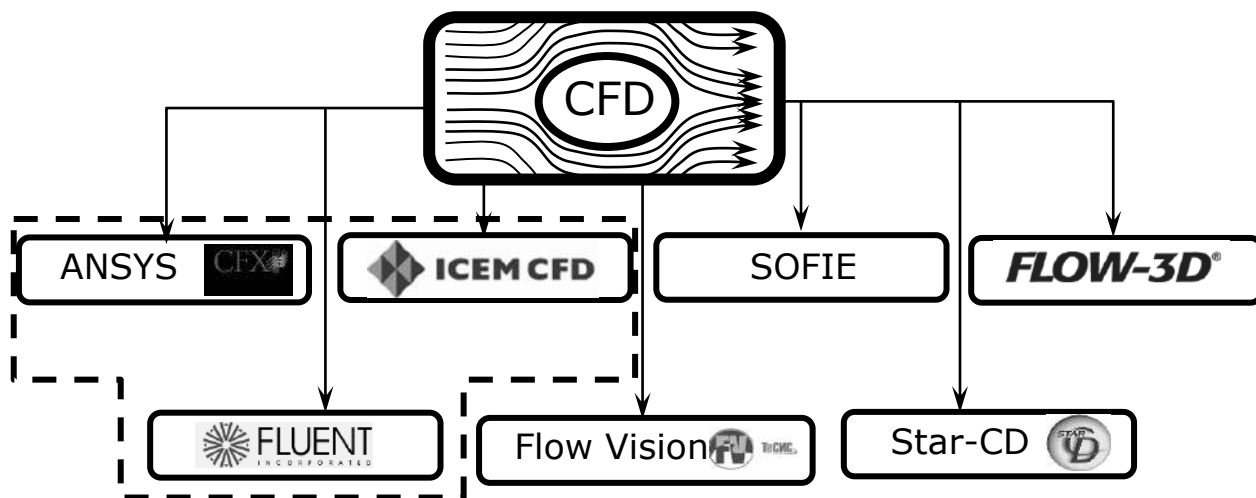


Рисунок 2 – Сімейство програмних продуктів «CFD», поширених в Україні.

Таблиця 1 – Характеристики CFD-програм

№ з/п	Назва програмного продукту (компанія, розробник)	Короткий опис	Примітка
1	2	3	4
1.	«ANSYS CFX» («ANSYS», «Inc» (США)).	Пакет дає змогу розв'язувати широке коло завдань у сфері міцності, тепла, гідрогазодинаміки, електромагнетизму, а також міждисциплінарного аналізу, що об'єднує всі чотири галузі; оптимізувати конструкцію на основі всіх перерахованих типів аналізу [9–15].	
2.	«ICEM CFD» («ANSYS», «Inc» (США)).	Комплексне розв'язання завдань із генерації розрахункових сіток будь-яких типів, від структурованої багатоблокової до неструктурованої гекса- або тетраедра чи гібридної [9].	

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4
3.	«FLUENT» («ANSYS», «Inc» (США)).	Сучасний програмний комплекс, що допомагає аналізувати широкий спектр промислових завдань, які стосуються динаміки рідини й газу (багатофазних, реагуючих) потоків з урахуванням теплообміну (кондуктивного, конвективного й радіаційного) [9–15].	
4.	«SOFIE» («SP») («Technical Research Institute of Sweden» (Швеція)).	Використання моделей у межах вогневих випробувань має низку застосувань. Гранична умова в моделюваннях – визначення параметрів полум'я. «SP» має одну з найбільших баз даних у Європі та дає підстави для вибору джерела вогню, що буде використане в CFD-моделі [9–15].	
5.	«STAR-CD» («CD-adapco group» (попередня назва – «Comp. Dynamics Ltd» (США)).	Ефективне паралелізування алгоритму рішення, заснованого на використанні методу кінцевих об'ємів, у поєднанні з унікальними методиками автоматизованого розбиття області течії дають змогу моделювати завдання будь-якого ступеня геометричної складності [13].	Застосовують переважно для моделювання поширення вогню [13].
6.	«FLOW-3D» («Flow Science Inc» (США)).	Застосовують для точного математичного моделювання процесів гідродинаміки й теплообміну; для розрахунку обмежених і з вільною поверхнею перебігу рідин (турбулентне та ламінарне), гідравлічних ударів, навколосвукового й надзвукового перебігу газів, температурних режимів, фільтрації, обтікання твердих тіл довільної конфігурації та перебігу сумішей. Моделювання завдань конвекції, кавітації, кристалізації, плавлення, теплоперенесення й ін. [9–15].	Широко використовують у металургійному виробництві для всіх способів лиття [9–15].
7.	«CFD FlowVision» (Тесис (РФ)).	У теоретичній базі системи «FlowVision» розвинено узагальнений підхід, заснований на усереднюванні за часом (усереднювання за Рейнольдсом) повної системи рівнянь Нав'є – Стокса. Для розв'язання системи рівнянь застосовують метод контрольних об'ємів [8].	

Серед проаналізованих програм більш прийнятною для побудови математичної моделі вогневої печі є система «FlowVision 2.5». По-перше, базовими в ній є рівняння Нав'є – Стокса, що описують рух рідин і газів у широкому діапазоні чисел Рейнольдса. По-друге, система дає змогу побудувати геометрію об'єкта в спеціалізованих САД-програмах. По-третє, система «FlowVision» уможливує легке корегування параметрів печі в процесі розрахунків. По-четверте, система «FlowVision» має розвинений апарат візуалізації отриманих результатів.

«FlowVision» призначена для розрахунку гідро- й газодинамічних завдань (разом із пов'язаними процесами тепло- та масоперенесення) у широкому діапазоні чисел Рейнольдса й Маха в довільних тривимірних областях.

Базовими в «FlowVision» є рівняння Нав'є – Стокса (разом із рівнянням нерозривності). Для замикання цих рівнянь, залежно від конкретного завдання, використовують додаткові співвідношення, що описують зміну густини, турбулентне перенесення та ін. Набори цих співвідношень у сукупності з рівняннями Нав'є – Стокса називають моделями. У «FlowVision» найбільш повно представлені такі моделі [8]:

– наближення Буссінеска (малі зміни густини) для опису ламінарної течії в'язкої рідини за малих чисел Рейнольдса;

– k-ε модель турбулентної течії в'язкої рідини з невеликими змінами густини за великих чисел Рейнольдса;

– модель слабо стисливої рідини (у термінології «FlowVision»), що дає змогу розраховувати стаціонарний дозвуковий рух газу за будь-яких змін густини;

– модель повністю стисливої рідини (у термінології «FlowVision»): стаціонарний і нестаціонарний рух за будь-яких чисел Маха (до-, транс-, над- і гіперзвукові течії).

«FlowVision» допускає також використання моделі теплоперенесення у твердому тілі, що поєднане з перенесенням тепла й речовини в рідині (газі).

Крім того, у «FlowVision» включені кілька спеціальних моделей (безпосередньо не пов'язаних із рівняннями Нав'є – Стокса), із яких до базової навчальної версії пакету входять тільки моделі вільної поверхні, двофазного потоку й одна з моделей горіння.

Висновки.

1. Для дослідження впливу технологічних та метрологічних параметрів вогневих печей на точність та достовірність результатів випробувань ефективно використовувати математичні моделі засновані на повній системі рівнянь Нав'є – Стокса з врахуванням турбулентного горіння в багатофазному рідкопаливному потоці.

2. Застосування математичних моделей тепломасообміну дозволяє визначити найбільш вагомі параметри вогневих печей, які впливають на ефективність їх роботи.

3. Для проведення чисельного експерименту на основі застосування повної системи рівнянь Нав'є – Стокса ефективно застосовувати комп'ютерну систему CFD FlowVision 2.5.

Перспективи подальших досліджень. Серед перспектив подальших досліджень слід виділити можливість створення математичної моделі вогневої печі в системі FlowVision 2.5 та проведення обчислювального експерименту з використанням створеної моделі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги (ISO 834:1975): ДСТУ Б В.1.1-4-98. – [Чинний від 1998-10-28]. - К.: Укрархбудинформ, 1999. – 21с. – (Державний стандарт України).

ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. – 2000.

2. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. ДБН В.1.1-7-2002. - [Чинний від 2003-05-01]. - К.: Держпожбезпека, 2003. – 87с. – (Державні будівельні норми).

3. Згуря В.І. Удосконалення системи визначення пожежонебезпечних властивостей речовин, матеріалів та будівельних конструкцій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.02 „Пожежна безпека” / Згуря В.І. – Київ, 2007. – 21 с.

4. Металлургические печи. Теория и расчеты : учебник : в 2-х т. / В. И. Губинский [и др.] ; под общ. ред. В. И. Тимошпольского. – М. : Наука, 1988. – 351 с.

5. Губинский В. И. Теория пламенных печей / В. И. Губинский, Лу Чжун-У. – М. : Машиностроение, 1995. – 256 с.

6. Harmathy T.Z. The fire resistance test and its relation to real world fires. Fire and Materials / Harmathy T.Z., vol. 5, no 3, pp. 59 – 65, 1981.

7. Ошовский В. В. Использование компьютерных систем конечно-элементного анализа для моделирования гидродинамических процессов / В. В. Ошовский, Д. И. Охрименко,

А. Ю. Сысоев // Наукові праці ДонНТУ. – Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2010. – Вип. 15 (163). – С. 163–173.

8. Система моделювання руху рідини і газу. FlowVision Версія 2.5.4. Інструкція користувача. – Москва: ТЕСИС. – 2008. – 284 с.

9. Басов К. А. ANSYS и LMS Virtual Lab. Геометрическое моделирование. – М. : ДМК Пресс, 2006. – С. 240.

10. Anderson John D. (1995) Computational Fluid Dynamics: The Basics With Applications. Science/Engineering/Math. McGraw-Hill Science

11. Patankar Suhas. (1980) Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. Hemisphere Series on Computational Methods in Mechanics and Thermal Science. Taylor&Francis. ISBN 0-89116-522-3

12. Ansys Release 10, inc. Theory Reference.

13. Shah, Tasneem M. An analysis and comparison of tube natural frequency modes with fluctuating force frequency from the thermal cross-flow fluid in 300 MWe PWR / Shah, Tasneem M.; Sadaf Siddiq, Zafar U. Koreshi / International Journal of Engineering and Technology 9 (9): 201–205.

14. Milarcik E. L An Analysis of the Performance of Residential Smoke Detection Technologies Utilizing the Concept of Relative Time / E. L. Milarcik, S. M. Olenick, R. J. Roby // The National Fire Protection Research Foundation Suppression and Detection Research and Applications Symposium (SUPDET), March, 2007. (2007 Carey award).

15. Olenick S. M. An Updated International Survey of Computer Models for Fire and Smoke / S. M. Olenick, D. J. Carpenter // Journal of Fire Protection Engineering. – 2003. – № 13. – С. 87–110.

УДК 004.358

В.М. Рудницький, д.т.н., проф., Черкаський державний технологічний університет,
М.О. Пустовіт, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО СИМУЛЯТОРУ З ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ

Проведено аналіз та обґрунтовано розробку комп'ютеризованого симулятора з гасіння пожеж у житлових будівлях; розроблено програмне та програмно-апаратне забезпечення симулятора

Ключові слова: програмно-апаратне забезпечення, симулятор, підготовка пожежника, спеціалізовані засоби керування, житлові будівлі.

Постановка проблеми. Вдосконалення підготовки персоналу оперативно-рятувальної служби цивільного захисту неможливе без впровадження в процес навчання комп'ютеризованих систем і тренажерів.

Застосування таких систем дозволяє відбити усю сукупність цих процесів і явищ в усій її складності і взаємозв'язках, значно знизити витрати на натурне моделювання пожеж, скоротити терміни і підвищити рівень підготовки фахівців до ухвалення ефективних рішень в області пожежної безпеки. Необхідність їх впровадження в процес професійної підготовки фахівців оперативно-рятувальної служби цивільного захисту неодноразово відбивалася в роботах Брушлинського М.М., Денисова А.М. та інших.

Симуляторні технології сьогодні - це не лише спортивні симулятори і учбово-тренувальні пристрої для відпрацювання навиків управління машиною, з якими, в основному, пов'язаний цей термін в загальноприйнятому розумінні. Це можуть бути і різні комплекси, системи моделювання і симуляції [1, 8], комп'ютерні програми і фізичні моделі, а також спеціальні методики і системи вправ, що створюються для формування яких-небудь (не лише моторних) професійних навиків і підготовки людини до ухвалення швидких і вірних рішень [2], що стане дуже серйозним завданням і навіть проблемою в 21 столітті.

Сучасні комп'ютеризовані симулятори, що використовують математичні моделі поведінки об'єкта, дозволяють імітувати реальну обстановку об'єкта з високою точністю при часових обмеженнях, створювати практично всі можливі ситуації при його застосуванні, у тому числі вводити можливі аварійні ситуації й режими роботи обладнання для відпрацювання дій персоналу в особливих режимах і ситуаціях, створювати візуальну картину навколишнього простору і його зміни в процесі роботи [3].

Архітектура будь-якого комп'ютеризованого симулятора визначається його призначенням, списком завдань і функціональними можливостями. Загальними функціями, підтримуваними усіма симуляторами, є функції імітації об'єктів реального світу і інтерактивної взаємодії з користувачем.

Взаємодія користувача з об'єктами симулятора може бути реалізована шляхом використання спеціалізованих засобів керування. В цьому випадку симулятор створюється у вигляді спеціалізованого апаратно-програмного комплексу, який дозволяє користувачеві не лише вивчити усі органи керування реальних пристроїв, але і довести до автоматизму моторні навиків, необхідні для роботи з об'єктом [6].

Таким чином розробка комп'ютеризованого симулятора по гасінню пожеж в будівлях передбачає розробку його структури, програмного забезпечення на основі адекватних математичних моделей розвитку та гасіння пожежі та відповідного апаратного забезпечення для керування комп'ютеризованим симулятором. Вищевикладене зумовило актуальність досліджень, спрямованих на розробку комп'ютеризованого симулятора для тренування пожежників-рятувальників гасінню пожеж в будівлях.

Аналіз останніх досліджень. Проблемам створення тренажерів для потреб пожежно-рятувальних підрозділів присвячені наукові доробки Денисова А.Н., David L. Tate, J. Lee [8,9].

Існуючі на сьогодні моделі пожеж, значний внесок у розвиток яких внесли Кошмаров Ю.А., Пузач С.В., Рижов А.М., та симуляторні системи на їх основі, не реалізовувалися для цілей навчання. Вони спрямовані на рішення конкретних практичних задач пожежної безпеки, відображають окремі випадки горіння речовин і матеріалів в приміщеннях певної форми. При цьому вимагають для свого функціонування значного часу із-за великого об'єму проведених обчислень [4, 5].

Розроблені до теперішнього часу симуляторні системи розвитку пожеж у більшості випадків не містять у своїй основі досить адекватних моделей пожеж. Майже всі розглянуті тренажерні та імітаційні системи не враховують в якості пристроїв введення даних реального обладнання гасіння пожеж, робота яких забезпечується адекватними моделями, що й робить тему дослідження актуальною.

Викладення основного матеріалу. Принцип, на якому ґрунтується більшість комп'ютерних симуляторів - моделювання реальності. Стосовно до симуляторів гасіння пожеж це означає створення деякої подібності реальної обстановки на пожежі. Очевидно, що, чим більше "схожа" створена модель на свій реальний прототип і, чим ближче його поведінка до реальності, тим краще симулятор. Користувач практикується в операціях, максимально відповідних реальним, маючи справу лише з їх електронним аналогом.

Під комп'ютеризованим симулятором гасіння пожеж в будівлях ми розуміємо сукупність моделей процесів розвитку і припинення горіння, набору більш простих моделей інших процесів, алгоритмів їх роботи та відповідного програмного забезпечення, асоційованого з цими моделями. Сюди також входить комплекс програмно-апаратних засобів, що забезпечують управління симулятором; введення, зміну та обробку вхідних та вихідних даних; обробку та аналіз результатів моделювання [7].

Структура комп'ютеризованого симулятора представлена на рис 1.

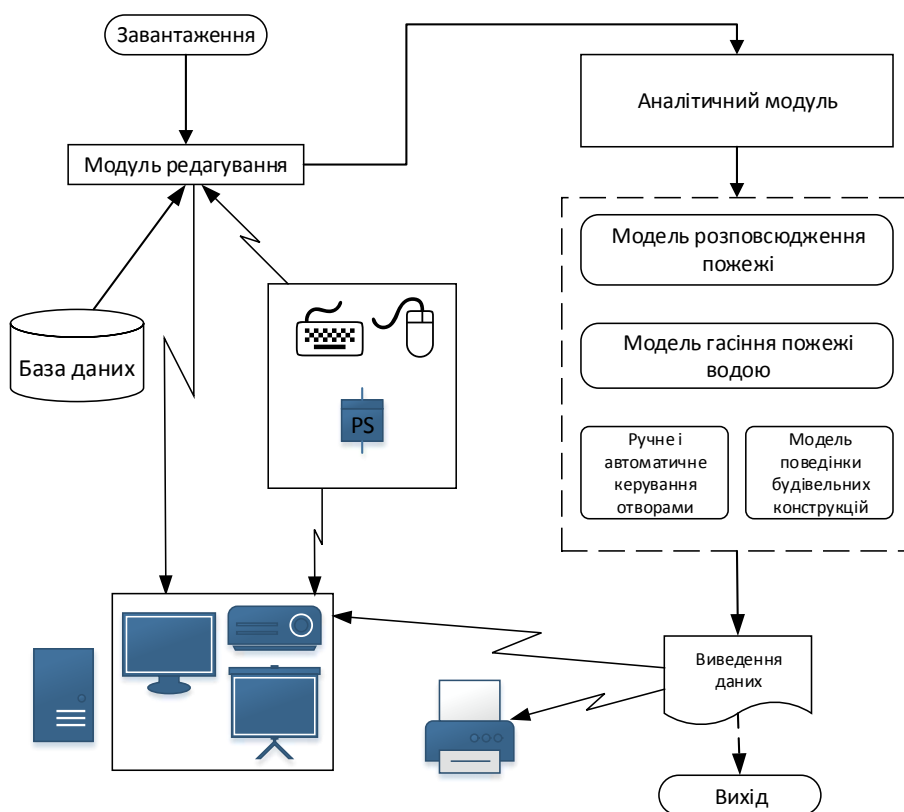


Рисунок 1 - Структура комп'ютеризованого симулятора.

База даних комп'ютеризованого симулятора містить масиви даних, що використовуються в якості вхідних величин. Зокрема, в ній є наступна інформація:

- масиви даних щодо основних характеристик горючого навантаження (густина горючого навантаження; лінійна швидкість поширення вогню; масова швидкість вигорання; нижча теплота згорання; димоутворювальна здатність; споживання кисню; виділення вуглекислого газу; виділення чадного газу; необхідна інтенсивність подачі води на гасіння)
- масив даних щодо основних характеристик пожежних стволів, які використовуються при гасінні пожежі (робочий тиск; витрата води компактного та розпиленого струменю; дальність водяного струменю; кут факелу розпиленого струменю)
- масив даних щодо основних характеристик будівельних та огорожувальних конструкцій, характеристик дверних та віконних отворів (габаритні розміри отворів; межі вогнестійкості стін, перегородок, дверей та вікон, температура розкриття скління)
- масив даних щодо налаштувань математичної моделі пожежі (температура та тиск атмосфери; температура в приміщенні; температура подаваної вогнегасної речовини).

Модуль редагування по суті є одним з основних вікон інтерфейсу програмного забезпечення комп'ютеризованого симулятора (рисунок 4.6.). Користувач може проводити наступні дії при роботі з модулем:

- вводити планування будівлі (як відкривати раніше збережені файли поверхових планів, так і створювати нові),
- вказувати розташування джерел запалювання,
- вказувати розташування систем протипожежного захисту (азот та вуглекислий газ),
- вводити детальні характеристики середовища та вхідних величин (при роботі з базою даних симулятора).

Модуль редагування пов'язаний з базою даних. Є можливість вибирати необхідний вид горючого навантаження, пожежні стволи, обирати характеристики будівельних та огорожувальних конструкцій а також додавати нові або редагувати наявні характеристики.

Пристрої вводу інформації. В розробленому симуляторі використовуються наступні пристрої вводу інформації:

- клавіатура;
- комп'ютерна миша;
- пожежний ствол, обладнаний гіроскопом та акселерометром;
- контролер відстані на основі ультразвукового датчика вимірювання відстані.

За допомогою клавіатури відбувається введення до модулю редагування додаткової інформації щодо характеристик пожежного навантаження, будівельних та огорожувальних конструкцій тощо. Вибір різних опцій здійснюється мишею за допомогою інструментів редагування об'єкта та через контекстне меню.

Завдяки комбінації акселерометра та гіроскопа з'являється можливість відстежити і зафіксувати переміщення ствола у тривимірному просторі. Це дозволяє створювати більш досконалі інтерфейси користувача, високоточні системи позиціонування пожежного ствола.

Аналітичний модуль.

У комп'ютеризованому симуляторі приміщення або поверх будівлі представляється у вигляді сітки клітинного автомату, кожна комірка якого містить інформацію про те, що саме знаходиться в даній точці об'єкта:

- горюче навантаження,
- джерела запалювання,
- огорожувальні конструкції і отвори в них,
- засоби пожежогасіння,

- вентиляція та ін.

Аналітичний модуль призначений для аналізу всіх введених користувачем даних і пошуку можливих помилок (наявність незамкнених контурів, приміщень без прорізів і т.п.). Потім проводиться розбиття плану поверху будівлі на елементи і запис їх в масиви, необхідні для реалізації моделі поширення пожежі в приміщенні на основі клітинних автоматів.

Модуль обрахунку моделі поширення пожежі

При запуску процесу моделювання керування програми переходить до моделей і підпрограмам відповідно до алгоритмів, викладених в []. Складається система інтегральної моделі пожежі, проводиться розрахунок всіх необхідних параметрів газообміну і стану газового середовища в приміщеннях. Далі організовується «нескінченний» цикл моделювання.

Модуль обрахунку моделі гасіння пожежі

Паралельно роботі модуля обрахунку моделі поширення пожежі працює модель гасіння пожежі водою, спрацьовування протипожежних систем, руйнування будівельних конструкцій (досягнення межі вогнестійкості), розкриття скління та ін. Користувач може керувати даними моделями в процесі імітації, наприклад, проводити гасіння пожежі стволом, вмикати - вимикати вентиляцію, відкривати - закривати отвори і т.п.

Пристрої виведення даних

В режимі реального часу відбувається відображення пожежі на екрані проектора (дисплея), накопичення і відображення отриманих даних, які після завершення моделювання можуть бути виведені в різних формах (на друк, у файл у вигляді графіків або таблиць). Основними пристроями виведення даних комп'ютеризованого симулятора є мультимедійний проектор з екраном (або дисплей), принтер (для виведення статистичних даних щодо проведеного тренування).

Розробка програмного забезпечення комп'ютеризованого симулятора.

Для розробки програмного забезпечення було використано середовище візуальної розробки Microsoft Visual C++.

Комп'ютеризований симулятор має наступні режими роботи:

1. Режим тренування пожежника;
2. Режим контролю та оцінки дій пожежника щодо гасіння умовної пожежі;
3. Режим редагування;
4. Режим повного доступу.

Загальна структура програмного забезпечення показана на рисунку 2.

Режим тренування пожежника передбачає роботу зі спеціалізованими засобами керування при гасінні умовної пожежі в тривимірному просторі. Даний режим не передбачає введення даних користувачем з двовимірного режиму до програмного продукту з метою зміни вхідних параметрів. Зміна обстановки умовної пожежі відбувається лише за умови правильного виконання користувачем дій щодо гасіння умовної пожежі (спрямовування водяного струменя до осередку пожежі.)

Режим контролю та оцінки дій пожежника як і вищенаведений режим передбачає роботу зі спеціалізованими засобами керування при гасінні умовної пожежі в тривимірному просторі. Даний режим не передбачає введення даних користувачем до програмного продукту з метою зміни вхідних параметрів. Зміна обстановки умовної пожежі відбувається лише за умови правильного виконання користувачем дій щодо гасіння умовної пожежі (спрямовування водяного струменя до осередку пожежі) або введенням додаткових умов викладачем з модулю редагування. За результатами роботи симулятором проводиться аналіз дій пожежника та надається оцінка їх вірності.

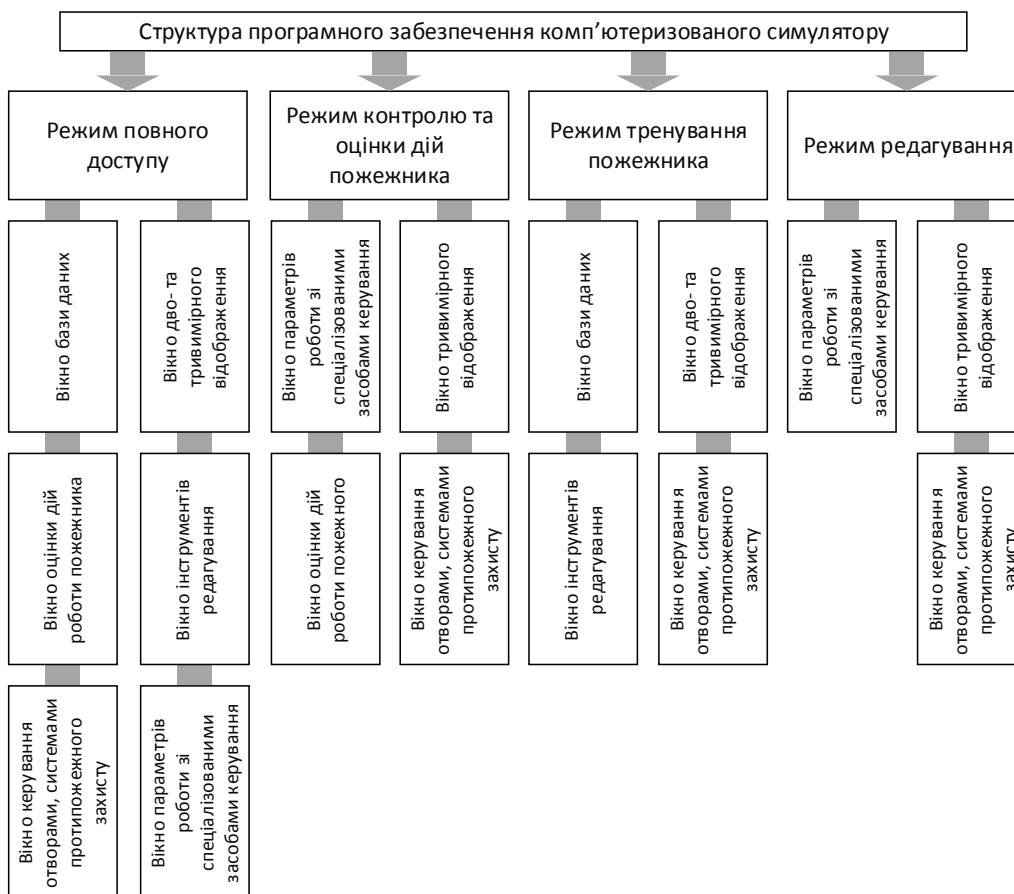


Рисунок 2 – Загальна структура програмного забезпечення симулятора.

Режим редагування може відображатись як в двовимірному просторі, так і в тривимірному просторі. Викладач, або особа, що проводить контроль може виконувати наступний спектр заходів:

- введення планування будівлі ,
- розстановка джерел запалювання,
- систем протипожежного захисту,
- введення детальних характеристик середовища та вхідних величин.

Вибір різних опцій здійснюється мишею за допомогою інструментів редагування об'єкта (рисунок 3) та через контекстне меню.

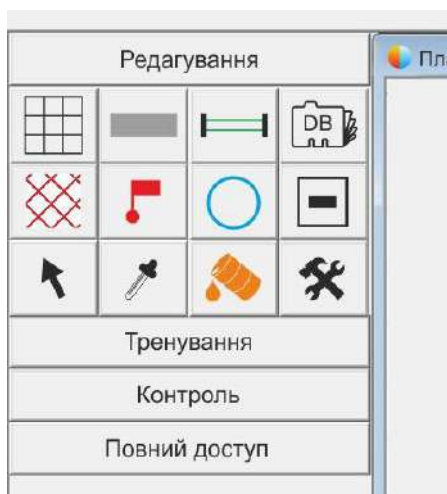


Рисунок 3 – Інструменти редагування об'єкта.

Режим повного доступу дає можливість комбінувати вищенаведені режими роботи симулятора. Режим відображення можливо перемикає з двовимірного простору в тривимірний і назад. Зокрема, в даному режимі роботи можливо як і редагування умов моделювання, керування (зміни) обстановки під час моделювання пожежі, так і тренування гасінню пожеж з використанням спеціалізованих засобів керування. Даний режим може також слугувати для налаштування різноманітних умов, що доступні користувачеві, з метою подальшого моделювання, тестування та апробації обраної задачі.

Загальний вигляд вікна програми з відображенням результатів моделювання в тривимірному просторі представлено на рисунку 4.

Збільшення швидкості роботи комп'ютерної програми симулятора з пристроями введення і виведення графіки здійснюється із застосуванням технології OpenGL.

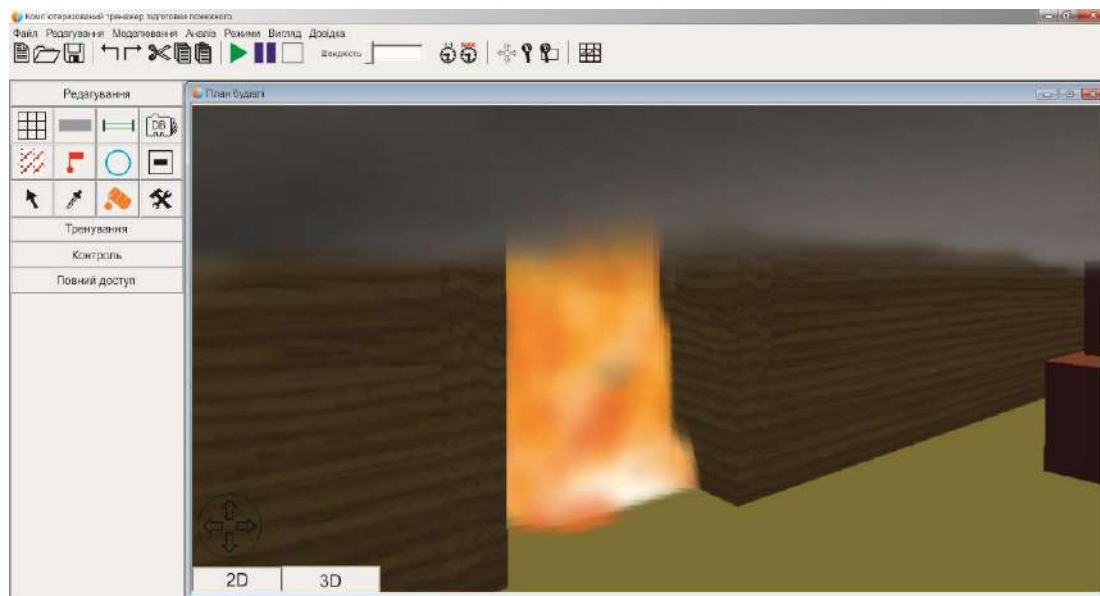


Рисунок 4. – Інтерфейс програмного забезпечення при відображенні результатів моделювання у тривимірному просторі.

Графічне відображення модельованих процесів і дружній інтерфейс роблять можливим впровадження комп'ютеризованого симулятора в навчальний процес для підготовки фахівців з гасіння пожеж та керівного.

Спеціалізовані програмно-апаратні засоби керування комп'ютеризованим симулятором.

Для забезпечення більш ефективного навчання пожежних дій щодо гасіння пожежі було вирішено відмовитись від керування водяними струменями за допомогою клавіатури та комп'ютерної миші (на зразок інших тренажерів) на користь вищенаведеного обладнання.

Проте, без спеціалізованих контролерів, використання даного обладнання є майже неможливим. Завдяки комбінації акселерометра та гіроскопа з'являється можливість відстежити і зафіксувати переміщення ствола у тривимірному просторі. Це дозволяє створювати більш досконалі інтерфейси користувача, високоточні системи позиціонування пожежного ствола. Для цього до пожежного ствола прикріплюється розроблений контролер з вищенаведеними датчиками

Основним призначенням контролера відстані в комп'ютеризованому тренажері є встановлення місця розташування та відстані до користувача (пожежника-рятувальника) від площини мультимедійного екрану, де в режимі реального часу відображаються результати моделювання процесів розвитку та припинення горіння. Встановлення місця розташування та відстані до користувача необхідно для правильної роботи моделі гасіння пожежі водою, так як модель враховує дальність подачі струменя, і як наслідок змінюється ефективність гасіння пожежі.

Для забезпечення роботи апаратних засобів написано алгоритми їх реалізації та програмний код на мові C++.

Висновки. У даній роботі було проаналізовано розробки та визначено вимоги до створення комп'ютеризованого симулятора з гасіння пожеж у будівлях, що використовує спеціалізовані засоби керування.

Значення отриманих результатів для практики полягає в можливості використання комп'ютеризованого симулятора при підготовці пожежника-рятувальника як у вищих навчальних закладах системи ДСНС України, так і в навчально-методичних центрах цивільного захисту та безпеки життєдіяльності ДСНС в областях. Оснащення симулятором навчальних закладів дозволить зменшити витрати на навчання прийомом гасіння пожеж на 30-40%.

Подальшими перспективним дослідженням в цьому напрямку є удосконалення симулятора шляхом розробки науково обґрунтованих моделей розвитку та припинення процесів горіння речовин та матеріалів класів В та С методом клітинних автоматів та розробка відповідного програмного забезпечення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Денисов А.Н. Обобщение основных вопросов применения комплексных и специализированных тренажёров для подготовки специалистов пожарной охраны / А.Н. Денисов, М.Н. Щепочкин // Проблемы подготовки кадров для пожарной охраны : материалы науч.-практ. конф. / Москва, 25 ноября 1998 г. - М. : МИПБ МВД России, 1998. - С.71-72.
2. Машбиц Е.И. Компьютеризация обучения: проблемы и перспективы. – М.: Знание, 1986. – 80 с.
3. Евсеев А.И, Ахромушкин Е. А., Евсикова Ю.В и др. Разработка компьютерных средств обучения – М.: Московский энергетический институт (технический университет), 2010. – 153 с.
4. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учебное пособие / Ю.А. Кошмаров. – М : Академия ГПС МЧС России, 2000. – 118 с.
5. Пустовіт М.О. Моделювання процесів припинення горіння методом клітинних автоматів / Інформатика та математичні методи в моделюванні, збірник наукових праць Одеського національного політехнічного університету, том 3, №3 – Одеса: 2013, с. 258-266.
6. Пустовіт М.О. Розробка програмно-апаратного забезпечення спеціалізованих засобів керування комп'ютеризованого тренажеру підготовки пожежного / Збірник наукових праць «Пожежна безпека: теорія і практика», випуск №14 – Черкаси: 2013, с. 106-112.
7. Рудницький В.Н. Моделирование процессов тушения пожара для компьютеризированных тренажерных комплексов: монография / В.Н. Рудницький, В.Я. Мильчевич, М.А. Пустовит. – Кубанский институт информзащиты, Краснодар: Цифровая типография №1, 2013. – 110 с.
8. David L. Tate LCDR Tony King Virtual Environments for Shipboard Firefighting Training / David L. Tate, Linda Sibert // Proc. IEEE Virtual Reality Annual International Symposium (VRAIS'96), Santa Clara, CA, March 30, 1996, pp. 86-93.
9. J. Lee A team-based firefighter training platform using the virtual environment / J. Lee, M. Cha, B. Choi, and T. Kim // VRCAI '10 Proceedings of the 9th ACM SIGGRAPH Conference on Virtual-Reality Continuum and its Applications in Industry / NY, USA, October 11-13, 2010, pp. 124-127.

УДК 159.9:159.94

Самойленко Л.С., Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

ПРОБЛЕМА ПРОФЕСІЙНОЇ МОТИВАЦІЇ ФАХІВЦІВ РИЗИКОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРОФЕСІЙ У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

У статті проаналізовано наукові дослідження мотивації професійної діяльності фахівців ризиконебезпечних професій у працях вітчизняних та зарубіжних науковців. Визначено проблемні аспекти щодо вивчення професійної мотивації таких особистостей.

Ключові слова: мотив, професійна мотивація, фахівці ризиконебезпечних професій.

Постановка проблеми. В умовах реформування правоохоронних, рятувальних та військових підрозділів, проблема професійної мотивації як чинника підвищення ефективності професійної діяльності їхнього особового складу набуває вагомого значення. Даній проблемі присвячено низка робіт дослідників, проте особливості професійної мотивації фахівців саме ризиконебезпечних професій залишається недостатньо вивченою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, виділення невирішених частин загальної проблеми. Комплексність, теоретична і практична значущість проблеми мотивів професійної діяльності визначили широту та інтенсивність її дослідження не лише у психології, а також у соціології, менеджменті та педагогіці. Так, значна увага приділялася вивченню природи мотивів (В.І. Барко, С.В. Венедіктов, В.О. Климчук), закономірностям формування мотиваційної сфери особистості (Г.В. Капосльоз, О.Р. Охременко, А.В. Шленков), зв'язку мотивації з психічними процесами, емоціями та почуттями (J.W. Atkinson, H.A. Wainer). Має свою специфіку вивчення професійної мотивації в інженерній психології (А.О. Авершин, С.П. Бочарова, Ю.Л. Трофімов), юридичній психології (О.М. Бандурка, О.В. Землянська, О.М. Столяренко), психології діяльності в особливих умовах (В.П. Бодров, М.І. Мар'їн, О.В. Тімченко). Праці цих вчених заклали методологічне підґрунтя для розуміння мотивації у представників екстремальних видів праці.

Мета статті – узагальнення сучасного стану дослідження професійної мотивації фахівців ризиконебезпечних професій.

Виклад основного матеріалу дослідження. На сьогодні накопичено багатий теоретичний та емпіричний матеріал з вивчення проблеми мотивації, проте єдності в поглядах на сутність понять мотив, мотивація, їх вплив на професійну діяльність не досягнуто. У межах відомих мотиваційних концепцій [2; 8; 9; 12] дане поняття розглядається в двох напрямках: 1) мотивація – сукупність психологічних утворень, які спонукають працівника до діяльності або конкретних форм поведінки (потреби, мотиви, цілі, наміри, прагнення); 2) мотивація – як процес, механізм, функція управління, що активізують працівника до певної діяльності, орієнтують на досягнення відповідного результату, підвищують ефективність виконання професійних завдань.

Відзначимо, що особливостями вивчення мотивації фахівців ризиконебезпечних професій (пожежних-рятувальників, співробітників правоохоронних, спеціалізованих органів, військовослужбовців, охоронців) є те, що їх діяльність обумовлена законодавчими та нормативно-правовими документами, умовами службової діяльності (екстремальність, напружений режим роботи), тому нам важко застосувати в повній мірі положення будь-якої з вищерозглянутих теорій. Проте, при вивченні особливостей мотивації фахівців ризиконебезпечних професій на озброєння візьмемо теоретичні положення гуманістичної психології, в основу якої покладена теорія В.О. Климчука. Гуманістична природа теорії [6] особливо яскраво проявляється в концепції самоактуалізації, прагненні до найвищої реалізації свого потенціалу. Найбільш важливою концепцією, яку гуманістичні психологи взяли з екзистенціалізму – це концепція становлення. Людина ніколи не буває статичною, вона завжди знаходиться в процесі становлення. Оптимізм психологів гуманістичного

напряму помітно відрізняє його від більшості інших теоретичних підходів до вивчення особистості. Отже, психологи-гуманісти розглядають людей як активних творців власного життя, які мають свободу вибирати і розвивати стиль життя.

Серед багатьох видів соціальної діяльності особистості особливе місце займає професійна діяльність. Людина, як суб'єкт своєї діяльності, більшу частину життя присвячує професійній діяльності як головному напрямку розвитку особистості. Багато авторів професійну діяльність визначають як провідну область самореалізації особистості, зокрема [1; 4; 7; 13]

Термін «професія» пішов із французької мови і має приблизно таке значення: говорити публічно, об'являти, заставляти. Професія розуміється як спільність, як область прояву зусиль, реалізації особистості [4].

Поняття професійна діяльність є вужчим за поняття діяльність, воно характеризує активність людини в конкретному виді діяльності, вимагає від особистості відповідних якостей і спрямована на певне коло суспільних відносин. Це вид діяльності, в якому людина найбільш вдало може реалізувати свої можливості і здібності, досягти певних результатів, які ставить перед нею суспільство.

Отже, професійна діяльність вимагає від людини набору особистісних характеристик, обрана людиною з метою задоволення своїх потреб і потреб суспільства, а також спрямована на конкретне коло суспільних відносин.

Згідно класифікації В.І. Барко, ризиконебезпечні професії відносяться до професій типу «людина – техніка – середовище». Тому велике значення мають такі особистісні якості, які зумовлені особливостями емоційної сфери, потребою у спілкуванні, поведінковим «соціальним» інтелектом [1].

На думку вченого, кожна людина має свій індивідуальний стиль професійної діяльності, під яким розуміють індивідуально-своєрідну систему психологічних засобів, до яких вдається людина з метою найкращого врівноваження своєї індивідуальності з предметними, зовнішніми умовами діяльності.

Мотиваційні теорії розкривають роль мотивації і цілеутворення особистості у професійній діяльності. За певних обставин, спонукальною силою в досягненні мети виступають різні мотиви. Мотивація є основною детермінантою особистісного та професійного розвитку. Так, на думку Г.С. Грибенюка [3], мотив і мета спрямовують діяльність, визначають її напрям, а також величину зусиль, що виконує суб'єкт для її здійснення.

Діяльність фахівців ризиконебезпечних професій належать до складних видів професійної діяльності, яким притаманні такі ознаки:

- наявність екстремальних службових ситуацій, виконання яких пов'язане з небезпекою для життя і здоров'я ;
- різноманітність і складність професійних завдань, ненормований робочий день;
- високий рівень психічної напруги у процесі праці;
- жорсткі часові обмеження для досягання необхідного професійного рівня;
- підвищена соціальна відповідальність за професійні помилки;
- висока ймовірність заподіяння шкоди іншим людям у процесі виконання службових завдань [3].

Крім, вищеперерахованих особливостей, слід зазначити, що фахівці ризиконебезпечних професій повинні відповідати вимогам централізації управління, єдиноначальства, субординації, суворой дисципліни. У зв'язку із специфікою діяльності таких працівників, проблема вивчення професійної мотивації є особливо актуальною і складною. Тому мотивація їхньої професійної діяльності викликає інтерес багатьох науковців [4; 8; 13]. Зусилля вчених спрямовані на вивчення і корекцію мотивів, що в подальшому сприяє розробці рекомендацій, спрямованих на формування сприятливої мотивації до служби.

Мотивацію до професійної діяльності або професійну мотивацію розглядають як динамічний, мінливий і безперервний процес, що відбувається під впливом об'єктивних і суб'єктивних факторів [4]. Структуру професійних мотивів можна виявляти на різних етапах професійного розвитку людини: на етапі вибору професії; у процесі роботи з обраною спеціальністю; при зміні робочого місця [4].

При аналізі професійної мотивації [8] надає особливого значення професійній спрямованості працівника ризиконебезпечних професій. На її думку, адекватно сформована професійна спрямованість передбачає внутрішнє прийняття своєї професії, стійке позитивне емоційне ставлення до неї, професійну гордість.

Не менш важливими є дослідження С.В. Венедіктова, який вперше розглянув професійну мотивацію працівників органів внутрішніх справ як передумову стимулювання та підвищення активності в службово-трудої діяльності через прагнення останніх задовольнити свої потреби за допомогою службово-трудої діяльності щодо виконання своїх посадових завдань та функцій. Він констатував, що професійна мотивація представників небезпечних професій – це процес свідомого вибору людиною як даного виду професійної діяльності, так і бажання виконувати свої функціональні завдання на високому якісному рівні, що забезпечується комплексним впливом зовнішніх (стимулів) та внутрішніх (мотивів) факторів [2].

Ми погоджуємося з О.В. Тімченком, який виділяє наступні мотиви професійної діяльності особистості на певному етапі проходження служби [9]:

- мотиви вибору професії;
- мотиви вибору спеціальності, спеціалізації;
- мотиви вибору місця роботи;
- мотиви трудової поведінки в колективі;
- мотиви посадового переміщення;
- мотиви звільнення.

Поряд з цим різних працівників у професійній діяльності мотивують різні мотиви. Так, для одних працівників ризиконебезпечних професій найвище місце в ієрархії мотивів займає стабільна заробітна плата, для інших – налагодження та підтримка впливових соціальних зв'язків, для третіх – розвиток особистості, самовдосконалення [6].

В юридичній психології існують різні класифікації мотивів професійної діяльності працівників ризиконебезпечних професій. Так, Г.В. Капосльоз пропонує виділити такі мотиви [5]:

1. Мотиви, що пов'язані з об'єктивним змістом діяльності (особиста участь у боротьбі зі злочинністю, забезпечення правопорядку, захист прав громадян);
2. Мотиви, що пов'язані із зовнішніми атрибутами діяльності, умовами її виконання (наявність спеціальної форми, певні повноваження);
3. Мотиви, пов'язані з діяльністю як засобом вирішення матеріально-побутових проблем та задоволення особистих проблем.

Найбільш повною класифікацією професійних мотивів фахівців ризиконебезпечних професій, що була покладена в основу нашого дослідження, вважається класифікація запропонована А.В. Шленковим. Автор виділяє п'ять основних типів мотивів [10]:

1. Адекватний тип, який характеризується тим, що ціннісні орієнтації та пов'язані з ними професійні мотиви повністю узгоджуються з реальною, суспільно значущою поведінкою особистості, яка відповідає вимогам професійного та етичного характеру. Професійні мотиви є адекватними змісту та цілям професії, тобто спрямовані на боротьбу із злочинністю та захист інтересів громадян.
2. Ситуаційний тип, який пов'язаний з романтичною привабливістю професії або матеріальними інтересами (прагнення до престижного стану в суспільстві без вираженого інтересу до самої спеціальності, а також характеризуються корисливими мотивами);
3. Конформістський тип, властивий тим працівникам, які обирають професію під впливом референтної групи;
4. Компенсаторний тип, який зустрічається у осіб, що прагнуть подолати в собі слабкі сторони завдяки обраній діяльності;
5. Кримінальний тип, який характеризується явною антисоціальною спрямованістю, прагненням використовувати професію у власних цілях.

Г.С. Грибенюк, вивчаючи провідні мотиви вибору професії «рятувальник», відмічає, що більше ніж третя частина усіх категорій досліджуваних обирають таку професію під

впливом ситуаційних факторів, домінуючими з яких є відповідна стабільність професії, матеріальна зацікавленість, зовнішній престиж та романтична привабливість [3].

У свою чергу А.В. Шленков виділяє такі групи мотивів професійної діяльності спеціалістів протипожежної служби: стійкий інтерес до професії, прагнення стати працівником ризиконебезпечних професій під впливом родичів; вплив книг та кінофільмів; та, так звана «коротка» мотивація, коли людина мріє про іншу спеціальність, але за якихось обставин йде на службу в ризиконебезпечних професій [10].

Професійна діяльність людиною сприймається позитивно, якщо в ній можна реалізувати актуальні мотиви: чим більше спонукальних факторів, потреб, мотивів, інтересів задовольняється в діяльності, тим вищий загальний рівень професійної мотивації. Психологічний механізм виникнення високої мотивації до професійної діяльності, як зазначає [12], полягає в переживанні вірогідності задоволення всіх основних і перш за все соціальних потреб особистості. Якщо в обраній діяльності людина може розкрити свій потенціал, вона стає сферою її самоактуалізації і цим самим забезпечує прагнення до професійного зростання.

Відзначимо, що мотивація до професійної діяльності визначається дією конкретних спонукань, що зумовлюють вибір професії та тривале виконання обов'язків, пов'язаних з цією професією [7].

На думку Г.В. Капосльоза такі фактори як ненормований робочий день, постійний контакт із асоціальними елементами, необхідність повної віддачі психічних і фізичних сил для вирішення завдання, екстремальний характер діяльності знижують функціональні резерви організму фахівців аж до їх повного виснаження та викликають бажання взагалі звільнитися з ризиконебезпечних професій. Зростання рівня загиблих працівників під час виконання своїх службових обов'язків, збільшення числа звільнень, особливо на ранніх стадіях професіоналізації, низький рівень мотивації до службової діяльності, зниження престижу професій, що пов'язана з екстремальною діяльністю, свідчать про необхідність вдосконалення процесу навчання та професійної підготовки персоналу ризиконебезпечних професій [5].

Відомо [9], що досвід та здібності працівника є стійкими психічними утвореннями, їх розвиток та вдосконалення вимагає значних зусиль, витрат часу, й тому якісні та кількісні зміни тут відбуваються повільно. Але використання здібностей та досвіду суттєво залежить від мотивації професійної активності. На скільки буде успішною особистість в обраній професії, залежить від того, яке значення становлять для неї професійні цілі, зміст діяльності, вимоги професійного та етичного характеру. Крім того, сила прагнення оволодіти професією та, відповідно, сам процес становлення особистості також залежить від професійної мотивації.

Таким чином, успішність працівника у професійній діяльності залежить не тільки від розвинутих у нього здібностей, але й наявності таких важливих мотиваційних характеристик як інтерес до виконуваної справи, віра в свої здібності досягнути певного результату та певні вольові зусилля, що докладає особистість, з метою їх досягнення. Просте володіння знаннями не забезпечує їх автоматичного використання в різних життєвих ситуаціях. Фахівці ризиконебезпечних професій з одним і тим же рівнем інтелектуальних здібностей можуть, з помітною різницею в успішності, виконувати ту чи іншу діяльність [3].

Слід також виділити дослідження [13], в якому встановлено, що від мотивації залежить, як і в якому напрямі будуть використані різноманітні функціональні здібності. Мотивацією також пояснюється вибір між різними можливими діями, між різноманітними варіантами сприйняття і можливим змістом мислення, окрім цього ним пояснюється інтенсивність і наполегливість у здійсненні обраної дії та досягнення її результатів.

Звичайно, високомотивовані працівники схильні виявляти значні вольові зусилля в реалізації професійного потенціалу і досягати значних результатів. Так, будь-яка особистість (курсант, службовець) з належною мотивацією до праці схильний сумлінніше і наполегливіше працювати і, як правило, досягати помітніших успіхів у своїй діяльності, аніж його низькомотивований партнер. Найперше, що характерне для справжнього професіонала, – це закоханість у свою справу, почуття професійної гордості, своєрідна професійна самоідентифікація. Високомотивована людина саме в змісті професійної діяльності, а не в

тих благах, які вона може забезпечити, знаходить і втіху, і розраду, і опору, і власне, сенс свого життя. У такої людини мотив діяльності відповідає самій цій діяльності [12].

Професійна діяльність жадає від працівника професійних знань та умінь, що є необхідним компонентом готовності до діяльності. Однак їх наявність – це лише необхідна умова для успішної діяльності, яка прямо не впливає на активність її суб'єкту. Активна позиція багато в чому залежить від системи мотивів, відношення до завдань, змісту і об'єкту діяльності [12]

Поряд з цим А.В. Шленков стверджував, що успішність професійної діяльності залежить від індивідуальних здібностей працівника, при чому «...не окремі здібності безпосередньо визначають можливість успішного виконання будь-якої діяльності, а лише своєрідне узгодження цих здібностей, що характеризують певну особистість» [10]. Проте він також наполягав на тому, що від обдарованості залежить не успіх у діяльності, а лише можливість досягнення цього успіху. Обдарованість не є єдиним фактором, який визначає вибір професійної діяльності, а також успішність виконання діяльності.

За даними дослідження, яке проводилось О.В. Тімченко, фахівці ризиконебезпечних професій з позитивним мотиваційним комплексом добре усвідомлюють вимоги спеціальності, швидше адаптуються в умовах жорсткої регламентації, успішно самореалізуються у професійній діяльності. Серед особистостей із несприятливим мотиваційним комплексом не виявлено ідентифікації з поняттям “успішний працівник”. Працівники з несприятливим мотиваційним комплексом та вираженими типами ідентифікації за поняттями, що не співпадають з професійною діяльністю, погано усвідомлюють вимоги професії, здатні швидко розчаровуватися, уникати своїх обов'язків, порушувати дисципліну [9].

Таким чином, правильно сформована мотивація позитивно впливає на успішність у професійній діяльності і усвідомлення своєї значимості в цій діяльності. Результативна праця веде до росту задоволеності і тому вона сама виступає досить сильним мотивом. Ця концепція розкриває і зворотню залежність: почуття виконаної роботи і задоволеність від цього сприяють підвищенню результативності праці. Відзначимо, що провідним фактором впливу на успішне виконання професійної діяльності є професійна мотивація, вона спонукає фахівців ризиконебезпечних професій до оволодіння азами професії, засвоєння та поглиблення знань і умінь.

Висновки. Встановлено, що поняття «професійна мотивація» у межах відомих мотиваційних концепцій не має сталого визначення і розглядається в двох напрямках: професійна мотивація – сукупність психологічних утворень, що спонукають працівника до діяльності або конкретних форм поведінки (потреби, мотиви, цілі, наміри, прагнення); професійна мотивація – як процес, механізм, функція управління, що активізують працівника до певної діяльності, орієнтують на досягнення відповідного результату, підвищують ефективність виконання професійних завдань. Всі проаналізовані теорії професійної мотивації заслуговують на увагу, проте ми візьмемо за основу теорію самоактуалізації Є.П. Ільїна, прихильниками якої є представники гуманістичної психології.

Аналіз психологічної літератури формує уявлення про те, що будь-яка діяльність є полімотивованою, визначається кількома мотивами і залежить від їх актуалізації. Поняття професійна діяльність є вужчим за поняття діяльність, воно характеризує активність людини в конкретному виді діяльності (професії), вимагає від особистості відповідних якостей і спрямована на певне коло суспільних відносин. У професійній діяльності людина найбільш вдало може реалізувати свої можливості та здібності, досягти певних результатів, що ставить перед нею суспільство.

Ризиконебезпечні професії належать до складних видів праці, яким притаманні такі ознаки: наявність екстремальних службових ситуацій, виконання яких пов'язане з небезпекою для життя і здоров'я працівників; різноманітність і складність професійних завдань, ненормований робочий день; високий рівень психічної напруги у процесі праці; жорсткі часові обмеження для досягання необхідного професійного рівня; підвищена соціальна відповідальність за професійні помилки; висока ймовірність заподіяння шкоди

іншим працівникам у процесі виконання службових завдань. Крім того, професійна діяльність фахівців ризиконебезпечних професій обумовлена великою кількістю нормативних документів, базується на принципах єдиноначальства, субординації та суворої дисципліни. У зв'язку із специфікою діяльності таких особистостей, проблема вивчення професійної мотивації фахівців ризиконебезпечні професії є особливо актуальною і складною.

Констатовано, що позитивні результати для професійної мотивації фахівців ризиконебезпечних професій має: (а) вивчення керівником потреб та інтересів працівника; (б) розробка системи стимулів, що сприяють прийняттю особистої відповідальності; (в) сприяння особистісному зростанню за рахунок системи заохочень; (г) турбота про загальний і професійний розвиток працівника; (д) повага до працівника з боку управлінця, прояв інтересу до його проблем; (е) залучення працівників до розроблення системи преміювання; (ж) забезпечення достатнім грошовим утриманням; (з) забезпечення участі працівника у груповій діяльності.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку – визначити змістові характеристики рівнів розвитку професійної мотивації фахівців аварійно-рятувальних підрозділів та фактори, що на них впливають.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барко В.І. Психологія управління персоналом органів внутрішніх справ (проактивний підхід) : [монографія] / Барко В. І. – Київ : Ніка-Центр, 2003. – 448 с.
2. Венедіктов С.В. Професійна мотивація як передумова стимулювання та підвищення активності в службово-трудовах відносинах працівників ОВС // Право і безпека. – 2004. –Т.3. – №3. – С.103-105.
3. Грибенюк Г.С. Психологічна підготовка / Грибенюк Г. С. – Черкаси : Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля МНС України, 2005. – 232 с.
4. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы / Е. Ильин. – СПб.: Питер, 2003. – 512с.: ил. – (Серия «Мастера психологии»).
5. Капосльоз Г.В. Особливості функціонування мотиваційної сфери особистості та «управління мотивацією» суб'єкта // Вісник Національного університету оборони України. Зб-к наук. праць. – К.: НУОУ, 2011. – Вип. 1 (20). – С. 157-164.
6. Климчук В.О. Внутрішня мотивація як предмет психологічного дослідження // Психологія. Збірник наукових праць. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, Випуск 17, 2002. – С. 118 – 123.
7. Ковальчук О.П. Теоретичні аспекти дослідження мотивації професійної діяльності військовослужбовців. // Вісник Національного університету оборони України. Зб-к наук. праць. – К.: НУОУ, 2011. – Вип. 2 (21). – С. 135-139.
8. Охременко О.Р. Діяльність у складних, напружених та екстремальних умовах / Охременко Р. О. – К. : Національна академія оборони України, 2004. – 210 с.
9. Тімченко О.В. Професійний стрес працівників органів внутрішніх справ України (концептуалізація, прогнозування, діагностика та корекція): дис. ... доктора психол. наук: 19.00.06 / Тімченко Олександр Володимирович. – Харків, 2003. – 427 с.
10. Шленков А.В. Психологическое обеспечение профессиональной подготовки сотрудников государственной противопожарной службы МЧС России : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. психол. наук : спец. 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность (психология человека)» / А.В. Шленков. – СПб., 2009. – 46 с.
11. Atkinson J.W. An Introduction to Motivation. – Princeton, N.Y.: Van Nostrand, 2008. – 405 p.
12. McClelland D.C. The Achieving Society. – Princeton: Van Nostrand, 2001. – 213 p.
13. Wainer H.A. Motivation of research and development entrepreneurs. – Determinants of company success // Journal of Applied Psychology. – 2009. – Vol.53. – P. 178-184.

УДК 614.844

С. В. Стась, к.т.н., доц., Д. В. Колесніков, Д. В. Лагно,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКІВ РІДИНИ ВЗДОВЖ КАНАЛІВ У СТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО ВОДЯНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Наведені результати експериментів дослідження потоків в'язких рідин у стаціонарних системах автоматичного водяного пожежогасіння з дискретним відбором рідини, експериментально підтверджене припущення наявності, окрім сил в'язкого тертя, сил інерції від конвективного прискорення, що не дозволяє досягти стабілізації водяного потоку у трубопроводах, наведені висновки про вплив криволінійної частини трубопроводу на гідравлічні втрати

Ключові слова: водяний потік, в'язкість, втрати рідини, гідравлічний опір, конвективне прискорення.

Постановка проблеми. Створення засобів та технологій пожежогасіння пов'язане з розробкою різного роду розподільчих пристроїв, які забезпечують необхідну витрату водної вогнегасної речовини. Подібного роду дослідження можуть бути корисними в системах зрошення, що використовуються для охолодження різноманітних небезпечних об'єктів, а також у протипожежній техніці (стаціонарних системах водяного і пінного пожежогасіння), протипожежних автомобілях, пожежному устаткуванні тощо.

Знання у галузі гідродинаміки потоків зі змінною за довжиною витратою безпосередньо впливають на якість спроектованих систем автоматичного водяного пожежогасіння. Прогнозування гідродинаміки потоків зі змінною за довжиною витратою з урахуванням як реологічного фактора, так і геометричних особливостей трубопроводу, а також розробка сучасних методів розрахунку подібних систем протипожежного водопостачання базується на сучасному уявленні про фізичні процеси в них, та з урахуванням фізичного і математичного моделювання.

Важливо, що для зазначених систем у якості рідини може бути застосована не тільки вода, але й розчини поверхнево-активних рідин низької концентрації. Особливістю функціонування стаціонарних систем водяного і пінного пожежогасіння у таких випадках є зміна гідравлічного опору, як у магістралі, так й в установлених уздовж неї насадках, що позначається на характері, розмірах та параметрах створюваних струменів і хмар. Зазначена зміна суттєво залежить від ряду факторів, а складність розв'язання задачі перепаду тиску в'язких рідин зі змінною за довжиною витратою полягає в тому, що при розподілі рідини вздовж трубопроводу, рух у його магістральній частині є нестабілізованим, тобто при розрахунку втрат енергії виникає необхідність враховувати вплив сил інерції від конвективного прискорення. Справедливість зазначеного може бути підтверджена чи спростована у результаті проведення відповідних експериментальних досліджень, що можуть бути підґрунтям для розробки пропозицій з проектування та подальшого створення ефективних систем автоматичного водяного пожежогасіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експериментальні дослідження течій рідин зі змінною за довжиною витратою (вздовж трубопроводу) проводилися багатьма авторами, в тому числі вони представлені в роботі Федорця А. А. і Маланчука С. М. [1]. Проте, дослідження проводилися тільки при рівномірному відборі рідини по довжині трубопроводу. Ґрунтовними є дослідження, наведені Кравчуком А. М. [2], де розглянуті декілька схем трубопроводів, у яких робочою рідиною є вода. Окрім того, у роботі [2] запропоновані рівняння, що описують гідравлічну систему та розроблені критерії, які характеризують рух води в каналі зі змінною за довжиною витратою. Використовуючи отримані критерії,

Кравчук А. М. запропонував формули для розрахунку відносної витрати з відносним перепадом тиску.

Питання зменшення турбулентного в'язкісного тертя по довжині трубопроводів для розчинів високомолекулярних полімерів із ланцюжковою будовою молекул описані Жуком В. М. [3]. Він розглянув питання економічної доцільності введення додатків у потік з метою зменшення втрат енергії на гідравлічне тертя, а саме оцінив вплив різних техніко-економічних факторів на величину економічного ефекту при використанні зменшення турбулентного тертя за рахунок використання полімерів з великою молекулярною масою, відомого як ефект Томса. Для трубопроводів, якими є стаціонарні системи водяного пожежогасіння, окрім зменшення втрат енергії на транспортування рідини серед виділених ефектів [3] суттєвим у нашому випадку є підвищення ступеня рівномірності витрати рідини та можливість регулювання витрати в трубопроводі у разі відповідної необхідності.

Разом з тим, експериментальних досліджень в даній області недостатньо для отримання коректних висновків про фактори, що впливають на характер руху рідини вздовж каналу, особливо, якщо мова йде про випадки з її дискретним відбором та використанні аномально в'язких рідин. Таким чином, виникає необхідність фізичного моделювання гідродинаміки течії рідини з метою коригування результатів досліджень стаціонарних потоків. Перспектива розв'язання окреслених задач передбачає розкриття особливостей впливу чинників розподілу рідини вздовж трубопроводу на ефективність функціонування стаціонарних систем водяного і пінного пожежогасіння.

Фактично, експериментальні дослідження мають бути проведені на базі розроблених установок й надати уявлення про гідродинаміку нестабілізованих течій в потоках при наявності дискретного відбору рідини крізь насадки.

Постановка задачі та її розв'язання. Відповідно до викладеного, у якості цілі обрано визначення справедливості припущення про те, що в потоках рідини вздовж каналу, особливо, якщо мова йде про випадки з її дискретним відбором, течія є нестабілізованою, тобто крім сил в'язкого тертя діють сили інерції від конвективного прискорення. Для досягнення цілі та проведення повноцінного дослідження виникла необхідність створення декількох стендів, які дозволили провести вивчення гідродинаміки потоку як в насадках, встановлених в розподільному трубопроводі вздовж потоку, так і в самому трубопроводі.

Експериментальний стенд для проведення досліджень течії рідини. Стенд дозволяє проводити дослідження, пов'язані з плином в'язких рідин в насадках різного типу та в пожежних стволах. Основним елементом стенду є насосна установка, яка включає в себе асинхронний трифазний електричний двигун потужністю 18 кВт і відцентровий рідинний насос, який може забезпечити витрати до 800 л/хв з напором до 100 м і дозволяє проводити дослідження, як при ламінарному, так і при турбулентному режимах течії. Насосна установка через гідравлічну систему (витратомір, датчик тиску, напірні трубопроводи) пов'язана з струминоформувальними насадками (пожежними стволами), які можуть бути встановлені під різними кутами нахилу до горизонту за допомогою штатива. На рис. 1 наведені зовнішній вигляд експериментального стенда та блок моделювання течій в'язких та аномально-в'язких рідин із змінною вздовж потоку масою.

Робочою частиною стенду є трубопровід, що дозволяє моделювати потоки в'язкої або аномально в'язкої рідини із змінною вздовж потоку масою. Витрата рідини з насадок вимірюються об'ємним методом, а використання манометрів дозволяє побудувати залежності змін тиску в насадках від фіксованої витрати рідини вздовж трубопроводу.

Проведені експерименти дали змогу отримати дані по всіх основних характеристиках потоку при заданих геометричних параметрах, а саме: витраті Q в магістралі, витраті q в насадках, тиску P в різних точках системи, даних розрахунку зміни середньої швидкості потоку $U_{сер}$ уздовж розподільчого трубопроводу і, як наслідок, градієнту швидкості γ , що є надзвичайно важливим для ньютонівського середовища. Точність проведених вимірювань

визначалася за даними використаних засобів вимірювання. Для ротаційного віскозиметра «Rheostet-2», який вимірює в'язкість в межах від 10^2 до 10^3 пуаз при швидкостях зсуву $0,2 \text{ c}^{-1} \leq \gamma \leq 1,8 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$ похибка склала 3-4%. За даними аналізу отримані наступні похибки вимірювань: витрата – 4-7%; визначення в'язкості суміші – до 4%; визначення тиску – 3-4%.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд стенда і його елементів.

Планування експерименту, пов'язане з дослідженнями течії в'язкого середовища в потоках зі змінною масою, здійснювалося на основі досліджень, наведених в роботах [4-7]. При проведенні експериментальних досліджень основним завданням були виявлення залежностей між тиском P і витратою рідини Q по довжині на різних ділянках трубопроводу. Дані значення залежать від цілого ряду факторів: геометричних характеристик каналів, реологічних і температурних властивостей рідини та розчинів, витрати насадки.

Результати проведення експериментів, можна прогнозувати на основі спрощеної схеми потоку, представленій на рис. 2 і описаної в роботах В. М. Жука (d – діаметр каналу, Q_0 – початкова витрата, q_1, q_2, q_3 – витрати дренчерів, l – відстані між ними, x — напрямок течії вздовж каналу).

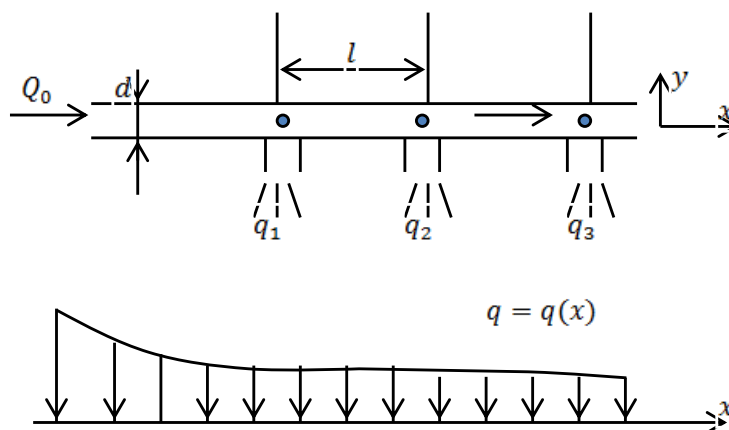


Рисунок 2 – Схема прогнозування течії у потоці зі змінною масою [3]

Для потоку, зображеного на рис. 2, зміна значення $q(x)$ по довжині має нелінійний характер. Тоді [3]

$$q(x) = \mu S \sqrt{2gH(x)};$$

$$Q(x) = \frac{1}{e} \int_0^x q(x) dx$$

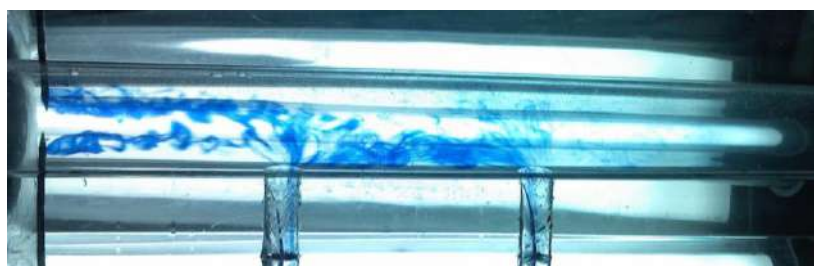
й, відповідно до закону Дарсі-Вейсбаха, для напору H маємо

$$dH = \frac{8\lambda Q^2(x)}{\pi^2 q d^5} dx.$$

Важливо, що для випадку застосування поверхнево-активних добавок, результати експериментів можуть суттєво відрізнитися від випадків застосування води. Окрім того, явище аномалії в'язкості буде по різному проявлятися для ламінарного й турбулентного режимів течії.

На основі проведених експериментальних досліджень було встановлено, що в залежності від відстані між насадками, розміщеними по довжині трубопроводу, відповідним чином змінюються витрата і тиск. Ступінь зміни даних величин залежить від відбору від основного потоку і режиму течії рідини, тобто числа Рейнольдса. Таким чином, експерименти показали, як змінюється по довжині трубопроводу величина $\frac{dQ}{dx}$, а значить і

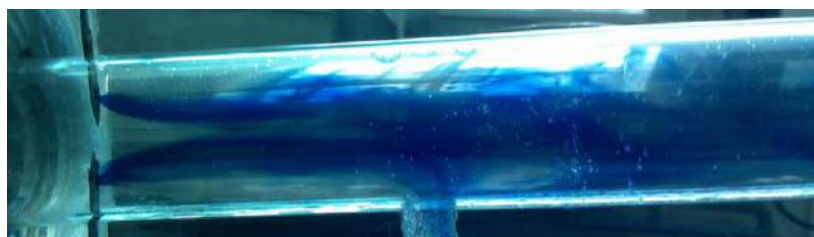
$\frac{\partial U_x}{\partial x}$. Зміна цієї величини призводить до дестабілізації течії в потоці за насадкою. Результати досліджень, представлені на рис. 3 були отримані методом фотографування. Вони показали, що структура потоку при великих числах Рейнольдса ($Re > 1500$) суттєво змінюється, особливо при турбулентному режимі течії.



а)



б)



в)

Рисунок 3 – Дестабілізація течії в потоці за насадкою, а – при мінімальній витраті; б – при числах Рейнольдса $Re > 1500$; в – при турбулентному режимі.

Таким чином, течії в трубопроводі на ділянках між насадками в ряді випадків можна описувати з позицій гідродинамічної початкової ділянки, тобто, припускаючи, що за областю відбору рідини епюра швидкостей відрізняється від параболічної, якщо режим течії ламінарний. Далі проходить процес перетворення її до виду, який відповідає стабілізованій течії.

На наступному етапі здійснювалися дослідження течій у криволінійних трубопроводах, а саме: загальна витрата; тиск; витрата рідини, відібраної через насадки вздовж потоку при заданих в'язкості, щільності та температурі рідини.

Оскільки у проведених експериментах відбір рідини був дискретним через насадки, встановлені на відстані 4 м один від одного, то функція $Q(x)$ мала б мати ступінчастий характер. Однак, при обробці отриманих даних побудована суцільна лінія функції $Q(x)$ (рис. 4), а похибка такої апроксимації не перевищувала 10%, що дало можливість дати оцінку системі дестабілізації течії у зв'язку із змінною по довжині масою потоку. На рис. 4 представлений характер такої залежності для різних значень витрати Q , при цьому нижчі графіки відповідають нижчим значенням тиску у вхідній зоні системи (верхній графік рисунків а) і б) побудований за результатами експериментів при значенню тиску 0,6 МПа, крок експерименту складав 0,05 МПа).

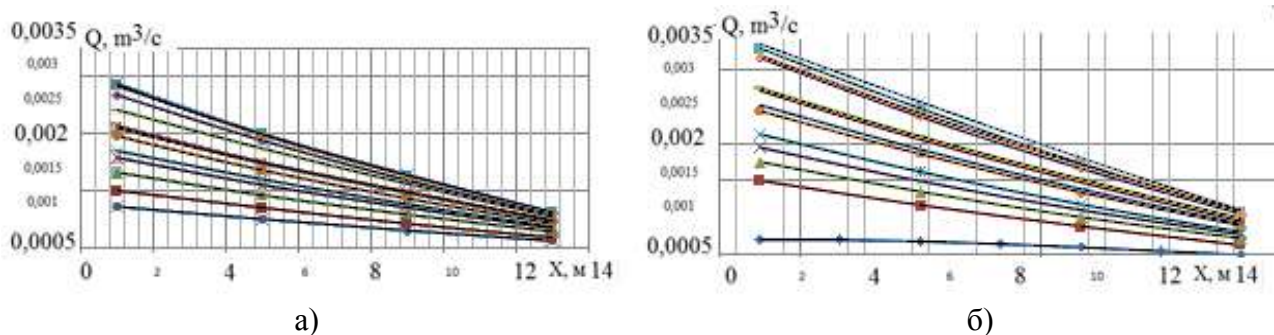


Рисунок 4 – Характер зміни дискретного відбору в'язкої рідини через насадки по довжині криволінійного трубопроводу для випадків, коли рідина – вода (а) та 5% водний розчин піноутворювача (б).

Характер зміни дискретного відбору в'язкої рідини через насадки по довжині криволінійного трубопроводу для випадків, коли рідина - 0,5%, 1% або 2,5% водний розчин піноутворювача, буде подібним до випадків використання води й 5% водного розчину піноутворювача (рис.4).

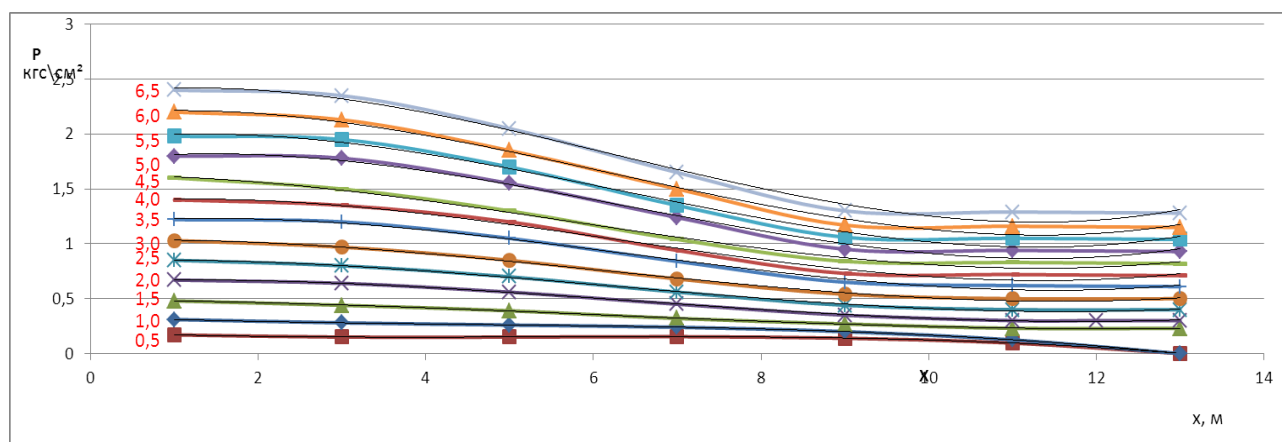


Рисунок 5 – Характер зміни тиску в'язкої рідини через насадки по довжині криволінійного трубопроводу (для води).

Характер зміни тиску в'язкої рідини через насадки по довжині криволінійного трубопроводу, коли рідина - 0,5%, 1%, 2,5% або 5% водний розчин піноутворювача, буде схожим, до поданого на рис. 5 (верхній графік побудований за результатами експериментів при значенню тиску 0,65 МПа, крок експерименту складає 0,05 МПа). Нелінійність функції $P(x)$, пов'язана з тим, що локальний відбір рідини через насадки призводить до певної дестабілізації течії, оскільки проявляється вплив сил інерції від конвективного прискорення. Таким чином, з'являється відмінність між перепадом тиску ΔP_{cm} стабілізованої течії, де функція $P(x)$ має лінійний характер, та випадком реальної досліджуваної течії. Зазначені результати підтверджуються як візуально (рис. 3) так й за даними вимірювань, проведених під час експериментів (рис. 4, 5).

Висновки. В роботі наведені результати проведених експериментів та здійснений їх аналіз для випадку течії в'язких рідин в трубопроводах у стаціонарних системах автоматичного водяного пожежогасіння при наявності дискретного відбору рідини. Результати експериментів підтвердили припущення про те, що в описаних потоках течія є нестабілізованою, тобто окрім сил в'язкого тертя діють сили інерції від конвективного прискорення. У зв'язку з цим, втрати енергії в потоці відрізняються від втрат для стабілізованої течії, що необхідно враховувати при гідравлічних розрахунках. Результати експериментів дозволяють також зробити певні висновки щодо впливу криволінійності трубопроводу на гідравлічні втрати, коли нелінійність зміни тиску й витрати рідини посилюється відносно прямолінійних ділянок трубопроводу. Отримані в роботі дані можуть бути корисними при розробці методик і алгоритмів розрахунку розглянутого типу течій, наприклад, при проектуванні автоматичних систем водяного пожежогасіння. Так, як приклад, застосуванням низьковідсоткових водних розчинів піноутворювача можна досягати більш рівномірної витрати насадок вздовж трубопроводу. Разом з тим, отримані у роботі результати потребують подальшого вивчення для найбільш ефективного їх застосування при проектуванні та експлуатації стаціонарних систем водяного пожежогасіння за рахунок отримання залежностей, що максимально точно характеризують гідравлічні втрати у досліджуваних системах й особливості витікання рідини крізь насадки за умов зміни тиску по довжині.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Федорец А. А. Определение коэффициента гидравлического трения в трубопроводах при отсоединении расхода / А. А. Федорец, З. Р. Маланчук // Гидравлика и гидротехника. – 1980. – Вып. 31. – С.58–62.
2. Кравчук А. М. Гидравлика переменной массы напорных перфорированных трубопроводов технических систем / А. М. Кравчук // Автореф. ... д-ра техн. наук. – К., 2004. – 35 с.
3. Жук Володимир Михайлович. Регулювання витрати рідини в трубопроводах введенням у потік гідродинамічно активних додатків [Текст] : дис... канд. техн. наук: 05.23.16 / Жук Володимир Михайлович. – Львів, 1999. – 157 с. – Бібліогр. : С.139-151.
4. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента / Ю. П. Адлер. – М.: Металлургия, 1969. – 513 с.
5. Красовский Г. И. Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. – Минск: БГУ, 1982. – 302 с.
6. Atkinson A. C. Optimum experimental designs / A. C. Atkinson, A.N. Donev, R. D. Tobias. With SAS Oxford University Press, Oxford, 2007. – 511 p.
7. Монтгомери Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных / Д. К. Монтгомери. – М.: Мир, 1981. – 520 с.

УДК 624.012

Д.О. Ступак, к.т.н., доц., О.М. Нуянзін, к.т.н., Ю.А. Отрош, к.т.н., доц., В.К. Словінський,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

УТОЧНЕНИЙ МЕТОД ВІДПОВІДНО EUROCODE 6 ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ВОГНЕСТІЙКОСТІ КАМ'ЯНИХ СТІН

В статті описані основні процедури та область застосування уточненого розрахункового методу відповідно до системи європейських стандартів оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій на прикладі несучих кам'яних стін, який заснований на моделюванні поведінки будівельних конструкцій в умовах нагріву за стандартною температурною кривою пожежі в комп'ютерній МКЕ-системі типу ANSYS.

Ключові слова: Проектування, вогнестійкість, EUROCODE.

У зв'язку з переходом фахівців до нової системи проектування залізобетонних конструкцій EN 1992-1-1 (Загальні правила і правила для будівель) і EN 1992-1-2 (Загальні правила визначення вогнестійкості), що міститься у відповідному сучасному стандарті України ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT), який є аналогом цих європейських документів, актуальною є задача розробки уточнених методів відповідно до системи Єврокодів для визначення вогнестійкості будівельних конструкцій, зокрема кам'яних стін з різних матеріалів.

Проектування протипожежного захисту будівель і споруд охоплює широкий спектр підходів до врахування природи і впливів різних навантажень, а також засобів забезпечення відповідного опору конструкцій вогневному впливу протягом необхідного часу. З одного боку, існує елементарна довіра до опублікованих табличних даних, заснованих на спрощених оцінках як вогневого, так і силового (від прикладених навантажень) впливів на конструкції під час пожежі. Прийняте рішення за методикою розрахунку залежить від конкретних обставин, що відносяться до проекту, вимог замовника і регламентуючих органів. Необхідно враховувати фінансові наслідки прийняття більш складного підходу до розрахунку конструкцій, що перебувають в умовах пожежі. Такі методи можуть бути обґрунтовані там, де необхідна значна економія матеріалів або необхідна підвищена протипожежна безпека (понад ту, яка регламентується національними стандартами).

Методи розрахунків, засновані на застосуванні більш точних математичних моделей поведінки будівельних конструкцій в умовах пожежі, називаються уточненими [1, 2]. При застосуванні уточнених методів визначення вогнестійкості будівельних конструкцій одним з найбільш ефективних є метод кінцевих елементів (МКЕ), оскільки він є універсальним, а алгоритми його чисельної реалізації дуже добре відпрацьовані й дозволяють врахувати всі значимі особливості поведінки будівельних матеріалів при комбінованій дії високотемпературного нагрівання й механічних навантажень. Крім цього, дані алгоритми застосовуються в універсальних комп'ютерних МКЕ-системах типу ANSYS, NASTRAN, ABAQUS, LIRA та ін., у яких реалізовані найбільш ефективні математичні моделі поведінки матеріалів, що враховують великий обсяг наукових даних закордонних і вітчизняних дослідників.

Ці методи розрахунку забезпечують більш раціональну основу проектування протипожежного захисту будівель і споруд, що надає інженерам, архітекторам і кінцевим користувачам свободу вибору при проектуванні нових і відновленні (наступної експлуатації) існуючих об'єктів. Взагалі кажучи, згадана свобода вибору досягається ціною збільшення обсягів проектних, в тому числі розрахункових робіт.

Постановка задачі та її розв'язання. Метою даної роботи є розвиток методології застосування уточнених методів розрахунків меж вогнестійкості будівельних конструкцій, заснованих на використанні методу кінцевих елементів, куди входить розробка вимог до бази початкових даних щодо матеріалів, граничних умов, побудовання розрахункових схем та сіткових моделей, набору обов'язкових постпроцесорних даних, а також критеріальної бази щодо ідентифікації настання граничних станів втрати несучої здатності та втрати цілісності за отриманими результатами розрахунку.

В роботі [3] розвинений уточнений розрахунковий підхід до визначення меж вогнестійкості залізобетонних конструкцій, заснований на уточнених математичних моделях поведінки залізобетону в умовах високотемпературного нагріву при номінальній тепловій дії пожежі за стандартним температурним режимом.

Для адаптації такого підходу на прикладі кам'яних стін була розглянута стіна з блоків із легкого бетону, початкові параметри якої наведені у табл. 1.

Таблиця 1 - Основні параметри стіни

Параметр	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Геометричні розміри фрагменту			
• товщина стіни	s	0,2	м
• ширина стіни	l	1,5	
• висота стіни	h	3,2	
Тип бетону блоків	Легкий на заповнювачі із спученого перліту	Клас LC 8/9 (B8)	
Густина бетону	ρ_B	800	кг/м ³
Гранична вологість	u	< 3	%

На рис. 1 наведені теплофізичні характеристики кладки згідно чинного стандарту України [1]. Дані характеристики являють собою температурні залежності ефективних характеристик, що описують матеріал як однорідний та ізотропний, що є допустимим при таких розрахунках [1 – 3, 8].

На рис. 2 подані термомеханічні характеристики матеріалу стіни. Наведені характеристики відповідають вимогам стандарту України [1]. Характеристики міцності являють собою набір діаграм «напруження-деформація» із спадними гілками для певних значень температури нагріву матеріалу. Також на цьому рисунку наведені температурні деформації матеріалу стіни.

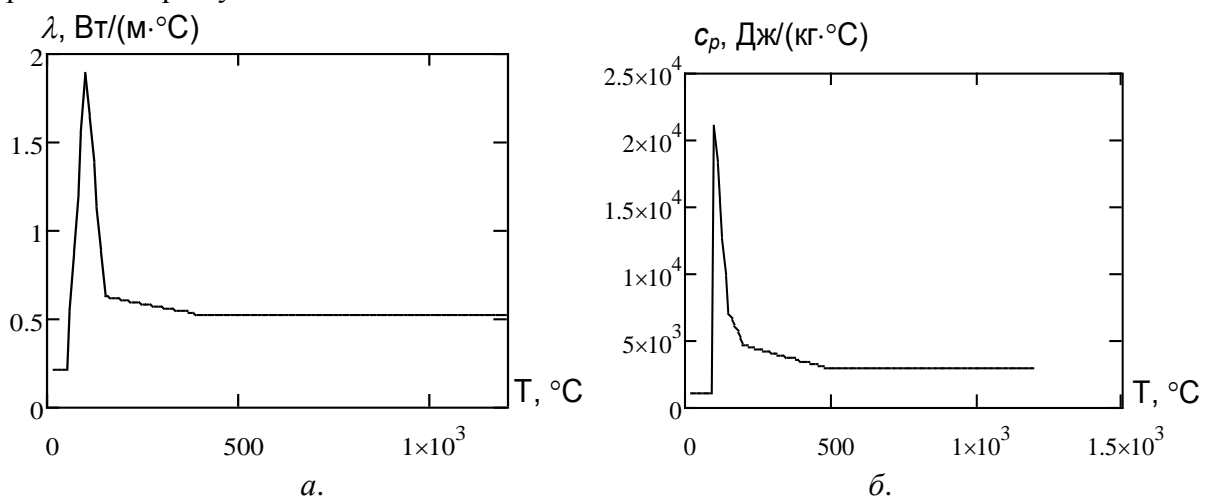


Рисунок 1 – Теплофізичні характеристики кладки з блоків із легкого бетону: коефіцієнт теплопровідності (а), питома теплоємність (б).

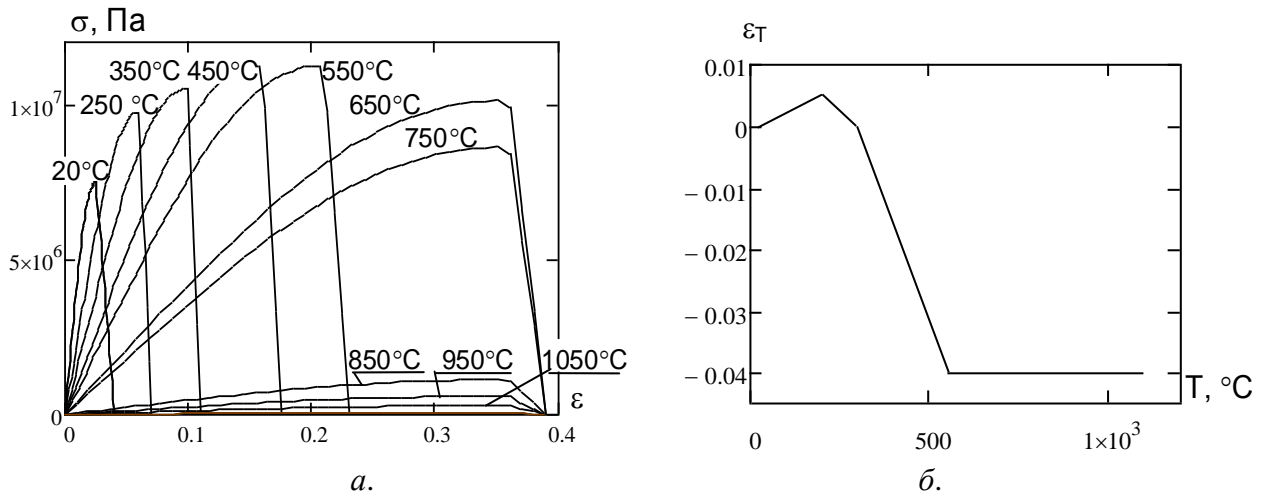


Рисунок 2 – Термомеханічні характеристики кладки з блоків із легкого бетону: діаграми деформування (а), температурні деформації (б).

Для проведення розрахунку були використані математичні моделі, параметри яких подані у табл. 2.

Таблиця 2 - Основні математичні моделі для розрахунків стіни на вогнестійкість.

Особливість поведінки матеріалу стіни	Використана математична модель (метод)	Дж-ло
Теплотехнічна задача		
Теплопровідність	Рівняння нестационарної теплопровідності з кінцево-елементним наближенням	[3]
Граничні умови	III роду	
Фізична нелінійність	Ітеративний метод Ньютона-Рафсона	[3]
Статична задача		
Напружено-деформований стан	Метод кінцевих елементів	[3]
Пластичне деформування матеріалу стіни	Багатошарова модель асоціативної теорії пластичного деформування Бесселінга	[3]
Тріщиноутворення	Складений критерій міцності бетону Віллема і Варнке	[3]
Фізична й геометрична нелінійність	Ітеративний метод Ньютона-Рафсона	[3]

Для завдання граничних умов були використані параметри, спираючись на чинні стандарти України щодо розрахунку будівельних конструкцій на вогнестійкість. Величини вибраних параметрів наведені у табл. 3.

Для проведення розрахунку були побудовані сіткові моделі стіни в програмному забезпеченні ANSYS, вигляд яких поданий на рис. 3. При побудові сіткових моделей було враховано, що сітка для вирішення теплової задачі є одномірною і повинна бути набагато густішою. Сітка для статичної задачі повинна бути більш грубою і враховувати місцеву особливість більшого нагрівання внутрішніх шарів, прилеглих до обігрівної поверхні. Тому в даних шарах вона також повинна бути густішою.

Робота фрагменту у цілій стіні враховується за допомогою встановлення граничних умов симетрії по її бокам. Такі умови забезпечуються встановленням відповідних односторонніх механічних в'язів. Накладання температур у вузлові точки відбувається шляхом лінійної інтерполяції.

Таблиця 3 – Параметри граничних умов

Характеристика	Одиниці виміру	Величина	Джерело
Параметри граничних умов теплотехнічної задачі			
Номінальний тепловий вплив	Стандартний температурний режим пожежі		
Коефіцієнт конвекційного теплообміну на поверхні, що обігривається	Вт/(м ² ·К)	25	[2]
Коефіцієнт конвекційного теплообмін на поверхні, що не обігривається	Вт/(м ² ·К)	6	[2]
Ступінь чорноти	-	0.85	[2]
Постійна Стефана-Больцмана	Вт/(м ² ·К ⁴)	5.67·10 ⁻⁸	[3]
Параметри граничних умов статичної задачі			
Діюче навантаження	т/м ²	150	-
Коефіцієнт Пуассона	-	0,2	[3]

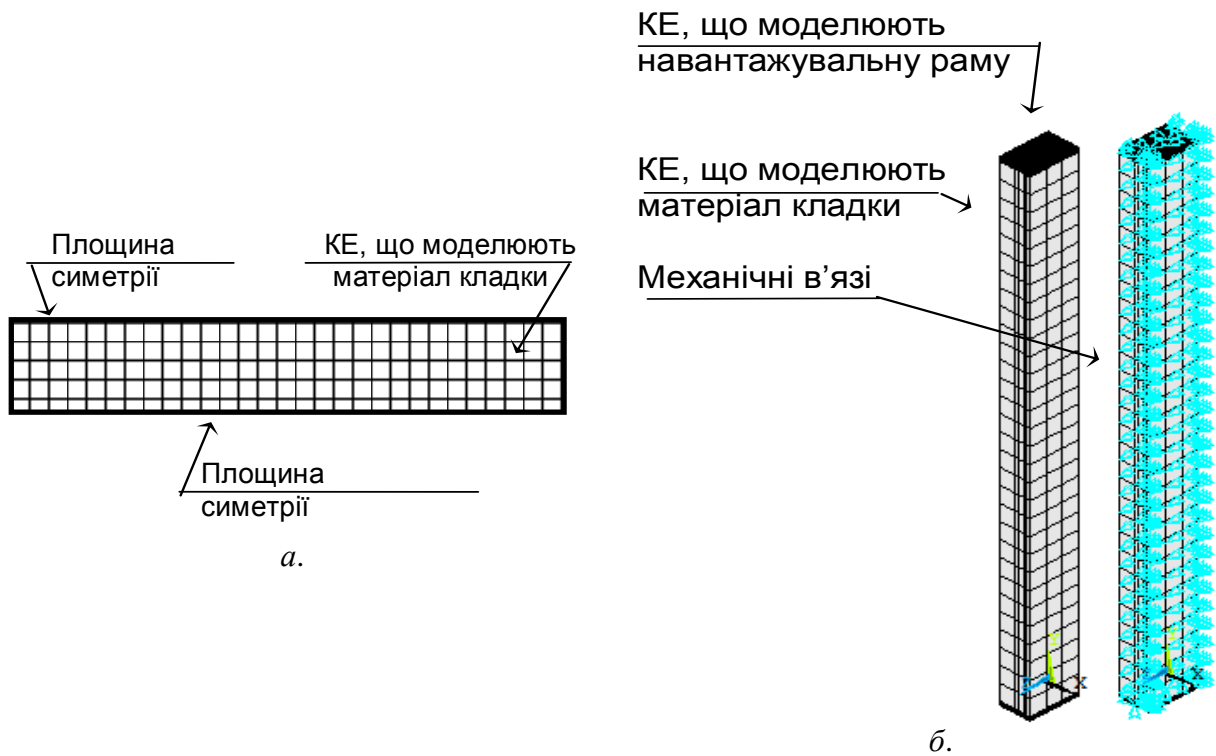


Рисунок 3 – Сіткові моделі: до теплотехнічної задачі (а); до статичної задачі (б) в програмному середовищі ANSYS.

В результаті вирішення теплотехнічної задачі були отримані температурні розподілення, які наведені на рис. 4.

Після вирішення статичної задачі були отримані графіки вертикальних переміщень верхнього краю стіни, а також швидкостей наростання цих переміщень. Отримані графіки наведені на рис. 5.

Отримані графіки дозволяють отримати дані про настання граничного стану втрати несучої здатності шляхом порівняння поточних значень переміщень і швидкостей з гранично допустимими, що визначаються за формулами [4, 5]:

$$D = 0.01h = 32 \text{ мм}; dD/dt = 3h/1000 = 9,6 \text{ мм/хв.} \quad (1)$$

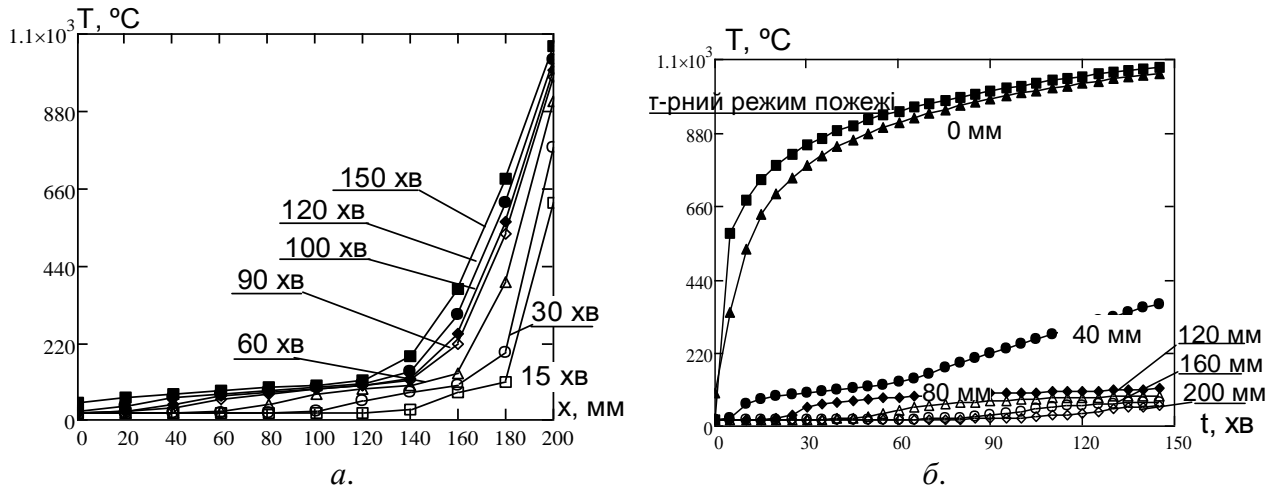


Рисунок 4 – Результати вирішення теплотехнічної задачі: температурні розподілення у перерізі стіни (а); температурні режими прогрівання внутрішніх шарів стіни (б).

Аналіз отриманих графіків показує що на 148 хв настає граничний стан втрати несучої здатності, оскільки в цьому разі вертикальні переміщення перевищують допустиме значення.

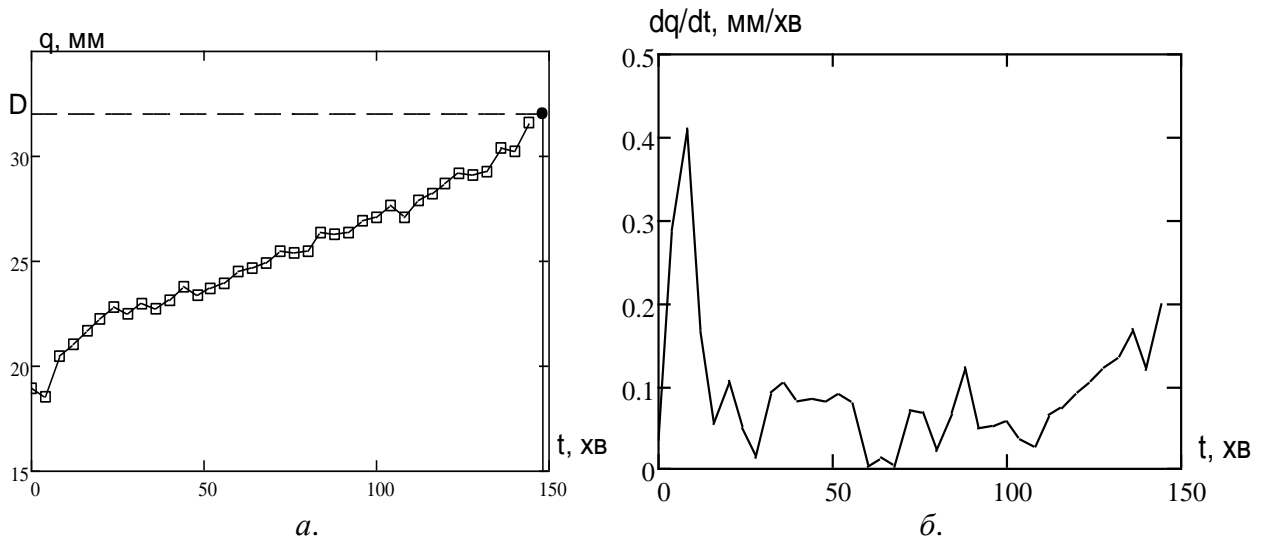


Рисунок 5 – Результати вирішення статичної задачі: вертикальні переміщення верхнього краю стіни (а); швидкість наростання вертикальних переміщень (б).

Для аналізу настання граничного стану втрати цілісності використаний аналіз картин розподілень пошкоджень. На рис. 6 подані розподілення тріщин і положення повністю зруйнованих КЕ, отриманих у результаті розрахунку, у момент настання граничного стану.

Розподілення ушкоджень у стіні показує, що згідно з ознаками настання граничного стану втрати цілісності (наявність тріщин не глибиною не менш як 160 мм та наскрізних тріщин) не відбувається.

Таким чином, уточнений метод, що був запропонований у даній роботі, дозволяє ефективно розраховувати один з типів будівельних конструкцій несучі стіни на вогнестійкість.

Висновки.

1. У результаті проведеної роботи був розроблений уточнений розрахунковий метод комплексної оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій на прикладі кам'яних несучих стін.

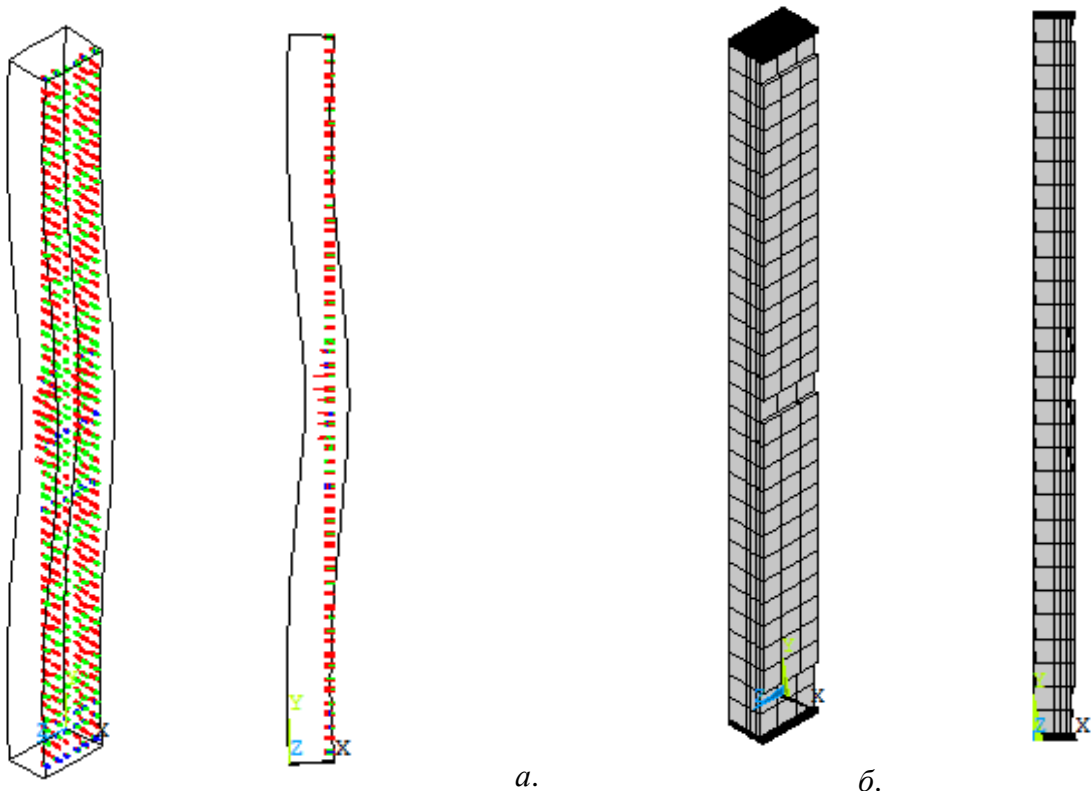


Рисунок 6 – Розподілення тріщин у стіні (а) та повністю зруйнованих елементів (б) у момент настання граничного стану втрати несучої здатності.

2. Сформульовані вимоги до комплексу вихідних даних для проведення розрахунку за запропонованим уточненим методом у відповідності до системи європейських стандартів.

3. Сформульовані вимоги до побудови розрахункових схем та сіткових моделей на прикладі кам'яних несучих стін для проведення розрахунку за запропонованим уточненим методом в програмному забезпеченні ANSYS. Ці вимоги можуть бути використані для інших типів конструкцій.

4. Використовуючи розроблений уточнений метод, була оцінена вогнестійкість несучої стіни з блоків із легкого бетону.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ-Н Б EN 1996-1-2:2012 Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.– К.: Укрархбудінформ, 2013. – 78 с.

2. EN 1996-1-2:2004 Eurocode 6: Design of masonry structures Part 1-2: General rules - Structural fire design, Brussels, 2004.

3. Поздєєв С.В. Розробка уточненого розрахункового методу для визначення межі вогнестійкості несучих залізобетонних конструкцій. / Поздєєв С.В., Левченко А.Д. // Науковий вісник національного технічного університету «Львівська політехніка». – Львів: НТУ «Львівська політехніка». - 2011. – С. 264 – 269.

4. ДСТУ Б В.1.1-19: 2007. Захист від пожежі. Несучі стіни. Метод випробування на вогнестійкість. – К.: Укрархбудінформ, 2008.

5. ДСТУ Б В.1.1-4-98*. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Пожежна безпека. – К.: Укрархбудінформ, 2005.

6. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT).

УДК 814.8

О.М. Тищенко, к.т.н., проф, І.В. Рудешко, В.В. Золотарьов,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

ОСОБЛИВОСТІ ГРАНИЧНИХ СТАНІВ З ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДЛЯ БАЛОК, ВИГОТОВЛЕНИХ ІЗ ВОГНЕСТІЙКИХ СТАЛЕЙ

Розглянутий і проведений аналіз результатів випробувань на вогнестійкість двотаврових балок, виготовлених із вогнестійких сталей марок 06БФ і 06МБФ.

Ключові слова: граничні стани, вогнестійкість, випробування, межа текучості, тимчасовий опір, стандартні методики.

Мета роботи: надати оцінку вогнестійкості балок, виготовлених із вогнестійких сталей, розглянути особливості настання граничних станів з вогнестійкості для балок, виготовлених з вогнестійких сталей, довести доцільність використання цих сталей для будівельних конструкцій.

Постановка проблеми. Вирішення проблеми використання вогнестійких сталей марок 06БФ та 06МБФ сприяло проведенню широких досліджень, пов'язаних із вивченням поведінки цих сталей у будівельних конструкціях та визначенням фактичного збільшення вогнестійкості конструкцій, що виготовлені із вищевказаних сталей.

Викладання основного матеріалу. Основний напрямок використання вогнестійких сталей – це промислове та висотне цивільне будівництво, особливо для районів із підвищеною сейсмічною активністю, де ймовірність виникнення пожеж дуже висока, а використання вогнезахисних фарб суттєво погіршує екологію. Використання сталей, стійких щодо короточасного впливу високих температур, дозволяє значно зменшити витрати на будівництво і підвищити експлуатаційну надійність конструкцій.

Особливість вимог, що висуваються до вогнестійких сталей полягає в тому, що вони мають забезпечувати працездатність конструкції не тільки за нормальних умов експлуатації, але і за умови короточасного нагрівання під час виникнення пожежі.

Для випробувань сталей на вогнестійкість були обрані двотаврові зварні балки [1,2], що найчастіше використовуються в якості елементів покриття та перекриття будівель і являють собою балки з ізолюваною верхньою полкою.

Випробування проводили згідно стандартної методики по ДСТУ Б В.1.1-13:2007 «Балки. Метод випробування на вогнестійкість». Під час проведення експериментів, для кожного зразку-балки із проміжками часу від 1 хвилини (на початку випробування) до 30 секунд (в завершальній стадії експерименту) фіксували час від початку вогневого впливу, температуру у вогневій камері і по перерізу зразку, спостерігали за поведінкою конструкції.

Розрахункову схему конструкції обирали із умови найбільшого розповсюдження в будівельних конструкціях. Таким чином, для випробувань була обрана статично визначена балка із шарнірним спиранням по кінцях

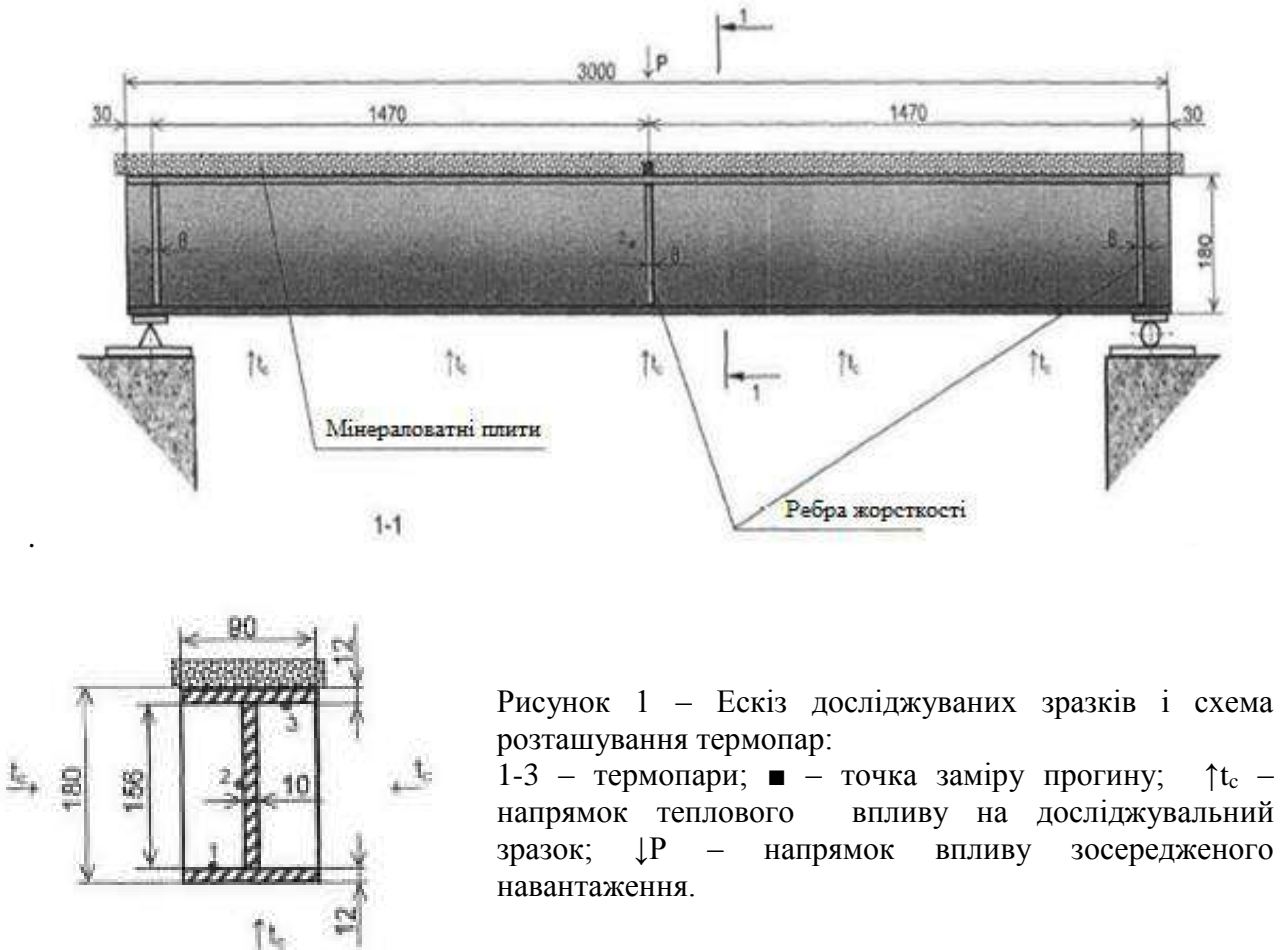


Рисунок 1 – Ескіз досліджуваних зразків і схема розташування термопар:
 1-3 – термопари; ■ – точка заміру прогину; $\uparrow t_c$ – напрямок теплового впливу на досліджувальний зразок; $\downarrow P$ – напрямок впливу зосередженого навантаження.

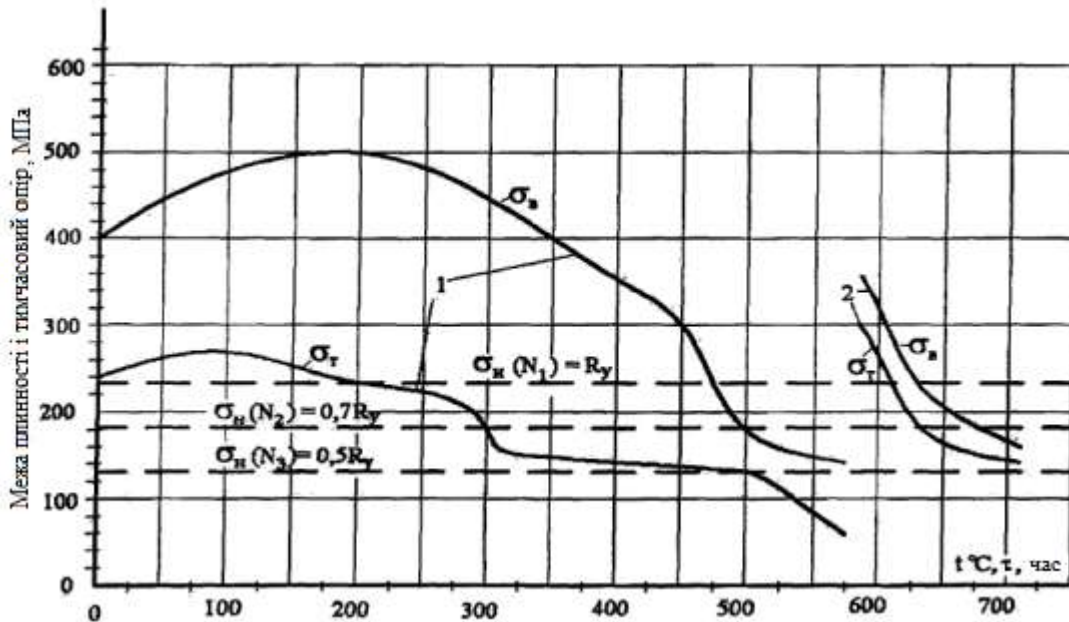


Рисунок 2 – Схема роботи сталі в конструкціях при вогневому впливі:
 1 – сталь звичайної вогнестійкості; 2 – сталь підвищеної вогнестійкості.

На рисунку 2 представлена зміна основних характеристик міцності – межі текучості σ_t і тимчасового опору σ_b при підвищенні температури. На рисунку горизонтальними лініями зображені різні величини постійних статичних навантажень, що діють на конструкції під час пожежі.

На підставі наданої моделі можна зазначити, що :

- при підвищенні рівню навантаження ($N_1 > N_2 > N_3$), час руйнування конструкції має знижуватись;
- в разі використання вогнестійких сталей температурна залежність характеристик міцності зміщується вправо, в сторону збільшення температури і часу працездатності матеріалу конструкції.
- припускається, що критичні стани конструкції мають настати при перетинанні $\sigma_T = f(t, ^\circ\text{C}; \tau, \text{хв.})$ та $\sigma_B = f(t, ^\circ\text{C}; \tau, \text{хв.})$ із горизонтальними лініями номінального напруження σ_H , що відповідає навантаженню N . Визначимо граничні стани конструкції під час вогневого впливу.

Згідно нормативних документів, граничні стани поділяються на дві групи:

1) за втратою несучої здатності або непридатності до експлуатації;

2) за непридатністю до нормальної експлуатації. За умови $\sigma_T = f(t, ^\circ\text{C}; \tau, \text{хвил.}) > \sigma_H$ (див. рис.2) конструкція після пожежі буде ще ремонтно придатною. Таким чином, перетинання кривої $\sigma_T = f(t, ^\circ\text{C}; \tau, \text{хвил.})$ із графіком номінальних напружень σ_H можна віднести до другої групи граничних станів [1]. Найбільш важливим являється критичний стан, пов'язаний із перетинанням кривої $\sigma_B = f(t, ^\circ\text{C}; \tau, \text{хвил.})$ із графіком σ_H . При цьому будуть спостерігатись сильний розвиток пластичних деформацій, і, можливо, втрата стійкості форми. Але, дуже важливо, щоб конструкція не зруйнувалась, як під час пожежі, так і на протязі короткого часу після пожежі (години, доби), не зважаючи на великі деформації. Таким чином, в цьому випадку допустимі великі пластичні деформації, але не допустимо повне руйнування конструкції. Це буде забезпечено, коли $\sigma_B = f(t, ^\circ\text{C}; \tau, \text{хвил.}) > \sigma_H$. Подібний випадок передбачений ДБН В. 1.2-14-2008 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ». Такі ситуації можна виділити в окремий граничний стан, як запропоновано у [1]: під час розрахунку конструкцій потрібно розглядати аварійну ситуацію, що має відносно малу тривалість (пожежа, сейсмічні навантаження). Такі ситуації можна виділити в окремий граничний стан. У такому випадку конструкція не придатна до подальшої експлуатації, і навіть до ремонту, але вона не зруйнувалась.

Для балок, за даними випробувань, R_v (вогнестійкість за другим граничним станом) пов'язана із часом падіння тимчасового опору нижньої полки до рівня фактичних напружень ($\sigma_B^{\text{мн}}$); R_f (вогнестійкість за першим граничним станом) – з часом падіння тимчасового опору верхньої полки до рівня фактичних напружень ($\sigma_B^{\text{вп}}$); балка втрачає несучу здатність в наслідок надмірного розвитку пластичних деформацій. Різниця $R_f - R_v$ не залежить від сталі і навантаження, і складає, за результатами випробувань 2-7 хвилин. Вичерпання несучої здатності при переході від стандартних до вогнестійких сталей за умов нормативних навантажень, відбувається на 100°C вище, що значно збільшує межу вогнестійкості конструкції.

Таблиця 1 – Результати випробувань балок на вогнестійкість.

№ п/п	Сталь	Пос-тавка	Клас міцності	Навантаження	R_v		$R_f - R_v$		R_f	$\sigma_T^{\text{нп}}$	
					хвил.	%	хвил.	%		хвил.	хвил.
1	Ст3сп5	ГК	C255	0,5 R_y	23	82	5	18	28	16	520
2	Ст3сп5	ГК	C255	0,7 R_y	17	70	7	30	24	12	460
3	09Г2С	ГК	C345	0,7 R_y	17	74	6	26	23	12	460
4	06БФ	ГК	C255	0,7 R_y	25	90	2,5	10	27,5	18	620
5	06БФ	ГК	C255	0,98 R_y	15	66	5	33	20	16	580
6	06БФ	ГК поф.	C255	0,98 R_y	57	94	4	6	61	55	580
7	06БФ	ТП	C255	0,7 R_y	27	95	1,5	5	28,5	22	620
8	06МБФ	ГК	C345	0,7 R_y	24	83	5	17	29	23	580
9	06МБФ	ГК	C345	0,5 R_y	33	82	7	18	40	30	650

Продовження таблиці 1.

№ п/п	Сталь	Поставка	Клас міцності	Навантаження	σ_B^{HP}		σ_T^{HP}		σ_B^{BP}	
					хвил.	T ⁰ C	хвил.	T ⁰ C	хвил.	T ⁰ C
1	Ст3сп5	ГК	C255	0,5 R _y	22	620	23	520	28	620
2	Ст3сп5	ГК	C255	0,7 R _y	18	560	18	460	24	560
3	09Г2С	ГК	C345	0,7 R _y	17	560	18	440	23	540
4	06БФ	ГК	C255	0,7 R _y	21	660	25	620	27,5	640
5	06БФ	ГК	C255	0,98 R _y	16,5	600	20	540	20,5	550
6	06БФ	ГК поф.	C255	0,98 R _y	57	600	61	550	61	560
7	06БФ	ТП	C255	0,7 R _y	26	650	28,5	600	28,5	600
8	06МБФ	ГК	C345	0,7 R _y	23,5	600	29	580	29,5	590
9	06МБФ	ГК	C345	0,5 R _y	32,5	660	38	640	40	660

В таблиці 1 представлені основні результати дослідження. Вказано час до перетинання температурних залежностей σ_T і σ_B з лінією постійного напруження, що відповідає заданому навантаженню: σ_T^{HP} і σ_B^{HP} відповідають залежностям для нижнього поясу балки, а σ_T^{BP} і σ_B^{BP} відповідно для верхнього поясу балки.

Згідно таблиці у звичайних сталях C255 (ВСт3сп) і C345 (09Г2С) з підвищенням навантаження загальна межа вогнестійкості R_f конструкцій зменшується (на 4 хв.), при цьому зменшується і R_v . Так само зменшується час, протягом якого величини характеристик σ_T і σ_B стають нижче за величину прикладених напружень.

Встановлено, що при однаковому напруженні 0,7 R_y у звичайних сталях межі вогнестійкості не залежать від початкової міцності прокату і ступеню його легування.

В якості сталей підвищеної вогнестійкості із властивостями сталі C255 випробували два варіанти сталі 06БФ: гарячекатану і термічно зміцнену. При напруженні 0,7R_y конструкції із гарячекатаної вогнестійкої сталі мають більш високі межі вогнестійкості: на 4 хвилини ($R_f = 27,5$ хвилин) порівняно зі сталями звичайної вогнестійкості (варіанти 2,3,4 таблиця 1). При цьому R_v збільшується приблизно на 8 хвилин. У термічно покращеної сталі 06БФ (C255) характеристики вогнестійкості ще підвищуються (варіант 7, таблиця 1): R_y збільшується на 12 хвилин, R_v – на 10 хвилин.

При підвищенні напруження до рівня розрахункового опору (0,98R_y), межа вогнестійкості конструкцій із гарячекатаної вогнестійкої сталі зменшується (варіант 5, таблиця 1), але за умов термічно покращеної сталі цього не відбувається (варіант 8, таблиця 1): $R_f = 29$ хвилин.

При використанні термічно покращеної сталі 06 БФ (варіант 7, таблиця 1) величина R_f пов'язана із досяганням рівня заданих напружень досліджуваними характеристиками верхнього поясу (σ_T^{BP} , σ_B^{BP} , R_v) – аналогічними характеристиками нижнього поясу.

Балки із гарячекатаної сталі 06МБФ (варіант 9, таблиця 1) витримують значно довше (до 40 хвилин) вогневий вплив, порівняно із сталями звичайної вогнестійкості (варіанти 1 і 9, таблиця). R_f більша на 12 хвилин, R_v – на 10 хвилин. За умов використання термічно покращеної сталі 06МБФ із приведеними товщинами елементів більше за 6,0 мм, R_f має перевищувати 45 хвилин. Використання мінімального шару вогнезахисного покриття збільшує величину R_f на 40 хвилин (варіанти 5 і 6, таблиця 1). Таке вирішення проблеми вогнестійкості також є економічно ефективним.

Висновки.

1. Під час вогневого впливу на балки пропонується виділити другий граничний стан, за умов якого межа текучості конструкції знижується до рівня напружень в конструкції, але конструкція після пожежі буде залишатись ремонтно придатною.

2. Для балок за даними дослідження R_v (вогнестійкість за другим станом) пов'язана з часом падіння тимчасового опору нижньої полки до рівня фактичних напружень σ_v^{np} ; R_f (вогнестійкість за першим граничним станом) – з часом падіння тимчасового опору верхньої полки до рівня фактичних напружень σ_v^{np} ; балка втрачає свою несучу здатність в наслідок розвитку значних пластичних деформацій. Різниця $R_f - R_v$ не залежить від сталі і навантаження і складає 2÷7 хвилин. Вичерпання несучої здатності за умов переходу від стандартних сталей до вогнестійких, при нормативних навантаженнях відбувається на 100⁰С вище, що значно збільшує межу вогнестійкості конструкції.

3. Проведені випробування дозволяють зробити висновок, що висока вогнестійкість досліджених конструкцій забезпечується за умов використання сталей, у яких при 600⁰С виконуються вимоги щодо нормативних характеристик міцності. В першу чергу, це відноситься до сталей 06МБФ.

4. У термічно покращених сталях 06БФ і 06МБФ процеси втрати міцності протікають більш повільно, ніж у гарячекатаних, тому їх використання в конструкціях більш ефективно.

5. Експериментальні дані показують, що фактична вогнестійкість балок із приведеними товщинами більш за 6,0мм, що виготовлені із термічно покращеної сталі 06МБФ без вогнезахисту при обігріві з трьох сторін (наприклад, балки перекриттів, покриттів і інш.), може перевищити 45 хвилин.

6. Доцільним вважаємо продовжувати роботи щодо створення нормативної та випробувальної бази з питань розробки та застосування таких сталей для будівельних конструкцій в Україні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Соловьев Д.В. Новая огнестойкая сталь. Исследование огнестойкости стальных балок, изготовленных с применением новой стали // Противопожарная защита зданий и сооружений, огнезащита строительных конструкций (новые технологии и разработки). Сб. научных тр. - ГУП ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, - М., 2008 - с. 40 - 50.

2. Ройтман В.М. Теория расчета конструкций на огнестойкость. Вчерашние стереотипы или новые подходы?// Пожарное дело №5, 1989, с. 8-10.

3. Бехтин В.И., Ройтман В.М., Слуцкер А.И., Кадомцев А.Г. Кинетика разрушения нагруженных материалов при переменной температуре// Журнал технической физики, 1998, т. 68, №11, с. 76-81.

4. ДБН В. 1.2-14-2008 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ».

УДК 613.96:378.014.15:354.11/.86 (477)

М.Г. Хлівний, к.мед.н., доц., О.М. Черненко, к.мед.н., доц.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

ДО ПИТАННЯ ГЕНЕЗУ НЕВРОЗУ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Розглянуті теоретичні положення нервово-емоційного напруження людини за звичних і надзвичайних умов життєдіяльності, які тісно пов'язані із характером мобілізації енергетичних та інформаційних ресурсів організму як захисних поведінкових реакцій та їх роль у генезі психогенних розладів (неврозів).

Ключові слова: невроз, нервово-психічне напруження, стрес, фобії, розлади свідомості.

Постановка проблеми. Актуальність питання полягає в епідеміології неврозів, їх стрімкому зростанню за сучасних умов, які характеризуються тотальним наступом науково-технічного прогресу [1]. Останній помимо явних переваг, вимагає додаткової мобілізації адаптивних ресурсів особистості, до чого не всі виявляються готовими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковцями [4; 5] констатовано, що у патогенезі неврозів провідною ланкою є порушення функцій мозкових структур відповідальних за управління процесами адаптації. При цьому, чим більша невідповідність між наявним становищем і прогнозованим, тим ймовірніше виникнення патологічних наслідків для організму.

Виділення невирішених частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Проте, особливості прояву неврозу в надзвичайних ситуаціях досліджувалися лише частково [2].

Мета роботи – розкрити особливості генезу неврозу в надзвичайних ситуаціях.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перший ступінь змін психіки властивий різновидам нормального психічного стану які характеризуються значним відхиленням від норм психоемоційного напруження особистості. Такі зміни мають назву фізіологічних, оскільки ще зберігають оптимізацію реакцій психічного пристосування особистості за рахунок психічних ресурсів „діапазону психічного спокою”. Подібні психогенії, коли не спостерігається порушення захисного психічного бар'єру, ще називають душевними хвилюваннями, до яких відносять такі стани, як: стрес, психічну астенію, фрустрацію, внутрішній конфлікт, душевний криз, страх, паніку.

Терміном стрес (від англ. - *напруження*) позначають неспецифічну (не пов'язану з імунним захистом) реакцію організму, що виникає під дією усякого сильного впливу (стресор) і супроводжується перебудовою захисних сил організму [5]. Стресовий стан відносять до другого ступеня нервово-психічного напруження, яке характерне для людей, що опиняються в умовах надзвичайних ситуацій. (Перший ступінь напруження властивий для інтенсивної буденної творчої активності людини на тривалий період).

За умов надзвичайної ситуації збільшується частота реалізації небезпеки (ризик) – небажані для особистості наслідки; створюється альтернатива – вижити чи загинути, виникає біологічна необхідність граничної (найбільшої) мобілізації ресурсів організму.

При цьому мобілізуються переважно енергетичні ресурси, а інформаційні (пов'язані з діяльністю нервових клітин) ресурси можуть зменшуватися. Ресурси витрачаються бурхливо, надлишково (неекономно, з меншою доцільністю), що має назву психоемоційна „буря” і енергетична „пожежа” в організмі. Вона охоплює не весь організм, а тільки відповідні ділянки центральної нервової тканини та обмежену кількість органів і систем, які якраз здатні забезпечити самозберігаючу поведінку при взаємодії з оточуючим середовищем.

В стресовому стані в організмі посилюється робота серця та частота серцевих скорочень, підвищується артеріальний тиск, посилюються легенева вентиляція і газообмін,

інтенсифікуються енергетичні процеси в клітинах – вивільнення хімічної енергії складних сполук і її використання для роботи (переважно м'язової) [6]. Гранично зростає м'язова працездатність, зникає стомлення, сильно збуджується кора великих півкуль, що забезпечує покращення умовно-рефлекторної діяльності спрямованої на пошук благополучного виходу із надзвичайної ситуації. В такому стані фізіологічного афекту (посилена короткочасна психоемоційна реакція у відповідь на подразнення, коли людина усвідомлює свої вчинки) людина здатна до дивовижних вчинків: підняти непомірний тягар, стрибнути на велику висоту, без втоми подолати велику відстань та інше – що в звичайному стані нездійсненно. Коли такі вчинки мають доцільну діяльність з корисними наслідками для суспільства, то таких людей ми відносимо до категорії мужніх, стійких, сильних – героїв.

Проте в надзвичайній ситуації таких сильних духом осіб виявляється відносно небагато. Переважно це люди, що виконують службовий обов'язок, мають досвід поведінки в подібних ситуаціях (загартовані, психічно стійкі до стресу), мають тренованість організму до граничних фізичних і нервово-емоційних перевантажень, тобто до стресових ситуацій. Для нетренованого організму властивий стан максимальної мобілізації ресурсів при недостатніх її резервних можливостях – стан детренованості. Тоді виникає хибне коло – детренованість посилює розвиток стану напруження і водночас організм не здатний витримати такий стан напруження.

Встановлено [2], що різні фактори (стресори) здатні викликати в організмі специфічні по кожному із факторів реакції напруження, наприклад, холод спричиняє звуження судин шкіри і тим організм захищає себе від подальшої втрати тепла, тепло, навпаки розширює ці судини, підвищує потовиділення і випаровування води зумовлюючи тим самим охолодження організму. Однак ці ж фактори (холод, тепло) викликають в організмі і стереотипну (набір дій розміщених у відповідній упорядкованості в просторі та часі з незмінним повтором в сталому порядку), загальну, неспецифічну реакцію, що не має відношення до характеру конкретного фактора. Неспецифічна реакція немов би послуговує відповіддю на вимогу, пред'явлену даним фактором до здатності організму пристосуватися у виниклих зовнішніх умовах. Якраз цей, неспецифічний сигнал до включення пристосувальних (в тому числі і психічних) можливостей організму і є, власне кажучи, сутністю стресу.

Практично важливо враховувати при визначенні стресового стану людини такі обставини виникнення стресу як те, що: 1) різні фактори (фізичні, механічні, хімічні, біологічні, психічні чи соціальні) хоч в загальному і мають однаковий ступінь стресогенності (здатності викликати стан стресу), не обов'язково у різних людей зумовлюють цілковито схожі прояви загального адаптаційного синдрому (стресу); 2) навіть однаковий ступінь стресу від одного й того ж стресора (фактору) не завжди спричиняє тотожний стан організму; 3) в реакції на стрес відповідне значення мають спадковість, стать, загальний стан організму, тренованість (доведено, що стрес, як і всяке інше психічне явище, піддається тренуванню) та інше [4].

Стрес, як відомо, це біологічно корисна пристосувальна реакція, що мобілізує енергетичні, інформаційні і швидкісні ресурси організму для долавання перешкод, досягнення мети, вибору умов самозбереження.

Стресовий стан, для якого характерним є значна мобілізація адаптаційних ресурсів організму, має відповідні тренуючі властивості згідно до „золотого правила” саморегуляції – саме відхилення від норми є стимулом вертання до норми. Припинення дії стресора, якщо його інтенсивність була в межах адаптаційних можливостей організму, включає механізми нормалізації функцій, залишаючи в ньому пам'ять про спосіб реагування. Повтори таких реакцій організму формують готовність його до наступних подібних ситуацій із підвищеним психоемоційним напруженням, сприяють поступовому зниженню інтенсивності самих реакцій. Досягається стан доброї адаптації – стан тренованості. Такі індивіди добре долають стреси. Вони відрізняються низьким рівнем фізіологічного і психічного збудження, реагують переважно в стані внутрішньої зрівноваженості, помірковано: зменшують перед самим собою серйозність необхідності активно долати стресор (перепону), прагнуть передбачити

подальший розвиток подій, справитися з ними інтелектом, по можливості полегшити ситуацію.

Ухилення від безпосередньої реакції на підвищене навантаження може виявитися підходящим захистом (в окремий момент чи період) від коротко часового стресового стану. Проте часте і тривале ухилення здатне призвести до погіршення фізіологічної адаптації – виникає стан поганої адаптації – стан детренованості [2]. Погана реакція адаптації на стрес зумовлює підвищення сприйнятливості до захворювань, зокрема психічних. Такі індивіди погано долають стреси. Вони відрізняються глибокими переживаннями, які характеризуються спочатку загальним збудженням у вигляді безперервних рухів, немотивованих вчинків, мова стає безладною. Схвильовані, вони постійно подумки вертаються до стресової ситуації, „копаються” в ній. Пізніше у них може виникнути хворобливий стан ступору – знерухомленості, ослаблення реакцій на стресор.

Реакція організму з ослабленими можливостями адаптації, у відповідь на стресові умови, властива для третього ступеня нервово-психічного напруження, що має назву психічна астенія, коли мобілізація ресурсів організму для долання перешкоди прогностично (на основі оцінки підсвідомим аналізом) виявляється недостатньою. Виникає стан страху (переляк), жаху, туги, який супроводжується астенізацією організму – безсиллям, слабкістю. В такому стані людина відмовляється від досягнення мети, від активної боротьби за себе, що є своєрідною пасивною захисною реакцією виживання в надзвичайних ситуаціях.

В організмі виникає стан різкого зниження фізичної працездатності, внаслідок швидкого стомлення м'язів, та розумової, внаслідок розвитку гальмівного процесу в нейронах кори великих півкуль. Мобілізація ресурсів пригнічується („економія” сил) і різко послаблюються захисні реакції – імунні та інші. Відмічається пониження або навіть втрата пам'яті, з'являється відчуття знесилення – „підкошуються ноги”, „опускаються руки”, „Загальмоване мислення набуває схильності до неправильної (неадекватної) оцінки обставин в яких опинилась людина – „у страху великі очі”. В подібному нервово-психічному напруженні людина зазвичай мало здатна зарадити собі та самостійно включитися на допомогу іншим. Здебільшого вона сама потребує психотерапевтичної допомоги для можливого усунення такого негативного стану: уваги і доброзичливих відносин від оточуючих людей, переведення уваги і діяльності на інші об'єкти з метою витіснення пригноблюючої стурбованості, дати волю сльозам та плачу [5]. При загострених проявах переживання такій людині можуть допомогти краплі валеріани або інші заспокійливі ліки (транквілізатори), а також оберігаючий режим та подовжений сон.

Фрустрація – психічний стан усвідомлення неможливості (явної чи вигаданої) досягнення бажаного. Такі стани нерідко бувають в умовах надзвичайних ситуацій, коли виникають життєві перешкоди різного походження: фізичні (позбавлення волі, умови жорсткої депривації), біологічні (хворобливий стан, тілесна нікчемність), психологічні (страх, інтелектуальна недостатність (наприклад, інфантилізм), наявність сильної мотивації досягнення мети), соціально-культурні (норми, правила, заборони). З погляду на виразність проявів такого стану, потрібно зважувати на те, що існують різні ступені переходу ситуації ускладнення діяльності в ситуацію, коли труднощі виявляються нездоланими. Психологічно фрустрація характеризується поєднанням пригніченого настрою із напруженням та стривоженістю. Для людини в такому стані часто байдуже чи є можливість подолати перешкоду чи такої не існує [3]. Поведінка спрощується, стає примітивною, нелогічною і проявляється у формі або астенії – апатія, знесилення, пригніченість, невпевненість, лякливність, або стениї – роздратованість, злість, агресивність. Домінує бажання уникнути ускладненої ситуації, а тому можуть виникати немотивовані вчинки. Порушення в сфері поведінки при фрустрації проявляються на двох рівнях: втрата вольового контролю над собою (дезорганізація поведінки) та зниження ступеня обумовленості свідомості адекватною мотивацією (втрата терпіння і надії).

Вираженість і тривалість станів фрустрації залежить від характеру особистого сприймання надзвичайної ситуації, а також від ступеня підготовленості людини до не передбачуваних подій і типу реагування її на стрес.

Конфлікт внутрішній (внутрішньоособистісний, душевний) представляє собою стан зіткнення (протиборства) між приблизно рівними по силі, але протилежними по спрямованості інтересами, потребами, нахилами і таке інше особистості. Як психологічна ситуація напруження він потребує наявності у людини досить складного (суперечливого) внутрішнього світу і актуалізацію такої складності умовами буття. Сутність душевного конфлікту полягає в тому, що необхідно усвідомлено співставити цінність протиборствующих мотивів, зробити між ними вибір (душевна робота), знайти компромісне рішення. В критичній життєвій ситуації (стан дефіциту смислу в подальшому житті людини), коли суб'єктивно стає неможливо ні вийти із виниклих конфліктних умов, а ні знайти прийнятне рішення. В залежності від інтенсивності психоемоційного напруження і складності душевних переживань, свідомість здатна капітулювати перед нерозрешимою задачею і призвести до пасивного підкорення перебігу подій. Такий „внутрішній розлад” може бути усунутий (знятий) лише додатковим мотивом, який допоміг би витіснити наявні та прискорити прийняття остаточного рішення. Задача не з простих і в цьому відношенні ефективним буває метод керованого монологу.

Криз (грець. – *поворотний пункт*), як душевний стан, породжується психологічною ситуацією, коли перед індивідом постає проблема якої він не може усунути і яку не спроможний вирішити за короткий час звичним способом (смерть близької людини, тяжке захворювання чи каліцтво, зміна зовнішності, різка зміна соціального статусу і таке інше) [5].

В залежності від остаточної можливості для потерпілого реалізувати себе в подальшому житті, складаються два типи кризових психологічних ситуацій: криз із збереженням деякого шансу повернутися до попереднього рівня життя і криз без жодного шансу на повернення. В ситуації другого типу людині залишається єдиний вихід із кризи, це модифікація (зміна ознак) її як особистості та її змісту життя. Тяжкий криз може вимагати від особистості перегляду рівня своїх життєвих запитів й одночасної перебудови власного Я.

Страх – емоційна реакція (стан хвилювання, тривоги, неспокою) людини на справжню чи уявну небезпеку. Виникає страх в ситуаціях загрози біологічному чи соціальному існуванню індивіда. Функціонально він послуговує попередженням суб'єкта про передбачувані страждання. Цей емоційний механізм дозволяє зосередити увагу на джерелі небезпеки і збуджує організм на пошуки її уникнення.

В залежності від характеру загрози інтенсивність і специфіка переживання страху видозмінюється в досить широкому діапазоні проявів: острах, боязнь, переляк, жах. Стан побоювання (тривожності) виникає за умов невизначеності чи неусвідомлення джерела небезпеки.

В умовах надзвичайних ситуацій психоемоційний стан страху може досягти сили афекту або фізіологічного – ярості, гніву, люті, коли ще зберігаються усвідомлення і контроль дій особистості, або з елементами патологічного афекту – страх, паніка, жах із ознаками звуження і затьмарення свідомості та автоматичними недоцільними чи небезпечними діями [2]. Він може мати перебіг або у формі астенічного страху, з проявами залякання, слабкості, недоцільних вчинків (страх, боягузтво, лякливість – представляють різні ступені пасивно-оборонного рефлексу), або у формі стеничного страху – паніки.

Страх, тривога, паніка можуть відповідати і не відповідати ступеню небезпеки, бути адекватними або не адекватними їй (наприклад, уявна небезпека).

Паніка, панічний страх проявляється у відчутті страху і нестримного бажання будь-яким чином уникнути небезпечної ситуації. При цьому розум поступається перед інстинктом самозбереження, переважають неусвідомлені, яскраві емоційно забарвлені видіння.

В окремих випадках надзвичайних ситуацій панічний стан набуває „епідемічних” властивостей на основі психічного взаємного зараження (масова паніка) і здатності блокувати раціональну (розумну) оцінку виниклих обставин та мобілізацію вольових ресурсів [3]. Взаємодіюча група людей тим легше вироджується в панічний натовп, чим

менше виявлені та суб'єктивно значимі загальні цілі, чим нижче згуртованість та авторитет лідерів. Умовами виникнення масової паніки можуть бути: загальні обставини психічної напруженості, що викликають стан тривоги, чекання тяжких подій (землетрус, війна, державний переворот і т. ін.); загальні психологічні умови (раптовість, переляк, пов'язані із недостатком відомостей про джерело небезпеки, часу її виникнення, засобах протидії); фізіологічні стани організму (втома, голод, сп'яніння тощо.)

Найбільше сильний ступінь страху – жах, для якого характерно придушення (витіснення) страхом розуму – здорового глузду, звідси і назва його – „безумний страх”.

Сприяє виникненню панічного стану людини її сугестивність (навіюваність) – властивість особистості, що проявляється в здатності без критичної оцінки (верифікації – співставлення з досвідом), без обмірковування засвоювати (інтеріоризувати) отриману інформацію (ідеї, накази, уявлення) і керуватися нею в своїх почуттях та діях без боротьби мотивів – душевної роботи.

Чим нижче рівень верифікації інформації, тим вище рівень сприймання її на „сліпу” віру. Стан підвищеної навіюваності і самонавіюваності спостерігається у людей за таких обставин: спросоння, під гіпнозом, у істероїдних психопатів, алкоголіків, наркоманів та інших хворих, звичних до покори (діти, воїни, спортсмени тощо), при втомі, голодуванні, в умовах інформаційної невизначеності, в екстремальних умовах під загрозою небезпеки, в натовпі, при використанні засобів масової інформації (вчасно подане і чітко визначене гасло є одним із методів навіювання).

Якщо стани другого та третього ступенів напруження організму не дають змоги уникнути небезпеки, вона продовжує реально загрожувати, то у людини може розвинути четвертий крайній ступінь нервово психічного напруження - невроз (рис. 1).

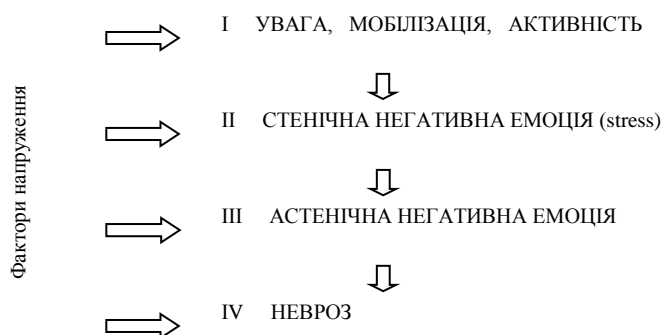


Рисунок 1 – Ступені нервово-психічного напруження [4].

Стан напруження будь-якого ступеня може виникнути безпосередньо „з місця”, без включення попередніх ступенів.

Стан напруження = функція · [мета · (інформація необхідна, енергія необхідна, час необхідний – інформація спокою, енергія спокою, час спокою)]

$CH = 0$ коли $InEnЧн = IcEcЧс$ В цьому випадку мета досягається без напруження.

$CH > 0$ коли $InEnЧн > IcEcЧс$:

- ❖ мета досягається I та II ступенями напруження – біологічно-корисні реакції;
- ❖ відмова від досягнення мети – III ступінь напруження – захисна реакція;
- ❖ досягнення мети неможливе – розлад організму – патологічна невротична реакція чи стан неврозу – IV ступінь напруження.

Невроз не є відхиленням норми в межах „діапазону ресурсу” психічного пристосування, як це розцінюється при другому і третьому ступенях, а кваліфікується уже як психічне захворювання, „поломка” в механізмах регуляцій організму. Корвасарський Б.Д. (1990), Єнікєєва Д.Д. (1997) визначають невроз як психогенний (заподіяний психотравмою) нервово-психічний розлад, що виникає внаслідок порушення особливо важливих життєвих відносин людини. В нервово-психічній регуляції організму, „вегетативна буря” властива другому ступеню напруження, переходить в регуляторний „хаос”, елементи якого з'являються при третьому ступеню напруження. Різко порушуються функції внутрішніх

органів, з можливим формуванням в них хворобливих змін, переважно в тих органах чи системах, що мають успадковану життєву слабкість – місця найменшої стійкості організму (по аналогії – де тонко там і рветься).

Психологічно в невротичному стані виникає вкрай понижене самопочуття, усвідомлення власної непотрібності, безпорадності, безперспективності подальшого існування. В такої людини порушується рівновага збудження і гальмування в нейронах кори великих півкуль, порушується адекватність реакцій організму і поведінка – значно понижується або повністю втрачається працездатність.

Щоб розпізнати невротичний стан людини, оцінити її працездатність та визначити заходи допомоги, важливо знати основні характерні риси неврозів:

- зміни в організмі відносять до категорії функціональних, оскільки будь-які порушення будови клітин і тканин відомими засобами не виявляються;
- зберігається критичне відношення до свого хворобливого стану і людина намагається його подолати;
- порушення психіки виражені нерізко (легкі зміни психіки);
- мають чіткі початок і кінець;
- психічні порушення зворотні (зазвичай повне вертання до норми) незалежно від їх тривалості і зникають при усуненні дії психотравми.

Найбільш частими і добре пізнаними формами неврозів є неврастенія (60%), істерія (30%), психастенія, невроз нав'язливих станів, депресивний невроз та інші (разом менше 10%) [4].

Неврастенія – нервова слабкість, фізіологічно характеризується перевагою процесів збудження в центральній нервовій системі над процесами гальмування [3]. Проявляються станом легкої збуджуваності і утрудненням гальмування (заспокоюванням, приборкуванням виниклого роздратування). Сердитість, нестриманість (вірна ознака неврастенії) виникають гнівними спалахами. В умовах залежності хворий стримується, а в оточенні залежних „розряжається” криком, грубіянством, не вислуховує пояснень, може вдарити (нестриманість). Частою ознакою неврастенії є порушення сну – пізно лягають спати і довго в ліжку не засинають, тому що бентежні спогади „відлякують” сон. Сон переважно неглибокий (поверхневий), бентежний снобаченнями. Фізіологічно неповноцінний нічний сон ускладнює ранішнє піднімання, сонливість вдень призводить до зниження працездатності, швидкого стомлювання і нестійкості психо-емоційного настрою. Нерідко хворих турбує мінливий головний біль. Втрата спокою і внутрішньої зрівноваженості роблять людину зажуреною, малотовариською, помисловою, розхлябаною в поведінці та діях. Душевна схвильованість і одночасна пригніченість можуть викликати: часте серцебиття, легке тремтіння, пітливість, головооберти, напади задухи, закріпи, пониження апетиту та інше.

Істерія – невроз, який проявляється різними варіантами функціональних, психічних, соматичних (тілесних) і невротичних розладів. Характеризується великою сугестивністю (навіюванням і самонавіюванням), прагнення всяким шляхом привернути до себе увагу. Фізіологічною основою захворювання є перевага першої сигнальної системи (чуттєвих безпосередніх образів дійсності) над другою (відображення дійсності у вигляді поняття) – слабкість другої сигнальної системи (системи уявлень), що властиво людям „художнього типу” [5].

На думку вчених у істериків має місце вивільнення підкоркових нервових центрів, що регулюють емоційно-інстинктивні поведінкові реакції, від гальмівного впливу кори великих півкуль – контролю свідомості. Тому їм притаманні емоційно барвисті, часто примітивні, поведінкові прояви:

- егоцентричність (прагнення бути постійно в центрі уваги);
- підкресленість симпатій і антипатій до оточуючих;
- капризність;
- демонстративність в зовнішньому вигляді;
- театральність сміху, плачу, нарочитості (фальшивості) вчинків;

Легка навіюваність і самонавіюваність дають їм змогу імітувати усякі хворобливі зміни організму (внутрішні кровотечі, паралічі, судомини, розлади мислення і свідомості, больової чутливості). Досить переконливо здатні імітувати втрату слуху, зору, мови, нюху.

Властивістю імітації хвороб істерики користуються для уникнення складних життєвих ситуацій, труднощів шляхом „тікання в хворобу”.

В критичних ситуаціях у них може виникнути істеричний напад, зазвичай в присутності сторонніх (глядачі). Він характеризується падінням (у вигляді повільного опускання на вибраному безпечному місці) із наступним проявом бурхливих виразних рухів (заламування рук, катання по підлозі і т. ін.) в супроводі безладних викриків, плачу. Все це має перебіг на фоні звуження свідомості.

Людина в істеричному невротичному стані стає нездатною відрізнити власну фантазію від дійсності, тому їх свідчення можуть бути „широ” неправдивими.

Психастенія – (душевна слабкість) – невроз, що проявляється відчуттям неповноцінності, страху, нерішучості, слабкості волі, нав'язливими станами [4]. Оскільки різноманітні нав'язливості є одним із частих і виразних розладів психіки при неврастенії, то це дало привід ряду вчених назвати це захворювання як „невроз нав'язливих станів”. Фізіологічною основою такого захворювання є перевага другої сигнальної системи над першою. Надмірна поміркованість проявляється тим, що хворі „живуть як уві сні”, вчинки уявляються недостатньо ясними і точними. Постійні сумніння, нерішучість та невпевненість в своїх можливостях значно затрудняють їм зробити вибір, прийняти рішення, примушують переробляти щойно закінчену справу, перевіряти невдовзі виконані дії (знеструмлення, замикання дверей, вимикання механізмів тощо). Часто віддаються різним розмірковуванням та мріям, що значно відірвані від реальності. Частіше психастенія спостерігається у людей поміркованого типу або із тривожно-недовірливими рисами характеру („горе від розуму”), а також при психопатіях. Нав'язливі стани неврозу умовно поділяють на нав'язливі страхи (фобії), нав'язливі думки (обессії), нав'язливі дії (імпульсії). Важливою ознакою усіх нав'язливостей є постійність, повторюваність та неможливість їх позбутися. Хворий до них відноситься критично, розуміє їх безглуздість і сам прагне їх подолати. Проте вони виникають без участі його волі та бажання і самостійно усунути їх нездатний, незважаючи на страждання.

Фобії – нав'язливі стани у вигляді нездоланної боязні деяких речей, рухів, дій, вчинків, ситуацій, явищ. Змістом фобії може бути будь-яке явище буденного життя, наприклад, телефону, дотикання гострого, приймання їжі, промови чи вислуховування побажань, протягу, натовпу, блискавки тощо - всього біля ста нозологічних одиниць [4].

Нав'язливі думки, що виникають всупереч волі, можуть з'явитися у повністю здорової людини. Але коли вони з'являються постійно і нездоланно, стають неприємними і тягосними, то це вже ознака психічного захворювання – неврозу чи іншого. Хворі знову і знову намагаються вирішувати непотрібні і навіть безглузді питання, безцільно лічити окремі речі, болісно згадувати неприємні події – все це стає їх „розумовою жуйкою”.

Нав'язливі дії зазвичай обумовлені нав'язливими страхами та сумнівами і виконують роль немов би захисту від впливу інших нав'язливих станів. Наприклад, хворі нескінченно перевіряють свої дії побоюючись неприємностей, багаторазово миють руки при страху заразитися.

Депресія психічна – це психічний стан різко вираженої пасивності, коли зникає інтерес до оточення і все здається в пахмурному вигляді. Як тимчасовий стан буває у здорових людей під впливом негативних обставин. Стійкість і вираженість такого стану є ознакою (симптомом чи синдромом) психічного захворювання, наприклад, депресивного неврозу чи більш тяжкого душевного розладу. Характеризується депресивний невроз пригніченням або тужним настроєм, зниженням психічної активності в поєднанні з руховою загальмованістю, крайнім виразом якої може бути депресивний ступор (повна відсутність рухів і мови), та різноманітними тілесними порушеннями – втрата апетиту, схуднення, закріпи, зміна серцевого ритму і т. ін.

Психопатія (душевне страждання, відноситься до легких порушень психіки) – це аномалія характеру людини, зазвичай зумовлена вродженою неповноцінністю нервової системи. Проявляється дисгармонічним складом особистості, від чого страждають або самі хворі, або суспільство – тобто має місце порушення соціальної адаптації особистості.

Основні порушення при психопатії торкаються емоційно-вольової сфери – характерним є неадекватність емоційних переживань (нерідко бурхливі спалахи гніву, агресії), схильність до депресивних (переживання власної неповноцінності, постійні тривожність і страх) і нав'язливих станів [5].

Дисгармонічність психопатична залежить від надмірної виразності одних психічних властивостей і недорозвинутості інших, наприклад:

- підвищена емоційна збудливість при відсутності контролю за поведінкою і реакціями, викликаних афективними стимулами;
- тривожність, невпевненість і підозрілість при недостатньо адекватній оцінці оточення і відчуття реальності;
- егоцентризм, надмірні претензії на свою значимість при відсутності здібностей і можливостей та інше.

Подібні психічні прояви притаманні у відповідному ступені і нормальній в психічному відношенні особистості. Вони в неї зрівноважені і створюють стійку, гармонічну структуру особистості, достатньо адаптовану до можливих психотравм чи психотравмуючих ситуацій. Для психопатів подібні негарзди життя (малозначимі для нормальної людини) стають значимими, припиняють стійкі відхилення від нормальною загальноприйнятої поведінки і тим самим утруднюють їх соціальну адаптацію. Психопати значно більше (в порівнянні з рештою людей) ранимі, чутливі до негативних впливів різного походження: біологічних – вікові кризи, пологи та інше, тілесних змін, психогенних та соціальних факторів.

На будь-які відхилення від норми поведінки людини в суспільстві дозволяють говорити про психопатію, це можуть бути психопатоподібні стани, неврози або просто акцентуації особистості. Як їх відрізнити?

Психопатоподібні стани – зміни особистості, що подібні до психопатії, які виникли після перенесеного захворювання (травма голови, інфекції головного мозку, хибне виховання тощо), а до цього періоду особистість розвивалась нормально [5].

На відміну від неврозу, коли страждає тільки частина рис характеру, при психопатії хворобливі риси характеру визначають увесь психічний склад особистості.

Акцентуація особистості визначається як відхилення від якогось стандарту (посилення ступеня) певних рис характеру і темпераменту особистості. Таке відхилення не є хворобливим, а кваліфікується як норма хоч із відповідним наголосом (К. Леонгард, 1981) [3]. Чіткої мети між нормальними і акцентуірованими особистостями немає, також її немає між акцентуірованими і психопатами.

Висновки. Розглянуті попередньо різні душевні хвилювання та пограничні зміни психіки в умовах надзвичайних подій можуть мати місце у потерпілих як самостійних психічних станів, не розвиваючись у більш складні стани, так і можуть бути початковими проявами справжніх душевних хвороб із глибокими змінами психіки (психози). Встановлено, що акцентуації особистості, сильні душевні хвилювання передрозташовують до невротичних і психопатичних реакцій, а також реактивних психозів.

Перспективи подальших досліджень: розкрити особливості надання психологічної допомоги потерпілим від надзвичайних ситуацій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України „Про екстрену медичну допомогу”, затверджений Указом Президента України від 05.07. 2012р. №5081 –VI діє з 01.01.2013 р.
2. Грибенюк Г.С. Психологічна підготовка: Навч. посібник для курсантів (слухачів), студентів вищих навчальних закладів МНС України, - Черкаси: ЧПБ, 2005. – 232 с.
3. Психогении в экстремальных условиях / Александровский Ю.А. и др. - М.: Медицина, 1991. - 96 с.
4. Сонник Г.Т. Психіатрія, - К. : Здоров'я, 2006. – 432 с.
5. Філімонов В.І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях. – Вінниця: Нова Книга, 2009. – 488 с.

УДК 004.89:614.841.4

К.Н. Юрченко, к.т.н.,
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля
НУЦЗ Украины

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ ОПЕРАТИВНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ

Одним из направлений оптимизации процесса оценивания знаний является разработка и внедрение интеллектуальных систем профессиональной подготовки. В статье предложены методологические элементы знание ориентированных систем включающие в себя их формальное определение, принципы создания и структурную базу. Предложена концепция построения экспертных систем для контроля знаний, содержащая теоретические и практические составляющие. В качестве базовой структуры предложено использовать онтологии учебных курсов и указано определенные преимущества такого подхода.

Ключевые слова: интеллектуальные системы профессиональной подготовки, экспертные системы, автоматизированные системы обучения и контроля знаний, логическая схема контроля знаний.

Постановка проблемы. Динамика современного мира является причиной и основанием внедрения новых методов обучения и контроля знаний. На смену каноническим парадигмам приходят новые технологии: онлайн-обучение, видеоконференции, обучение «в течении жизни» и др. Эффективность их внедрения и использования зависит от многих факторов, главным среди которых является интеллектуализация процессов обучения и контроля знаний.

Аналитический обзор методов контроля уровня профессиональной подготовки сотрудников оперативно-спасательной службы свидетельствует о преимущественном использовании традиционных процедур обучения и контроля знаний в форме экзаменов или тестирования. В то же время, такое оценивание знаний не является полным и имеет низкий уровень объективности. Последние выводы связаны с тем, что специалисты данной службы должны принимать решения в сложных критических условиях, вызванных пожарами, техногенными и экологическими катастрофами, следствием которых могут быть многочисленные человеческие жертвы и значительный материальный ущерб. В этой связи возникает необходимость создания соответствующих автоматизированных систем обучения и проведения контроля знаний. Существует значительное количество научных исследований, в которых отражены различные подходы к созданию таких систем. В большинстве случаев в таких системах реализован жесткий каркас организации представления учебного материала или тестирования.

Все указанные выше аспекты являются причиной и основанием для разработки экспертных и обучающих систем, в которых интегрированы возможности глобальной сети, удаленного обучения и получения новой информации. Сегодня сложно представить вид деятельности, где не была бы задействована компьютерная техника и где бы ни осуществлялись попытки применения экспертных систем.

Интеллектуальная система профессиональной подготовки (ИСПП) является экспертной системой (ЭС), которая может функционировать в “активном” и “пассивном” режимах. В “пассивном” режиме последовательности вопросов системой определяются заранее и записываются в базу данных, в “активном” – последовательность вопросов формируется в процессе ответов обучаемого. В первом случае минимизируется время на генерацию вопроса, но отсутствует адекватная реакция на правильность ответов, во втором – если мощность онтологии достаточно большая, то время определения следующего вопроса может быть значительным. Преимущество “активного” режима заключается в том, что

существует возможность гибкого реагирования и определения последовательности следующих вопросов в зависимости от предыдущих ответов.

Анализ последних исследований. Автором выполнен анализ процессов автоматизированного обучения и контроля знаний, начиная с концепции программированного обучения, IRT-теории и заканчивая аналитическим обзором современных научных результатов. Сделан вывод об отсутствии системных исследований по структуризации и систематизации учебного материала и его представлению в базах знаний автоматизированных систем обучения и контроля знаний (АСОКЗ). Определены доминантные характеристики современных инструментальных средств обучения и контроля на примере украинских и зарубежных систем. Показано, что преимущественное внимание в первых системах сосредоточено на контроле знаний при почти полном отсутствии адаптивных технологий и технологий индивидуализированного обучения. К такому же направлению исследований относятся работы В.П. Беспалько, Л.В. Макаровой, В.И. Михеева, Б.У. Родионова и других ученых. В зарубежных программных продуктах доминируют элементы концепции «обучения в течение жизни», мультимедийные технологии и ориентация на использование в промышленных условиях.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается статья. Проведенный анализ свидетельствует об отсутствии единого методологического подхода к созданию автоматизированных систем обучения и контроля знаний и необходимости реализации основного принципа автоматизации - обратной связи, т.е. влияния реактивной системы выхода системы обучения (в нашем случае, знаний обучаемых,) на ее вход (базу знаний) с целью выработки наилучшего управления (методологической составляющей) процессом обучения.

Постановка задачи и ее решения. Процесс извлечения знаний с использованием ЭС базируется на работе трех подсистем [1]: редактора базы знаний, машины вывода и подсистемы объяснений. Оптимизация их функционирования требует решения таких задач:

- формального представления онтологии в элементном базисе базы знаний;
- обеспечения возможности определения соответствия между представлением онтологии и таблицей, содержащей тематические вопросы;
- разработки алгоритма проведения экспертизы (контроля знаний), предусматривающего возможность гибкой настройки в результате самоорганизации базы вопросов в режиме реального времени;
- разработки моделей и методов проведения экспертизы, начальным этапом которой является формализация вопросов в зависимости от типов ответов;
- учета возможности нечеткого представления субъективных заключений;
- разработка системы протоколирования и интерпретации результатов функционирования ЭС, предусматривающей объяснение логики проведения экспертизы.

В результате решения указанных задач открываются перспективы системного подхода к созданию ЭС в различных отраслях знания. Значительная степень унификации процесса их создания и проектирования оптимизирует процесс получения экспертных выводов. Необходимым условием этого является формирование онтологий соответствующих предметных областей, достаточное условие заключается в реализации технологии суперпозиции элементов контроля знаний, адаптивности и элементов онтологии.

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов. Стремительное развитие дистанционного обучения является еще одним аргументом в пользу создания и использования автоматизированных систем контроля знаний, базирующихся на использовании онтологий предметных областей, являющихся основой учебных курсов. Заметим, что разработка онтологии является достаточно сложным и трудоемким процессом, поэтому рационально этот процесс в границах учебного заведения, а в дальнейшем и в более широких масштабах унифицировать, для чего разработать программно-методическое обеспечение. Еще одним приложением для разработанных онтологий будет их использование в качестве базовых платформ для разработки

дистанционных курсов, интегрирующих в себе подсистемы обучения, справочной информации, методических указаний, тестовых примеров, приемов отчетов и контрольных заданий.

Предлагаемая концепция построения ЭС для контроля знаний содержит теоретические и практические составляющие. В частности:

- идея и необходимость построения ЭС контроля знаний определяется задачей повышения эффективности процессов обучения и контроля знаний;
- объективизация процесса контроля достигается посредством использования ЭС;
- достаточно точная оценка гарантируется процедурой, обеспечивающей полноту представления материала в процессе контроля знаний, а также его отображением на структуру множества вопросов;
- информационная избыточность устраняется с помощью алгоритма, определяющего в режиме реального времени необходимость и структуру дальнейшего контроля знаний;
- все вышеперечисленные факторы направлены на минимизацию времени оценивания.

Элементный базис и структура ЭС определяется необходимостью:

- работы с ней как лица, проходящего контроль знаний, так и эксперта (системного аналитика, лица принимающего решение (ЛПР), преподавателя);
- создания базы знаний, содержащей концептуальные элементы курса и отношения между ними, представленные в виде графа “И-ИЛИ”;
- разработки онтологии предметной области, содержащей ее концепты, отношения между ними и их интерпретации;
- формирования базы данных, содержащей вопросы и варианты ответов для проведения контроля знаний;
- разработки процедуры формирования последовательности вопросов и оценивания разных типов вопросов, а также интегральной оценки.

Практическая составляющая, а именно, реализация инструментальных средств должна базироваться на таких принципах:

1. Принцип ясности. Все концепты, факты, отношения, интерпретации, представленные в структурных элементах ЭС должны иметь однозначную трактовку на естественном языке, несмотря на формализмы, в них присутствующие [2].
2. Принцип универсальности. В системе должна быть предусмотрена возможность формирования онтологии и логической схемы задач по разным курсам.
3. Принцип согласованности. Все концепты, полученные в результате точного логического вывода из аксиом не должны противоречить неформальным определениям и примерам.
4. Принцип расширяемости. Необходимость введения новых концептов не должна подвергать ревизии структуру уже существующих дефиниций.
5. Принцип минимальности смещения кодирования. Выбор представления не должен иметь влияния на качество определений или следствий.
6. Принцип открытости. Предусмотрена возможность внесения изменений и дополнений как в модули системы, так и в элементный базис и структуру онтологий и логической схемы задач.

Инструментарий для проведения контроля знаний должен предусматривать работу двух категорий пользователей: экзаменатора и экзаменуемого. Экзаменатор должен уметь:

- формировать онтологии, а именно определять концепты (в композиции автоматического режима с ручным или исключительно ручном), отношения, составлять словарь интерпретаций и его представление;
- формировать логическую схему учебного курса;
- формировать базу вопросов и ответов с комментариями (помощью, подсказками для экзаменуемого лица);

– определять процедуру оценивания ответов (необходимо предусмотреть определения коэффициентов сложности вопросов с разработкой процедуры их модификации в процессе тестирования, например – чем больше экзаменующихся не ответили на вопрос – тем выше его сложность).

Для экзаменуемого лица достаточно знать процедуру работы с ЭС. Интеллектуальная система профессиональной подготовки вообще и ее экспертная часть, в частности, должны иметь следующие блоки:

1. Блок предварительного тестирования. В этом блоке предусматривается определение начальной оценки знаний обучаемого, возможность формирования протокола, в котором указано уровень знаний по различным темам и необходимость изучения определенного материала.

2. Блок формирования плана обучения. Исходя из информации, полученной в предыдущем блоке, разрабатывается план обучения. Необходимо учесть пожелания обучаемого, в частности, какого уровня знаний он стремится достичь, какие темы являются приоритетными для изучения и т.д.

3. Блок промежуточного тестирования. В блоке предусматривается контроль знаний после изучения определенной темы, а также сравнительный анализ с предыдущими результатами и вывод статистических показателей.

4. Блок обучения, включающий элементы учебной информации: тексты, мультимедийные блоки, а также метаданные.

5. Блок заключительного контроля. В нем содержится графоподобное представление структуры вопросов и ответов. Главным элементом блока является алгоритм выбора вопросов и алгоритм формирования оценки.

Рассматривая проблему контроля знаний на современном этапе развития информационных технологий, необходимо учитывать следующие аспекты:

– ВУЗы принимают участие в Болонском процессе, важной составляющей чего является внедрением модульной системы оценивания знаний и объективизация этого процесса;

– развивается система дистанционного образования, в основе которой лежат электронные курсы, автоматизированные системы обучения и контроля знаний;

Одним из направлений оптимизации процесса оценивания знаний является разработка и внедрение ИСПП. Выше предложено в качестве базовой структуры использовать онтологии учебных курсов и указаны определенные преимущества такого подхода. Предложены также методы оценивания знаний обучаемых, поскольку вопросы имеют различную структуру и области значений ответов, а также критерии досрочного прекращения оценивания в случае отличных знаний или их отсутствия. Отмечено, что главными критериями при создании автоматизированных систем обучения и контроля знаний (АСОКЗ) является полнота и объективность. Как первый, так и второй критерии являются трудно формализуемыми. Определено, что полнота контроля знаний достигается в результате создания эффективной и адекватной логической схемы оценивания, а объективность является следствием автоматизации процесса оценивания, основанной на случайных начальных условиях и фиксированных правилах вывода.

Таким образом, можно утверждать, что в основе процедуры контроля знаний лежит пятерка элементов

$$\langle O, L, Q, K, T_0 \rangle, \quad (1)$$

где O – онтология предметной области (учебного курса), L – логическая схема курса, Q – множество вопросов, которые используются для контроля знаний, K – критерии, которые лежат в основе определения оценки, T_0 – начальные условия, значения которых зачастую определяются случайным образом. Логическая схема курса L несет двойную

смысловую нагрузку, в частности она является базовым элементом при определении последовательности вопросов для конкретного индивида в зависимости от предыдущих ответов, а также отражает элементную базу и структуру онтологии в процессе контроля знаний.

В ИСПП могут использоваться вопросы восьми типов [3]. База знаний содержит факты, к которым относятся вопросы и ответы на них, логические правила и процедуры, позволяющие определять оценку в случае контроля знаний с помощью вопросов одного типа. Ранее автором выполнена формализация задачи определения оценки и для вопросов, ответами на которые являются слова. Алгоритм ее решения базируется на определении близости элементов "синонимического" ряда к правильному ответу.

Интегральная оценка знаний производится автоматически на базе определения оценки за каждый вопрос каждого типа и уточняется от вопроса к вопросу. Такой алгоритм необходим для того, чтобы минимизировать информационную избыточность тестирования, поскольку традиционно, независимо от промежуточных результатов контроля знаний, каждый из обучаемых отвечает на все предусмотренные вопросы, что не является необходимым, а скорее даже избыточным.

Предложенная структуризация интегрального оценивания знаний ЭС позволяет объективизировать процесс контроля, предусмотреть его полноту, а также уменьшить информационную избыточность, что, в свою очередь, минимизирует время неэффективного оценивания. Важно заметить необходимость учета онтологии на этапе определения вопросов и их структуры, базирующейся на семантическом анализе базе данных, в которых отражены концепты, отношения между ними и их интерпретация.

Определяя качество и эффективность процессов контроля знаний, отметим, что как критерий полноты, так и критерий объективизации являются трудноформализуемыми. Полнота контроля знаний достигается в результате создания эффективной и адекватной логической схемы оценивания, а объективность является следствием автоматизации процесса контроля, основанном на случайных начальных условиях и фиксированных правилах вывода. Полнота контроля знаний определяется сформированной онтологией учебного курса, соответствующим наполнением множества вопросов, разработкой соответствующей логической схемой контроля знаний и установлением соответствия между онтологией и логической схемой. На следующем этапе реализации предложенной технологии важно сформировать алгоритм и определить критерий, по которому будет вычисляться интегральная оценка знаний, а также разработать рекомендации обучаемому в зависимости от уровня его знаний и значения полученной оценки.

Важной является реализация ИСПП с учетом их адаптации в режиме реального времени. Современные мировые тенденции нацелены на создание таких ИСПП, которые ориентированы на определенную модель пользователя. В частности, создаются системы, учитывающее психологическое состояние обучаемого и соответствующим образом на него реагирующие. Не достаточно изученной является проблема объективизации уровня сложности задаваемых вопросов и, соответственно, определения интегральной оценки знаний.

Как уже было отмечено, адаптивным тестированием знаний называют способ экзаменационного контроля уровня подготовки обучаемого, при котором процедура выбора и предъявления ему очередного тестового задания на каждом шаге тестирования определяется ответами обучаемого на предыдущих шагах теста. Математическую основу такого процесса составляет предложение объединения тестовых заданий в тематические последовательности со взвешенным ранжированием как отдельных задач, так и целых последовательностей и вывода итоговой оценки с учетом нормированной суммы баллов, накапливаемой за выбранные обучаемым варианты ответов.

Задачей, решение которой требуется для разработки эффективных ИСПП, является формализация построения логической схемы контроля знаний и ее отражение на структуру

процесса обучения. Решение указанных задач позволит объективизировать процесс обучения и контроля знаний в системе профессиональной подготовки.

Для объективизации процессов обучения и создания эффективных автоматизированных систем необходимо определить:

- принципы, которые должны быть учтены и на которых будут базироваться такие системы;
- структуру, которая будет лежать в основе их построения;
- технологию проведения автоматизированного контроля уровня подготовки.

Подготовка специалистов, которые действуют в критических условиях, должна предусматривать полное изложение и контроль учебного материала. Последний предусматривает создание информационной базы, содержащей множество вопросов, которые полностью отражают учебный материал, а также вопросы и при необходимости ответы на них. Заметим, что последовательность вопросов, которые задают работнику, не должна содержать избыточности, а также в ней не может быть и информационной недостаточности.

Традиционно, базы данных как АСОКЗ, так и ИСПП содержат только вопросы и ответы. Структуру базы данных необходимо расширить и включить в нее информацию о процессе прохождения контроля знаний обучающимся, статистику его ответов; элементы отчета, который будет формироваться по результатам контроля, и атрибуты будущего плана обучения. Поскольку ИСПП является адаптивной системой, то одним из ее атрибутов является корректировка значения параметра сложности каждого из вопросов.

Обучаемого оценивают по различным показателям. Интеллектуальные системы профессиональной подготовки отличаются от обычных АСОКЗ, используемых в учебных заведениях, многокритериальностью оценивания. В частности, с помощью ИСПП оценивается не только уровень знаний того или иного учебного курса, но и скорость процесса принятия решений. Считаем нужным оценивать также способность учиться, поскольку от этой характеристики зависят профессиональные качества обучаемого, прежде всего способность перенимать передовой опыт и адекватно реагировать на непредвиденные обстоятельства в критических условиях.

Способность к обучению можно оценить интегральным числовым показателем, значение которого будет определяться количеством попыток прохождения контроля знаний, временем изучения соответствующего учебного материала и количеством неправильных ответов на вопросы из базы данных. Его коррекцию рационально осуществлять, базируясь на вышеуказанных принципах и моделях. Заметим, что корректировкой рассмотренных параметров не исчерпывается весь перечень процедур, которые используются в адаптивных ИСПП.

Первым шагом к объективизации оценки знаний является создание информационного банка, который будет содержать базу вопросов, базу ответов и правила логического вывода. Для того чтобы не ограничивать процесс контроля знаний только вопросами тестового характера, нужно предусмотреть широкий спектр их типов в зависимости от возможных ответов. И здесь полезен подход, предложенный в [4]. Напомним, что там предложена классификация, включающая в себя вопросы с ответами типа «Да-Нет» (тестового характера), с выбором одного ответа из многих (причем правильным ответом из предложенных может быть либо один, либо несколько, но с разной градацией «правильности»); с выбором нескольких ответов из многих (ответы имеют различную градацию правильности); с ответом в виде числа (интервал для возможных значений может быть указанным, а может и отсутствовать); с ответом в виде нечеткой величины (заданной параметрами в зависимости от типа функции принадлежности); с ответами типа «слово» и «предложение». Распространение такой классификации вопросов на проблемную область подготовки работников оперативно-спасательной службы позволит не сужать сферу возможных вопросов, а также учитывать субъективные заключения обучаемых. Разработка

вопросов и возможных ответов завершает первый этап создания автоматизированной системы.

На следующем этапе завершают формирование базы знаний, предложив правила логического вывода. Их представляют в виде продукционных правил такого типа:

$$\text{Если } x \in A \& y \in B, \text{ то } z \in C. \quad (2)$$

Такие продукционные правила имеют универсальный характер и являются основой для принятия решений как в детерминированных ситуациях, так и в условиях неопределенности [5]. В последнем случае A, B и C являются нечеткими множествами с соответствующими функциями принадлежности. Их использование позволит осуществить интеграцию оценок вопросов различного типа и определить общую оценку.

Известно, что любые процессы тестирования характеризуются уровнем информационной избыточности и информационной недостаточности. Избыточность вытекает из необходимости прохождения жестко заданной последовательности вопросов, даже если они выбираются случайным образом.

Причиной информационной недостаточности является не исследованность проблемы полноты системы вопросов, которые предлагаются для проверки знаний обучаемых. Минимизировать такие негативные явления рекомендуется, используя построение структурно-логической схемы учебного курса и соответствующую графовую структуру (граф типа «И-Или»). Их применение, например, позволит не проводить дальнейший контроль знаний, если обучаемый не дал правильных ответов на ключевые вопросы. Применение структурно-логической схемы направлено на объективизацию процесса оценивания и обеспечение полноты контроля.

Заметим, что процесс оценивания знаний имеет особенности, связанные с необходимостью формирования интегральной оценки знаний экспертов на базе обработки разнотипных вопросов. Решить эту задачу возможно при условии нормализации разнотипных оценок и приведения значений ответов к одной шкале.

Отметим, что вопросы можно классифицировать как детерминированные, объективно-неопределенные и субъективно-неопределенные. В частности, для контроля знаний специалистов оперативно-спасательной службы к первой категории относятся вопросы, ответы на которые являются определенными значениями некоторых параметров, чаще табличными величинами. Вопросами объективно-неопределенного типа описываются ситуации, в которых решения необходимо принимать на основе ретроспективы, объективный анализ которой позволяет осуществить выбор определенной альтернативы. Если же имеет место уникальная ситуация, то решение необходимо принимать исключительно на основе собственных знаний, опыта и интуиции.

Наряду с контролем уровня знаний, при разработке ИСПП предусматривается определение скорости реакции обучаемого, а также его способность принимать такие решения, которые позволяют минимизировать суммарные негативные последствия критических ситуаций. В некоторых случаях оценка уровня подготовки может быть позитивной, даже в случае неправильного ответа, но данного в приемлемое время. Конечно, последствия от принятия выбранного решения не должны быть максимально негативными. Таким образом, имеет место комплекс оптимизационных задач:

$$P \rightarrow \max, N_1 \rightarrow \min, N_2 \rightarrow \min, T \rightarrow \min, E \rightarrow \max, \quad (3)$$

при условии, что $\exists \{i_1, i_2, \dots, i_m\} \subset \{1, 2, \dots, n\} : T_{i_k} \leq t_{i_k}, k = \overline{1, m}$.

где P – критерий полноты информационной базы (включает в себя и полноту множества вопросов, которые задают одному обучаемому), N_1 – критерий информационной избыточности, N_2 – критерий информационной недостаточности, T – общее время контроля

уровня знаний, E – интегральная оценка уровня подготовки обучаемого, i_k – вопрос, ответ на который должен быть получен за указанное время.

Каждый из указанных критериев подлежит формализации. Процедура расчета их значений не является тривиальной. Определение интегральной оценки – сложная аналитическая процедура, поскольку предполагает построение логической схемы, отражающей порядок задаваемых вопросов, процедуры определения уровня знаний (подготовленности), который является взвешенной суммой определенным образом нормируемых показателей, являющихся оценками каждого из ответов. Кроме того, совокупность вышеуказанных критериев делим на три класса: априорные, временные и апостериорные.

Одной из главных задач, относящейся к практической реализации предложенных моделей и методов является выбор технологии формирования базы знаний и среды программной реализации ИСПП [6]. Такая технология должна предусматривать интерактивный режим работы с ней как ЛПР, который формирует базу знаний, так и обучаемого, знания которого оцениваются. Сложность реализации ИСПП заключается также в том, что необходимо совместить в одной системе анализ и количественных, и качественных показателей, а также онтологическое представление учебного материала, структурные схемы в виде графов и расчетный модуль [7]. Работа с базой знаний также имеет свои особенности, поскольку все вопросы являются разнотипными и требуют, соответственно, разработки различных вариантов представления как вопросов, так и ответов с применением типовых, но разных элементов программной среды. Важным и необходимым аспектом адекватного использования такой автоматизированной системы является разработка методики проведения контроля знаний на базе автоматизированной системы.

Выводы. Одним из направлений оптимизации процесса оценивания знаний является разработка и внедрение ИСПП. Автором предложено в качестве базовой структуры использовать онтологии учебных курсов и указаны определенные преимущества такого подхода. Предложены также методы оценивания знаний обучаемых, поскольку вопросы имеют различную структуру и области значений ответов, а также критерии досрочного прекращения оценивания в случае отличных знаний или их отсутствия. Отмечено, что главными критериями при создании АСОКЗ является полнота и объективность.

В статье предложены методологические элементы знание ориентированных систем, предназначенных для профессиональной подготовки, включающие в себя их формальное определение, принципы создания и структурную базу. Разработан метод проектирования базы знаний и построены модели знаний для интеллектуальной системы профессиональной подготовки, в основу которых положена логическая схема контроля знаний и структурно-логическая схема учебного процесса, имеющая графоподобную структуру типа «И-Или». Предложена концепция построения ЭС для контроля знаний содержащая теоретические и практические составляющие. Предложенная структуризация интегрального оценивания знаний ЭС позволяет объективизировать процесс контроля, предусмотреть его полноту, а также уменьшить информационную избыточность, что, в свою очередь, минимизирует время неэффективного оценивания. Важно заметить необходимость учета онтологии на этапе определения вопросов и их структуры, базирующейся на семантическом анализе базе данных, в которых отражены концепты, отношения между ними и их интерпретация.

Перспективы дальнейших исследований. Динамика современного мира является одной из главных причин увеличения рисков возникновения техногенных и экологических катастроф. Предотвратить критический уровень их последствий могли бы квалифицированные работники спасательных служб. Несмотря на растущие объемы подготовки, сегодня наблюдаем дефицит специалистов, способных адекватно работать в чрезвычайных ситуациях, принимать адекватные, правильные решения. В связи с этим возникает необходимость создания соответствующих АСОКЗ с целью улучшения процессов профессиональной подготовки специалистов данной службы.

Необходимость создания методологического базиса проектирования эффективных и технологичных ИСПП предопределила написание этой статьи. Главное внимание в дальнейших исследованиях необходимо уделить проблеме структуризации учебного материала и логической схемы контроля знаний, а также разработке адаптивных технологий оптимизации контроля знаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев С.В., Воливач А.П., Полянничко А.Л., Самойлова О.М. Компьютерная обучающая тестовая система контроля и самоконтроля знаний // Вестник Восточнoукраинского национального университета им. В. Даля. – 2011.– № 7 (161). – Ч. 1. – С. 206-208.
2. Юрченко К.Н., Снитюк В.Е. Элементы адаптивной технологии оценивания знаний в режиме реального времени // Information Models and Knowledge.– Kiev-Sofia: ITNEA, 2010. – С. 331-334.
3. Снитюк В.Е. Методы уменьшения неопределенности на начальных этапах проектирования систем с переменной структурой: автореф. дисс... канд. техн. наук: 05.13.12. «Системы автоматизации проектирования»– К., 1999. – 18 с.
4. Снитюк В.Е., Рифат М.А. Модели и методы определения компетентности экспертов на базе аксиомы несмещенности // Вестник ЧИТИ. – 2000. - № 4. - С. 121-126.
5. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. – К.: Слово, 2008. – 344 с.
6. Юрченко К.Н., Снитюк В.Е. Элементы адаптивной технологии оценивания знаний в режиме реального времени // Information Models and Knowledge.– Kiev-Sofia: ITNEA, 2010. – С. 331-334.
7. Гуров В.В. Разработка методов и средств анализа и обеспечения качества программных систем учебного назначения: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». – М., 2008. – 22 с.

УДК 378

В. О. Архипенко,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

У статті розглядаються проблеми розвитку системи підготовки фахівців структурних підрозділів ДСНС України. Визначені зміни спеціальної та загальної фізичної підготовленості особового складу групи рятувальних робіт в умовах педагогічного експерименту. Зроблено тестування спеціальної та загальної фізичної підготовленості працівників структурних підрозділів ДСНС України у Черкаській області. Проведено порівняльний аналіз показників спеціальної та загальної фізичної підготовленості пожежних-рятувальників у залежності від змісту та спрямованості занять фізичними вправами.

Ключові слова: система підготовки, особовий склад, спеціальна і загальна фізична підготовленість.

Постановка проблеми. У сучасному українському суспільстві в період розбудови держави, внаслідок процесів глобалізації та інтеграції в європейську спільноту, актуалізувався пошук інноваційних технологій спрямованих на підвищення ефективності процесу педагогічного управління та організації професійної підготовки майбутніх фахівців з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Професійно-прикладне та загальне фізичне виховання являються одним з основних факторів впливу на розвиток спеціальних здібностей, умінь та навичок, що сприяють готовності фахівця до життя у суспільстві та трудової діяльності.

На сучасному етапі існування у зв'язку зі зростом економічних потреб та збільшенням об'ємів праці доведено важливість високого рівня загальної та професійної фізичної підготовки для формування висококласних спеціалістів у всіх галузях діяльності та видах професій. Адже фізична готовність та ступінь відновлення працівника впливають на його продуктивність праці, час та якість виконання завдань. Даний аспект спонукає впровадження занять з фізичної підготовки у систему загальної програми освіти та навчання. Також в залежності від виду професії можуть проводитися додаткові заняття з фізичної підготовки у заданих професійних напрямках.

Аналіз актуальних досліджень. Проблеми професійної підготовки розглядалися у дослідженнях багатьох вітчизняних і зарубіжних учених. Над концептуальними положеннями та науково-методичними основами підготовки фахівців структурних підрозділів Державної служби з надзвичайних ситуацій України (ДСНСУ) ефективно працюють М. Варій, О. Євсюков, М. Козяр, В. Козлачков, В. Гоншовський, О. Тімченко, Б. Шуневич. Проблеми професійного навчання фахівців оперативно-рятувального вивчали також М. Фомич, В. Бут, О. Івашенко, Д. Лебедев, О. Бикова, Т. Ткаченко, О. Парубок, А. Капля та багато інших.

Низка досліджень (Н. Вовчаста, А. Ковальчук, Ю. Антошків, Ю. Сорохан, В. Гоншовський, В. Коновалов, О. Піддубний, А. Полтавець) вказує на те, що після багаторазових перетворень та удосконалень, система підготовки працівників ДСНСУ змінювалася рівномірно та методично. Нажаль, більшість досліджень у даній сфері стосується в основному навчальних закладів та підготовки курсантів (І. С. Овчарук,

Н. Я. Вовчаста, В. М. Гоншовський, В. В. Коновалов, О. Г. Піддубний, А. І. Полтавець, А. М. Ковальчук, Ю. М. Антошків, Ю. Р. Сорохан).

Щодо розвитку методики підготовки діючих співробітників та фахівців ДСНС, питання вдосконалення розглядається набагато менше, в більшості випадків це державні накази та настанови (наказ МНС України від 05.08.2004 № 10 «Настанова з фізичної підготовки особового складу МНС України», наказ МНС України від 1.09.2009 № 601 «Про затвердження Положення про організацію службової підготовки особового складу органів і підрозділів цивільного захисту», наказ МНС України від 1.07.2009 р. № 444 «Про затвердження Настанови з організації професійної підготовки та післядипломної освіти осіб рядового та начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту»).

Метою статті є визначення засад підготовки діючих працівників ДСНС України та роль у підготовчому процесі фізичних навантажень.

Виклад основного матеріалу. Розвиток могутньої країни та поліпшення рівня безпеки завжди є першочерговою метою будь-якої держави. Демократична реформа воєнізованих структур та переоцінка цінностей вбачається у поліпшенні якості підготовки самих офіцерів та викладачів військових підрозділів, сенс якої полягає у реорганізації системи освіти та підготовки висококваліфікованих фахівців. Історично доведено, що результат військових операцій та конфліктів часто залежав не від самих військових та технічного забезпечення, а саме від професійно-психологічної підготовки особового складу [3, 16].

Застосування педагогічного дослідження системи підготовки дорослих прошарків населення відбувається не на достатньому рівні [2], як і більшість інших дослідників, вона вважає, що вітчизняна та світова педагогіка дорослих потребує суттєвого доопрацювання та вдосконалення, спостерігається збільшення інтенсивності генерування нових ідей та підтверджується попит експериментальної діяльності, що приводить до суттєвих позитивних змін в освітніх та підготовчих програмах і нашоує на подальшу роботу у даному напрямку для розвитку усіх галузей [7, 12, 13, 10].

На шляху до досконалості та розвитку професійного рівня система управління відіграє вирішальну роль. Удосконалення рівня підготовки фахівців у різних сферах діяльності та відповідно до сучасних вимог здійснюється методом управлінської практики, консультування, експертизи, дослідження та обробки висновків [1, 4] наголошує, що аналітична діяльність допомагає у визначенні нових цілей, що постають у процесі досліджень та практиці і допомагають у встановленні мети управління та її досягненні, що є репродуктивною діяльністю у використанні методології на шляху до винайдення нових продуктів, напрямків та результатів досконалості [11].

Аналіз результатів роботи являє собою сукупність науково обґрунтованих прийомів діяльності та створення педагогічного процесу, мета яких є реалізація учбово-виховних цілей з описом послідовності дій у формі блочних схем або таблиць з визначеними параметрами [5].

За допомогою висновків аналітичної діяльності, формується продукт консультаційної діяльності, що є послугою клієнту або організації у вигляді виконання діяльності певного напрямку, яка є якісною, корисною та дієвою для більш ефективного функціонування усіх інфраструктур діяльності клієнта чи організації [14]. При цьому, використовується система планування та моніторингу соціально-економічної ефективності управлінської діяльності та виправданості результатів бюджетних затрат за допомогою кількісно-якісних показників для оцінки результатів діяльності основних напрямків розвитку з метою ліквідації проблеми дефіциту ресурсів [9].

Процес управління має гнучку побудову, циклічність процесу управління визначена розвитком виробництва та мають зворотній вплив на його інтенсивність методом посилення оперативного управління, досягненням його неперервності, своєчасності засобів управлінського впливу, або ж повна організаційна перебудова [8].

Розвиток системи управління не завжди відповідає рівню розвитку об'єкту управління. Відставання системи управління від системи професійної підготовки відбувається з урахуванням суто локальних змін, які не дають бажаного результату, що вказує на необхідність додаткового вивчення та опрацювання питання обсягу професійної підготовки в управлінні системою фізичного

розвитку воєнізованих підрозділів. Саме тому необхідно заповнювати упущення наукових та професійно-обґрунтованих, практично досліджених схем у теорії управління. Дослідники доводять, що у наукових роботах панують протиріччя та відсутня єдина думка та підхід щодо шляхів розвитку системи управління фізичної підготовки.

У теперішній економічно та політично складний час питання психологічного та професійного удосконалення та сприйняття виховання потребує соціальних підходів не тільки до фахівця з надзвичайних ситуацій, а й психологічно-моральної підтримки його сім'ї та позитивізації сімейного мислення щодо переоцінки сімейних цінностей та можливих перспектив роботи в структурах аварійно-рятувальних служб [15].

Вимоги сучасності до рятувальника зараз потребують перебудови системи фізичної підготовки зважаючи на особливі та екстремальні умови праці. Рятувальник повинен довготривалий час виконувати одноманітну роботу, у режимі високих емоційних, фізичних та психологічних навантажень, швидко, узгоджено та професійно виконувати поставлені задачі в умовах загрози життю та здоров'ю, миттєво реагувати на потенційну небезпеку, стійко переносити всі короточасні та довготривалі фізичні та психологічні навантаження, вміти швидко переключатись та орієнтуватись для виконання наступних завдань, подавляти сонливість, втому та продуктивно працювати у будь-яку пору доби, об'єктивно оцінювати свої фізичні можливості у співставленні з поставленими завданнями на шляху їх виконання [6].

Висновки: Таким чином можна зазначити високу конкуренцію у розвитку освіти та професійної підготовки на світовому та державному рівні, що вказує на необхідності здійснення нових досліджень системи управління фізичною та професійною підготовкою діючих фахівців різних видів діяльності, а особливо системи управління органів ДСНС. Система управління фізичною підготовкою рятувальників є недостатньо ефективною та дієвою із-за практичної відсутності у ній фізичної підготовки силового спрямування, як важливої складової фізичних якостей рятувальника (рис.1.1), а також відсутністю систематично та науково-обґрунтованого забезпечення організації проведення фізичної підготовки, рівень якої буде відповідати сучасним вимогам якості та швидкості підготовки фахівця.

Перспективи подальших досліджень з даного напрямку – визначити змістові характеристики програми навчальної підготовки фахівців ДСНС України та місце фізичної підготовки силової спрямованості, як невід'ємної складової навчального процесу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Анисимов О. С. Гегель: Мышление и развитие (путь к культуре мышления) / Олег Сергеевич Анисимов. – Москва: Энциклопедия управленческих знаний, 2000. – 800 с.
2. Борисова Т. Ф. Образовательное пространство как фактор социального воспитания школьников: автореф. дисс. канд. пед. наук: спец. 13.00.06 „Теория и методика воспитания (по направлениям и сферам деятельности)” / Татьяна Федоровна Борисова. – Москва, 1999. – 20 с.
3. Горбачева И. В. Педагогико-психологическое сопровождение в войсках как один из факторов формирования их высокого морально-психологического состояния: автореф. дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.06 „Теория и методика воспитания (по направлениям и сферам деятельности)” /Ирина Викторовна Горбачева. – Ставрополь, 2000. – 20 с.
4. Колпаков В. М. Теория и практика принятия управленческих решений /В. М. Колпаков. - Учеб. пособие. – 2е изд., перераб. и доп. – Киев. МАУП, 2004. 504 с.: ил. – Библиогр.
5. Коростелев А. А. Порядок осуществления аналитической деятельности внутришкольной системы / А. А. Коростелев.– Тольятти, Вектор науки ТГУ № 1(4), 2011. – С. 88-92.

6. Легошин В. Д. Научно-методические вопросы профессионального отбора и подготовки спасателей МЧС России / В. Д. Легошин, А. И. Запорожец. – Журнал Технологии гражданской обороны № 1 – Москва, 2007. – с. 16-21.
7. Лосева Л. В. Социально-педагогические инновации в развитии региональной образовательной системы: автореф. дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.06 „Теория и методика воспитания (по направлениям и сферам деятельности)” / Лариса Владимировна Лосева. – Москва, 2000. – 19 с.
8. Муслимзаде Э. М. А. Организационно-управленческая деятельность объединения „Азейбаржан Шекери” / Э. М. А. Муслимзаде // Вектор науки ТГУ. Серия: Экономика и управление № 2(9) – Баку, 2012. – С. 54-57.
9. Никишин А. И. Разработка комплексной системы оценки эффективности деятельности региональных органов государственного управления: автореф. дис. канд. эконом. наук: спец. 08.00.05 „Экономика и управление народным хозяйством: теория управления экономическими системами ” / Алексей Иванович Никишин. – Москва, 2007. 28 с.
10. Овчарук І. С. Вплив експериментальної системи на показники фізичної підготовленості майбутніх фахівців з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій упродовж навчання у вищому військовому начальному закладі / І. С. Овчарук // Педагогіка, психологія і медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту, – Х., 2007. Випуск № 9 . – С 107-111.
11. Пудовкина Н. Г. Значение аналитической деятельности в управленческом цикле / Н. Г. Пудовкина. – Тольятти, Вектор науки № 4, 2011. – С. 234-236.
12. Семенов П. П. Развитие инновационного образовательного учреждения как открытого социально-воспитательного института: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. пед. наук: спец. 13.00.06 „Теория и методика воспитания (по направлениям и сферам деятельности)” / Петр Парфирьевич Семенов – Москва, 1999. – 24 с.
13. Сіґаєва Л. Міжнародне співробітництво у сфері освіти дорослих / Лариса Сіґаєва. – Порівняльна професійна педагогіка № 1: Київ, 2012. – С. 14-23.
14. Токмакова Н. О. основы управленческого консультирования / Н. О. Токмакова. – Учебное пособие: Москва, 2004. – 226 с.
15. Торохтий В. С. Психолого-педагогическое обеспечение социальной работы с семьей военнослужащего: автореф. дис. доктора пед. наук: спец. 13.00.06 „Теория и методика воспитания (по направлениям и сферам деятельности)” / Владимир Свиридович Торохтий. – Москва, 1997. – 38 с.
16. Трофимчук. А. Г. Нравственное воспитание курсантов военных училищ на основе общечеловеческих ценностей: дис. ... канд. пед. наук: спец. 13.00.06 „Теория и методика воспитания (по направлениям и сферам деятельности)” / Александр Григорьевич Трофимчук. – Ростов-на-Дону, 1999. 195 с.

ABSTRACTS / АННОТАЦІЇ

UDC 351.862.4

O.S. Alekseeva, Cand. Of Sc. (Eng), P.I. Zaika, Cand. Of Sc. (Eng)

WAYS OF IMPROVING SYSTEM MANAGEMENT BY LABOUR PROTECTION IN THE AGENCIES AND UNITS OF THE STATE EMERGENCY SERVICE OF UKRAINE

In the article, the ways of improving system management by labour protection in the agencies and units of the State Emergency Service of Ukraine were analyzed and supposed. It was proved, that the safety of workers directly depends on the chief and his decision-making, determining a decisive direction, involving the number and type of capabilities, the ability to make quick decisions during emergencies.

УДК 351.862.4

Е.С. Алексеева, к.т.н., доц., П.И. Заика, к.т.н., доц.

**ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОХРАНОЙ ТРУДА В ОРГАНАХ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ГСЧС УКРАИНЫ**

В статье проанализированы и предложены пути усовершенствования системы управления охраной труда в органах и подразделениях ГСЧС Украины. Доказано, что безопасность труда личного состава направления зависит от руководителя, от правильности принятия решений, определения предпочтительного направления, привлечения количества и вида сил и средств, умения быстро принимать решения в условиях чрезвычайных ситуаций.

UDC 621.039, 621.43.056

S. Azarov, Dr. Of Sc. (Eng), O. Taranovski, V. Sydorenko, Cand. Of Sc. (Eng)

**ANALYSIS OF INTERACTION REACTOR GRAPHITE WITH A WATER FERRY
OF CHERNOBYL ACCIDENT**

Analyzed the thermodynamics of chemical processes of interaction of reactor graphite with steam and oxygen at a heavy accident in HPCR-1000. Given the kinetic factors showed that participation of oxygen in these processes lead to the exothermic nature and a sharp increase in the intensity of reactions that are linked to explosive gases (H₂, CO, CH₄).

УДК 621.039, 621.43.056

С.І. Азаров, д.т.н., с.н.с., А.В. Тарановский, В.Л. Сидоренко, к.т.н., доц.

**АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА С ВОДЯНЫМ ПАРОМ
ПРИ АВАРИИ НА ЧАЭС**

Проанализирована термодинамика химических процессов взаимодействия реакторного графита с водяным паром и кислородом при тяжелой аварии на реакторе РБМК-1000. С учетом кинетических факторов показано, что участие кислорода в этих процессах приводит к экзотермическому характеру и резкому росту интенсивности реакций, источником которых являются взрывоопасные газы (H₂, CO, CH₄).

UDC 622.414.2:622.822.24

Alekseenko S. A., Cand. Of Sc. (Eng), Shaykhlislamova I.A., Cand. Of Sc. (Eng)

**EXPERIMENTAL STUDIES OF THE AEROTHERMODYNAMIC PARAMETERS
IN MINE WORKINGS UNDER EXOGENOUS FIRES**

In the work are presented the results of the experimental studies of the aerothermodynamics emergency mine workings with a seat of exogenous fire and the comparison with the analytic dependencies. A significant effect of the seat fire is shown on the aerothermodynamics emergency

mine workings. The obtained results are recommended to use for a correct calculation and a selection of emergency modes of the mines ventilation.

Keywords: emergency, aerodynamic resistance, the combustion zone, the seat of exogenous fire, tunnel, experiment, exogenous fire.

УДК 622.414.2:622.822.24

Алексеєнко С.А., к.т.н., Шайхлісламова І.А., к.т.н.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ В ГІРНИЧИХ ВИРОБКАХ ПРИ ЕКЗОГЕННИХ ПОЖЕЖАХ

Представлені результати експериментальних досліджень аеротермодинамічних параметрів в аварійній гірничій виробці з вогнищем екзогенної пожежі і порівняння їх з аналітичними залежностями. Показано істотний вплив осередку пожежі на аеротермодинаміку аварійної гірничої виробки. Отримані результати рекомендується використовувати для правильних розрахунків і вибору аварійних режимів провітрювання шахт.

Ключові слова: аварія, аеродинамічний опір, зона горіння, осередок пожежі, штольня, експеримент, екзогенна пожежа.

UDC 004.5

V. Andryenko, Cand. Of Sc. (Hist.), I. Maladyka, Cand. Of Sc.(Eng.), M. Udovenko, V. Kobko, Cand. Of Sc. (Hist.)

IMPROVEMENT THE PROCESS OF TEACHING THE “FIRE TACTICS” COURSE BY USING THE SUBSPECIAL COMPUTER APPLICATIONS

This article describes the implementation of innovative methods of teaching the “Fire tactics” course by using the information technologies and computer applications.

УДК 004.5

В.А. Андриенко, к.и.н., доц., И.Г. Маладыка, к.т.н., доц., М.Ю. Удовенко, В.А. Кобко, к.и.н.,

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕПОДАВАНИЯ ПРЕДМЕТА «ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА» ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ УЗКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

Представлено внедрение инновационных методов преподавания предмета «Пожарная тактика» с использованием информационных технологий и компьютерных приложений.

UDC 614.841.332

M. Andryenko, V. Kobko, Cand. Of Sc. (Eng), O. Kuharenko

CODE OF CIVIL PROTECTION OF UKRAINE AS A STATE REGULATOR OF CIVIL PROTECTION

The Code of civil protection of Ukraine as one of the instruments of state regulation of civil protection of Ukraine is considered in the article. The author analyzes the role of this normative-legal act in systematization of legislation in the field of civil protection and contributing to the effective realization of state policy in the above mentioned field in peaceful time and in special period, increasing the level of responsibility of executive power organs, directors of enterprises, establishments, organizations and population for violation of legislative requirements in the field of civil protection.

УДК 614.841.332

М.В. Андриенко, В. А. Кобко, к.и.н., О.И. Кухаренко

КОДЕКС ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ УКРАИНЫ КАК ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГУЛЯТОР ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

В статье рассмотрен Кодекс гражданской защиты Украины как один из инструментов государственного регулирования гражданской защиты в Украине, а также роль указанного

нормативно-правового акта в систематизации законодательства в сфере гражданской защиты и содействию эффективной реализации государственной политики в отмеченной сфере в мирное время и в особый период, повышении уровня ответственности органов исполнительной власти, руководителей предприятий, учреждений, организаций и населения за нарушение требований законодательства в сфере гражданской защиты.

UDC 614.842

V. Balanyuk, Ph.D., Associate Professor, J. Kopystynskyy, Ph.D., T. Boyko, Ph.D., D. Zhurbynskiy

THE USAGE OF SHOCK WAVES DURING EXTINGUISHING DIFFUSION FLAME WITH THE HELP OF FIRE EXTINGUISHING SPRAY.

The use of shock waves to extinguish fire is an effective method that is used in many cases. It is examined the processes and phenomena that occur during the passage of flame extinction and the fire extinguishing with the help of shock wave. It was found that the effectiveness of extinguishing aerosol, depending on the power of the shock wave, can have different magnitude. The peculiarities of interaction of the solid phase aerosol with the shock wave were examined. It was determined the influence of the parameters for the system "extinguishing aerosol - shock wave." It is found that the combined effect of influence factors of aerosol and the shock wave will lead to a significant reduction of the extinguishing aerosol concentration. It is found that the simultaneous usage of shock waves while extinguishing by aerosol has an effective factor of influence on the effectiveness of the extinguishing system "extinguishing aerosol - shock wave" and decrease of the value of extinguishing concentration will be oppositely proportional to the value of shock waves and will have the limited effect in space.

Keywords: shock wave, extinguishing effectiveness, spray, extinguishing by aerosol.

УДК 614.842

В.М. Баланюк, к.т.н., доц., Ю.О. Копистинський, к.т.н., Т.Б. Бойко, к.т.н., Д.А. Журбинський

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДАРНЫХ ВОЛН ПРИ ТУШЕНИИ ДИФУЗИОННОГО ПЛАМЕНИ ОГNETУШАЩИМ АЭРОЗОЛЕМ

Применение ударных волн для тушения пожара - эффективный способ, который использовался во многих случаях при тушении пожара. В работе рассмотрены процессы и явления, возникающие при прохождении и тушении пламени ударной волной. Выявлено, что огнетушащая эффективность аэрозоля в зависимости от мощности ударной волны может иметь разные значения. Рассмотрены особенности взаимодействия твердой фазы аэрозоля с ударной волной. Определены параметры влияния системы огнетушащий аэрозоль - ударная волна на пламя. Установлено что совместное действие факторов влияния аэрозоля и ударной волны приведет к значительному уменьшению огнетушащей концентрации аэрозоля. Установлено что применение ударных волн при одновременном тушении аэрозолем является эффективным фактором воздействия на огнетушащую эффективность системы огнетушащий аэрозоль - ударная волна а уменьшение значения огнетушащей концентрации будет противоположно пропорционально мощности ударной волны и иметь ограниченное действие в пространстве.

Ключевые слова: ударная волна, огнетушащая эффективность, аэрозоль, аэрозольное пожаротушение.

UDK 699.812.2

A. S. Belikov Prof. Of Sc. (Eng.), I. G. Maladyka, Cand. Of Sc. (Eng.), E. V. Borsuk, I. I. Ishchenko

INCREASING FIRE RESISTIVITY OF METAL STRUCTURES AS A WAY OF FIRE PROTECTION OF BUILDINGS

Fire protection methods metal building structures are given and advantages and disadvantages of used fire protection methods are determined. The use of lightweight concrete as a fire retardant material of structures is considered.

Keywords: lightweight concrete, metal structures, fire protection method.

УДК 699.812.2

А. С. Беликов д.т.н., проф., И. Г. Маладыка, к.т.н., доц., Е. В. Борсук, И. И. Ищенко

**ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ
КАК ПУТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ**

Приведены способы огнезащиты металлических строительных конструкций. И определены преимущества и недостатки используемых способов огнезащиты. Рассмотрены вопросы использования легких бетонов в качестве огнезащитного материала строительных конструкций.

Ключевые слова: легкий бетон, металлические конструкции, способ огнезащиты.

UDC 004.89:614.841.4

A. Vychenko, Cand. Of Sc. (Eng.)

**DATABASE TABLES FORMATION FOR FUZZY INFORMATION IN FIRE
SPREADING SIMULATION PROCESS**

The article considers the aspects of the use of fuzzy data bases, as modeling tools of parameters the fire spread.

УДК 004.89:614.841.4

А. Быченко, к.т.н.

**ФОРМИРОВАНИЕ ТАБЛИЦ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЧЕТКОЙ
ИНФОРМАЦИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ПОЖАРА**

В статье рассмотрены аспекты использования нечетких баз даних, как инструментария моделирования параметров распространения пожара.

UDC 614.841.41

Y. Gorbachenko

**METHODS OF MATHEMATICFL MODELING GEOMETRRY CHARRED
ZONE FIRE WOODEN BEAMS WITH FLAME-RETARDANT
IMPREGNATION**

Article is devoted to the behavior of wooden beams with fire protection in case of fire. The results of calculations of the rate of charring fragments of wooden beams with fire protection.

УДК 614.841.41

Я.В. Горбаченко

**МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИИ
ОБУГЛИВАЕМОЙ ЗОНЫ ПРИ ПОЖАРЕ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК
С ОГНЕЗАЩИТНОЙ ПРОПИТКОЙ**

Статья посвящена исследованию поведения деревянных балок с огнезащитой в условиях пожара. Представлены результаты расчетов геометрии зоны обугливания фрагментов деревянных балок с огнезащитой.

UDC 004.89:004.93

O.Zemlaynskiy, Cand.OfSc (End), A.Zemlaynskiy, Cand.OfSc (End), O.Miroshnik, Cand.OfSc (End)

**PARAMETRIC OPTIMIZATION MODEL CONCENTRATIONS OF HAZARDOUS
CHEMICALS AFTER THE ACCIDENT**

In the article the analysis of methods for determining the concentration of hazardous chemicals. The causes of large-scale chemical accidents and problems that have arisen in forecasting their zone of contamination. For a refined prediction of concentrations of hazardous chemicals proposed to use the method of parametric optimization. The conclusions on the application of neuro-fuzzy ANFIS network for determining the concentration of dangerous chemical substances are listed on problematic issues for further research.

УДК 004.89:004.93

О.Н. Землянскій, к.т.н., А.Н. Землянскій, к.т.н., О.Н. Мирошник, к.т.н.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ КОНЦЕНТРАЦИИ ОПАСНОГО ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОСЛЕ АВАРИИ

В статье осуществлен анализ методов определения концентрации опасного химического вещества. Рассмотрены причины масштабных химических аварий и проблемы, которые возникли при прогнозировании их зоны заражения. Для уточненного прогнозирования концентрации опасных химических веществ предложено использовать метод параметрической оптимизации. Сделаны выводы относительно применения нейронечеткой сети ANFIS для определения концентрации опасного химического вещества, указано на проблемные вопросы дальнейших исследований.

UDC 614.841.332

Y. Kachkar, Cand. Of Sc. (Eng), V. Tomenko, Cand. Of Sc. (Eng), A. Bileka., Cand. Of Sc.

TO THE QUESTION OF GENESIS OF CIVIL PROTECTION SERVICE OF UKRAINE

Genesis of fire protective service of Ukraine is considered in the article. The stages of reformation are singled out. Legislation acts which regulated the relationships connected with protection of population, territories, property and environment from emergencies during different stages of development of civil protection service of Ukraine are pointed out. The status of State Emergency Service of Ukraine in the conditions of integration into the European Union is analyzed.

УДК 614.841.332

Е. В. Качкар, к.т.н., доц., В. И. Томенко, к.т.н., доц., А. А. Билека, к.ю.н., доц.

К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ СЛУЖБЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ УКРАИНЫ

В статье предложен к рассмотрению генезис службы гражданской защиты Украины. Выделены этапы реформирования и названы нормативно-правовые акты, которые на разных этапах развития службы гражданской защиты Украины регулировали отношения, связанные с защитой населения, территорий, окружающей природной среды и имущества от чрезвычайных ситуаций. Проанализирован статус ГСЧС Украины в условиях европейской интеграции.

UDC 539.3, 622.692.4

V.V. Kovalyshyn, Prof. Of Sc. (Eng.), Yu.V. Hutsulyak, Cand. Of Sc. (Eng), V.V. Artemenko, Cand. Of Sc. (Eng)

REINFORCED CONCRETE STRUCTURES FIRE-RESISTANCE OF LVIV ARENA STADIUM RAMPS

The article deals with fire-resistance defining of reinforced concrete piers, main beam and floor ramp. During solving the problem it was considered that the pylons are heated from four sides, beams are heated from three sides (when the first and second sides are parallel, and the third is perpendicular to them), and the floor slabs are heated from one side. The valid data of reinforced concrete structures fire resistance are defined and their accordance "Fire Protection Concept of the Stadium, which is located at Stryis'ka st.- Lviv Ring Road During its Design" is determined.

Key words: fire resistance, fire resistance limit, pylon, beams, floors, reinforced concrete.

УДК 539.3, 622.692.4

В.В. Ковальшин, д.т.н., Ю.В. Гуцуляк, к.т.н., В.В. Артеменко, к.т.н.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ МОНОЛИТНЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПАНДУСА СТАДИОНА ЛЬВОВ-АРЕНА**

В работе определены пределы огнестойкости железобетонных пилонов, главных балок и перекрытия пандуса. При решении теплотехнической задачи считается, что пилоны обогрываются с четырех сторон, балки обогрываются с трех сторон (когда первая и вторая стороны параллельны, а третья им перпендикулярна), а плита перекрытия обогрывается с одной стороны. Определены действительные пределы огнестойкости данных железобетонных конструкций и установлено, что они соответствуют «Концепции обеспечения противопожарной защиты стадиона, который расположен по адресу: ул. Стрыйская - Кольцевая дорога во Львове во время его проектирования».

Ключевые слова: огнестойкость, предел огнестойкости, пилон, балки, перекрытия, железобетон.

УДК 159.9:614.842.83

T. Lavryk, I. Chernysh, D. Lagno

**THE PSYCHOLOGICAL TRAINING MANAGERS OF FIRE-RESCUE UNITS AS ONE
OF PRIORITY DIRECTION OF MAINTENANCE OF CONTINUOUS STAFF EDUCATION**

The article deals with the nature, content and features of the psychological preparation of heads of fire-rescue units as a priority to ensure continuity of education personnel.

УДК 159.9:614.842.83

Лаврик Т.В., И.А. Черныш, Д.В. Лагно

**ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПОЖАРНО-
СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ КАК ОДИН ИЗ ПРИОРИТЕТНЫХ
НАПРАВЛЕНИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ
ПЕРСОНАЛА ДСНС УКРАИНА**

В статье раскрыта сущность, содержание и особенности психологической подготовки руководителей пожарно-спасательных подразделений как одного из приоритетных направлений обеспечения непрерывности образования персонала ДСНС Украины.

UDC. 614.841

T. V. Maglevanaya, Cand. Of Sc.

ANALYSIS OF FIRE RADIOACTIVE CONTAMINATED FOREST ECOSYSTEMS

The prospects of a number of reagents guanidine effectively extinguish fires in areas contaminated, and to protect woodland from massive damage to needles, leaf-eating pests.

Keywords: radionuclides, forest fires, salt polyhexamethyleneguanidine, contamination density, migration of radionuclides, sanitary condition.

УДК 614.841

Т.В. Маглеваная, к.х.н.

**АНАЛИЗ ПРОТИВОПОЖАРНОГО СОСТОЯНИЯ РАДИОАКТИВНО
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Показана перспективность реагентов гуанидинового ряда для огнезащиты древесины и эффективного тушения пожаров на территориях загрязненных радионуклидами, а также для защиты лесных насаждений от массового повреждения хвое-листогрызущих вредителей.

Ключевые слова: радионуклиды, лесные пожары, соли полигексаметиленгуанидина, плотность загрязнения, миграция радионуклидов, санитарное состояние.

UDK 614.84

Mygalenko K. I., Mikhaylishin M.R., Uschapivskiy I.L.

FIRE SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF DRYING AND STORAGE OF PEAT

Fire safety of technological process of drying and storage of peat is analysed, basic dangerous factors which influence on intensity of fires are certain, the mathematical model of determination of thermal streams of flame is developed fires which fall on nearby stacks and surrounding buildings. Investigational size of temperature on-the-spot stacks predefined thermal streams.

УДК 614.84

Мигаленко К.И., Михайлишин М.Р., Ущатовский И.Л.

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СУШЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ ТОРФА

Проанализирована пожарная безопасность технологического процесса сушения и хранения торфа, определены основные опасные факторы, которые влияют на интенсивность пожаров, разработана математическая модель определения тепловых потоков пламени пожара, которые падают на соседние штабеля и окружающие здания. Исследована величина температуры на поверхности штабелей обусловленная тепловыми потоками.

UDC 614.84

S. V. Novak, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc.

THE ACCURACY OF FIRE RESISTANCE EVALUATION METHOD OF THE MASONRY NON-BEARING CONSTRUCTION ELEMENTS

Results over of fire-resistance calculation of unhearing walls, which made from a porous concrete by density 500 kg/m^3 by the method that is set in a EN 1996-1-2 (eurocode 6) are brought. It is defined, that application of temperature dependences of the thermal characteristics of porous concrete` listed in eurocode 6 (coefficients of thermal conductivity and specific volume heat capacity), is leading to considerable values of difference between the calculation and experimental periods of construction element fire-resistance. It is shown, that for reduction of this difference, is advisable to clarify the thermal characteristics of the materials which consist of the construction element, by the decision of reverse of thermal conductivity problem on data of the temperature measuring results from standard fire resistance tests.

Key words: construction element, fire resistance, thermal conductivity problem, evaluation method, thermal characteristics, eurocode.

УДК 614.84

С.В. Новак, к.т.н, с.н.с.

ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ОГНЕСТОЙКОСТИ КАМЕННЫХ НЕНЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Приведено результаты расчета огнестойкости несущих стен из ноздреватого бетона плотностью 500 кг/м^3 методом, установленным в европейском стандарте (еврокоде 6), касающемся проектирования огнестойких каменных конструкций. определено, что при использовании во время этих расчетов температурных зависимостей теплофизических характеристик (КОЭФФИЦИЕНТА теплопроводности и удельной объемной теплоемкости) ноздреватого бетона, ПРИВЕДЕННЫХ в еврокоде 6, отличие между расчетными и экспериментальными значениями предела огнестойкости конструкции может достигать значительных размеров. Показано, что для уменьшения отклонения между расчетными и экспериментальными значениями огнестойкости есть смысл проводить уточнение теплофизических характеристик материалов, из которых состоит конструкция, путем решения обратной задачи теплопроводности по ДАННЫМ температурных измерений, полученным во время испытаний на огнестойкость.

Ключевые слова: строительная конструкция, огнестойкость, задача теплопроводности, расчетный метод, теплофизические характеристики, еврокод.

UDC 614.841.332

O.M. Nuyanzin, Cand. of Sc. (Eng.), S.V. Pozdeyev, Prof. Of Sc. (Eng.), S.O. Sidney, O.V. Nekora, Cand. of Sc. (Eng.)

ANALYSIS OF EXISTING MATHEMATICAL MODELS OF HEAT IN THE CHAMBER FURNACES FIRING INSTALLATIONS FOR FIRE RESISTANCE TESTS ON REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION CONSTRUCTION

The work proved that modern software, including modeling of thermal processes with computational fluid dynamics («CFD»), allows to take into account all the necessary parameters analyzed processes and explore the influence of geometrical and structural characteristics of the furnace for testing concrete structures on the adequacy of the results.

УДК 614.841.332

А.М. Нуянзин, к.т.н, С.В. Поздеев, д.т.н., проф., С.А. Сидней, О.В. Некора, к.т.н., с.н.с.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В КАМЕРАХ ОГНЕВЫХ ПЕЧЕЙ УСТАНОВОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В работе обосновано, что современное программное обеспечение, в частности моделирование тепловых процессов средствами вычислительной газогидродинамики («CFD»), позволяет учитывать все необходимые параметры рассматриваемых процессов и исследовать влияние геометрических и конструктивных характеристик печи для испытаний железобетонных конструкций на адекватность результатов.

UDC 004.358

V.M. Rudnitsky, PhD, Professor, M.O. Pustovit

DEVELOPMENT OF A COMPUTERIZED SIMULATOR BASED ON THE SUPPRESSION OF FIRES IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Performed analysis and development of a computerized simulator proved to extinguish fires in residential buildings; developed simulator software and hardware.

УДК 004.358

В.М. Рудницкий, д.т.н., проф., Н.А. Пустовит

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОГО СИМУЛЯТОРА ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Проведен анализ и обоснованно разработку компьютеризированного симулятора по тушению пожаров в жилых зданиях; разработано программное и программно-аппаратное обеспечение симулятора.

UDC 159.9:159.94

L.S. Samojlenko

THE PROBLEM OF MOTIVATION OF PROFESSIONAL SPECIALISTS OF HAZARDOUS PROFESSIONS IN SCIENTIFIC RESEARCHES

The article analyzes scientific researches of motivation of professional activity of specialists of hazardous professions in the works of native and foreign scholars. The problematic aspects of studying of professional motivation of such individuals are identified.

УДК 159.9:159.94

Л.С. Самойленко

ПРОБЛЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ РИСКООПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В статье проанализированы научные исследования мотивации профессиональной деятельности специалистов рискоопасных профессий в трудах отечественных и зарубежных ученых. Определены проблемные аспекты по изучению профессиональной мотивации таких личностей.

UDC 614.844

S. Stas, Cand. of. Sc, D. Kolesnikov, D. Lahno

EXPERIMENTAL RESEARCH OF LIQUID FLOWS ALONG THE PIPES IN FIXED SYSTEMS OF AUTOMATIC WATER FIRE EXTINGUISHMENT

Experimental results of research of viscous liquids flow in fixed systems of automatic water fire extinguishment with discrete intake of liquid are presented. The assumption of existence, in addition to viscous forces, of inertia forces from convective acceleration, which does not allow stabilizing water flow in pipes, is experimentally confirmed. The conclusions on the effect of the curved part of pipeline on hydraulic losses are given.

УДК 614.844

С.В. Стась, к.т.н., доц., Д.В. Колесников, Д.В. Лагно

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТОКОВ ЖИДКОСТИ ВДОЛЬ КАНАЛОВ В СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Приведены результаты экспериментов исследования потоков вязких жидкостей в стационарных системах автоматического водяного пожаротушения с дискретным отбором жидкости, экспериментально подтверждено предположение о наличии, кроме сил вязкого трения, сил инерции от конвективного ускорения, что не позволяет достичь стабилизации водного потока в трубопроводах, приведены выводы о влиянии криволинейной части трубопровода на гидравлические потери.

УДК 624.012

D.O. Stupak, Cand. of. Sc, S.V. Pozdeyev, Doctor of Engineering, Y.A. Otrosh, Cand. of. Sc

UPDATED METHOD OF EUROCODE 6 FOR VERIFICATION OF STONE WALLS FIRE RESISTANCE

The paper describes the basic procedures and the usage sphere of updated calculation method according to the system of European standards for evaluation of building structures fire resistance on the basis of bearing stone walls. This method is established on modeling the conduct of building structures under heating at standard temperature fire curve in FEM-computer system of ANSYS-type.

УДК 624.012

Д.О. Ступак, к.т.н., доц., С.В. Поздеев, д.т.н., проф., Ю.А. Отрош, к.т.н., доц.

УТОЧНЕННЫЙ МЕТОД EUROCODE 6 ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОГНЕСТОЙКОСТИ КАМЕННЫХ СТЕН

В статье описаны основные процедуры и область применения уточненного расчетного метода в соответствии с европейскими стандартами оценки огнестойкости строительных конструкций на примере несущих каменных стен, который основан на моделировании поведения строительных конструкций в условиях нагрева по стандартной температурной кривой пожара в компьютерной МКЭ-системе типа ANSYS.

UDC 814.8

O. Tyschenko, Cand. of. Sc, professor, I. Rudeshko, V. Zolotariov

FEATURES OF LIMIT STATES FROM FIRE-RESISTING PROPERTY FOR JOISTS MADE FROM FIREPROOF KINDS OF STEEL

The analysis of tests data of fire-resisting property of double joists, made from fireproof 06BF and 06MBF steel, is carried out.

Key words: limit states, fire-resisting property, tests, limit of liquidity, temporary support, standard techniques/

УДК 814.8

О.М. Тищенко, к.т.н. проф., И.В. Рудешко, В.В. Золотарьов

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ПО ОГНЕСТОЙКОСТИ ДЛЯ БАЛОК, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ОГНЕСТОЙКИХ СТАЛЕЙ

Розглянутий і проведений аналіз результатів випробувань на огнестойкість двутаврових балок, изготовленных из огнестойких сталей марок 06БФ и 06МБФ.

Ключевые слова: предельное состояние, огнестойкость, исследования, предел текучести, временное сопротивление, стандартные методики.

UDC 613.96:378.014.15:354.11/.86 (477)

N. Hlivny, k.med.n., Assoc., A. Chernenko, k.med.n., Assoc.

GENESIS TO QUESTION NEUROSIS IN EMERGENCIES

The theoretical statements of the neuro-emotional stress of human for conventional and extreme living conditions that are closely linked to the nature of the mobilization of energy and information resources of the body as a protective behavioral reactions and their role in the genesis of psychogenic disorders (neuroses) are considered.

УДК 613.96:378.014.15:354.11/.86 (477)

Н.Г. Хливний, к.мед.н., доц., А.Н. Черненко, к.мед.н., доц.

К ВОПРОСУ ГЕНЕЗА НЕВРОЗА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Рассмотрены теоретические положения нервно – эмоционального напряжения человека за привычных и чрезвычайных ситуациях условий жизнедеятельности, которые тесно связаны с характером мобилизации энергетических и информационных ресурсов организма как защитных поведенческих реакций и их роль в генезе психогенных расстройств (неврозов).

UDC 004.89:614.841.4

K.N. Yurchenko, Cand. Of Sc.

A SYSTEMATIC APPROACH TO DESIGNING INTELLIGENT SYSTEMS OF PROFESSIONAL RESCUE SERVICE TRAINING

One of the areas of knowledge assessment optimization process is the development and implementation of intelligent training systems. The paper proposes a methodological elements of knowledge based systems, including their formal definition, the principles of creation and structural base. Proposed the conception of expert systems for knowledge control creation, which contains theoretical and practical components. As the basic structure is proposed to use ontologies training courses and specified some advantages of this approach.

УДК 004.89:614.841.4

К.М. Юрченко, к.т.н.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ СПІВРОБІТНИКІВ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ

Одним з напрямів оптимізації процесу оцінювання знань є розробка і впровадження інтелектуальних систем професійної підготовки. У статті запропоновано методологічні елементи знання орієнтованих систем, що включають в себе їх формальне визначення, принципи створення та структурну базу. Запропонована концепція побудови експертних

систем для контролю знань містить теоретичні та практичні складові. В якості базової структури запропоновано використовувати онтології навчальних курсів і зазначено певні переваги такого підходу.

UDC 378

Arhipenko V. O.

ARRANGEMENT AND MANAGEMENT OF PROFESSIONAL TRAINING FOR THE STATE EMERGENCY SERVICE SPECIALISTS

The paper deals with the development problems of the training system for structural units of the State Emergency Service of Ukraine. Changes were determined in the special and general physical fitness of rescue team personnel under the conditions of pedagogical experiment. Tests were developed for measuring the special and general physical fitness of structural units of the State Emergency Service of Ukraine in Cherkasy region. A comparative analysis was made of the special and general physical fitness of fire rescuers depending on the scope and focus of exercises. To improve the system of physical perfection of current employees of structural units of the State Emergency Service of Ukraine in Cherkasy region, we have developed the procedure for management of professional competence growth using the strength training which will help fire fighters to accomplish tactical missions, increase readiness to perform professional duties in extreme conditions and enhance self-confidence during extinguishing fires, mitigating accidents and eliminating damages caused by emergencies.

Keywords: training system, personnel, special and general physical fitness.

УДК 378

Архипенко В.О.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ УКРАИНЫ С ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В статье рассматриваются проблемы развития системы подготовки специалистов структурных подразделений ГСЧС Украины. Определены изменения специальной и общей физической подготовленности личного состава группы спасательных работ в условиях педагогического эксперимента. Сделано тестирования специальной и общей физической подготовленности работников структурных подразделений ГСЧС Украины в Черкасской области. Проведен сравнительный анализ показателей специальной и общей физической подготовленности пожарных-спасателей в зависимости от содержания и направленности занятий физическими упражнениями.

Ключевые слова: система подготовки, личный состав, специальная и общая физическая подготовленность.

АВТОРИ (алфавітний покажчик)

Азаров С.І.....	8
Алексеева О.С.....	4
Алексеенко С.А.	14
Андрієнко В.М.	22
Андрієнко М.В.	27
Артеменко В.В.	66
Архипенко В.О.	149
Баланюк В.М.....	32
Биченко А.О.	43
Білека А.А.....	60
Бєліков А.С.....	38
Бойко Т.Б.....	32
Борсук О.В.	38
Горбаченко Я.В.	47
Гуцуляк Ю.В.	66
Журбинський Д.А.	32
Зайка П.І.	4
Землянський Олег М.....	54
Землянський Ол-др М.....	54
Золотарьов В.В.	127
Іщенко І.І.....	38
Качкар Є.В.....	60
Кобко В.А.	22,27
Ковалишин В.В.	66
Колесніков Д.В.....	115
Копистинський Ю.О.....	32
Кухаренко О.І.	27
Лаврик Т.В.	72
Лагно Д.В.	72,115
Магльована Т.В.....	78
Маладика І.Г.....	22,38
Мигаленко К.І.	84
Мирошник О.М.....	54
Михайлишин М.Р.....	84
Некора О.В.	93
Новак С.В.....	89
Нуянзін О.М.....	93,121
Отрош Ю.А.	121
Поздєєв С.В.....	93
Пустовіт М.О.	102
Рудешко І.В.....	127
Рудницький В.М.....	102
Самойленко Л.С.	109
Сидоренко В.Л.....	8
Сідней С.О.	93
Словінський В.К.....	121
Стась С.В.	115
Ступак Д.О.....	121
Тарановський О.В.....	8
Томенко В.І.	60
Тищенко О.М.	127
Удовенко М.Ю.....	22
Ущипівський І.Л.	84
Хлівний М.Г.....	132
Черненко О.М.....	132
Черниш І.А.	72
Шайхлісламова І.А.	14
Юрченко К.М.....	140

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., УкрНДІПБ

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 під час 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 ≈ 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 невіршених 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 м² 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	ρ_o , кг/м ³	φ_0	λ_0 , Вт/(м·К)	μ_n	K	Θ , кДж/кг	$T_{нп}$, °С	$T_{кп}$, °С	κ_v	$\Theta \cdot 10^{11}$, Вт/(м·К ⁴)	ψ
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
Ендотерм 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.

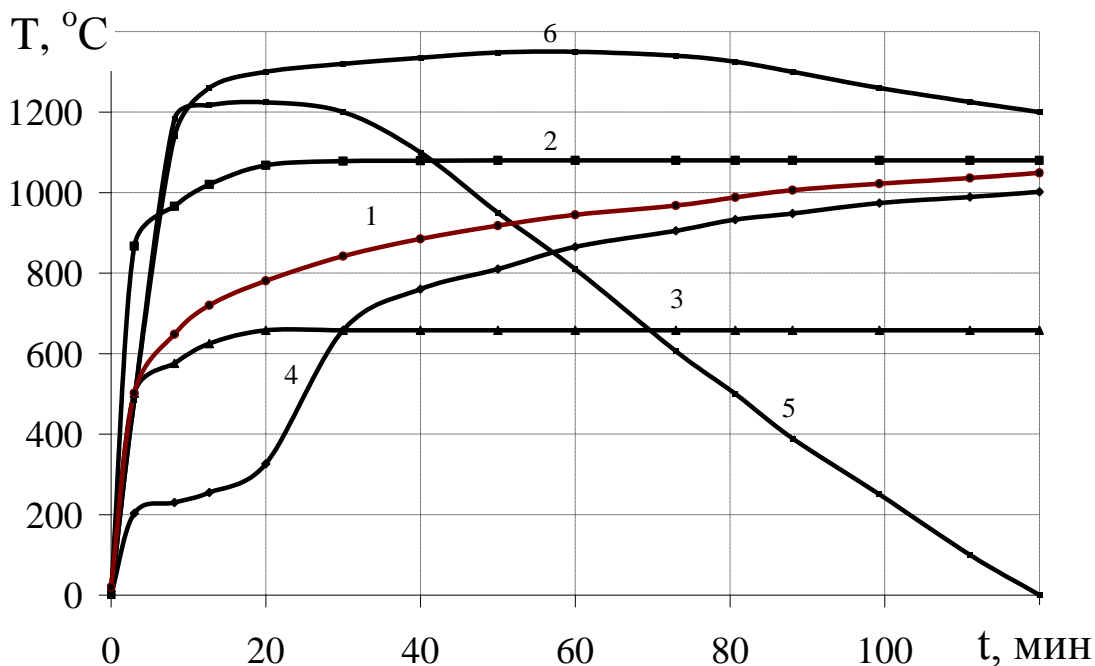


Рисунок 1 - Залежність зміни температури від тривалості вогневого впливу при різних темпах нагріву, де:

- 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.

ЗРАЗКИ БІБЛІОГРАФІЧНИХ 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	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). 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). 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). 4. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. – Львів : Кальварія, 2005. – 196, [1] с. – (Першотвір).
Два автори	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). 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). 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.
Три автори	1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование : как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущей организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – XLIII, 265 с.
Чотири автори	1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. – К. : НДІ "Укragenпромпредуктивність", 2006. – 106с. – (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи). 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</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Психологія менеджмента / [Власов П. К., Липницький А. В., Луцихина И. М. и др.] ; под ред. Г. С. Никифорова. – [3-е изд.]. – Х. : Гуманитар, центр, 2007. – 510с. 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).
<p>Без автора</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. – К. : Грані-Т, 2007. – 119с, – (Грані світу). 2. Воскресіння мертвих : українська барокова драма : антологія / [упорядкув., ст., пер. і прим. В. О. Шевчук]. – К. : Грамота, 2007. – 638, [1] с. 3. Тіло чи особистість? Жіноча тілесність у вибраній малій українській прозі та графіці кінця XIX – початку XX століття : [антологія / упоряд. : Л. Таран, О. Лагутенко]. – К. : Грані-Т, 2007. – 190, [1] с. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : [зб.наук.праць / наук, ред. Калішченко В. та ін.]. – Чернівці : Рута, 2007. – 310 с.
<p>Словники</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Географія : словник-довідник / [авт. – уклад. Ципін В. Л.]. – Х. : Халімон, 2006. – 175, [1] с. 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. 3. Українсько-німецький тематичний словник [уклад. Н. Яцко та ін.]. – К. : Карпенко, 2007. – 219 с. 4. Європейський Союз : словник-довідник / [ред. – упоряд. М. Марченко]. – 2-ге вид., оновл. – К. : К.І.С., 2006. – 138 с.
<p>Багатотомний документ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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. 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. 3. Дарова А. Т. Неисповедимы пути Господни... : (Дочь врага народа) : трилогия / А. Дарова. – Одесса : Астропринт, 2006 – . – (Сочинения : в 8 кн. /А. Дарова ; кн. 4). 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. 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. 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.

Матеріали конференцій, з'їздів	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>4. Оцінка й обґрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій : праці конф., 6 – 9 черв. 2000 р., Київ. Т. 2 / відп. Ред. В. Т. Трощенко. – К. : НАН України, Ін-т пробл. міцності, 2000. – С. 559–956, ХІІІ, [2] с. – (Ресурс 2000).</p> <p>5. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук, праць / наук. ред. В. І. Моссаковський. – Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. – 215 с.</p> <p>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.</p>
Препринти	<p>1. Шиялев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиялев 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).</p> <p>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).</p>
Депоновані наукові праці	<p>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.</p> <p>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.</p>
Атласи	<p>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.</p> <p>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. Дзюк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. – 2-ге вид., розшир, та доповн. – Дніпропетровськ : Пороги, 2005. – 218 с.</p> <p>3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда ; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. – Х. : Ранок, 2005. – 96 с.</p>
Законодавчі та нормативні документи	<p>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).</p> <p>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).</p> <p>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).</p>

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. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая 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. Моїсеєнко, 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 XIX 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 XIX– початок XX 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. Кириш 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, МКМ³ 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. Чуєв. – 80 Мпб / 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. : http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm.</p>

Наукове видання

***ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА:
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА
№ 18'2014***

Збірник наукових праць



Підписано до друку 16.09.2014 р. Обл.-вид. арк. 8.
Тираж 100 прим. Замовлення № 78.

Віддруковано у секторі РВР ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ
18034, м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8.