



Міністерство надзвичайних ситуацій України

**Академія пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля**

№11'2012

***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, 2012. – №11. – 134 с.**

Редакційна колегія:

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

Рекомендовано до видання

***Вченою радою Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
(Протокол № 4 від 14.03.2012 р.)***

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

***Включено ВАК до переліку фахових видань в галузі технічних наук, в яких можуть
публікуватись результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора
і кандидата наук (Постанова ВАК від 27 травня 2009 року № 1-05/2)***

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

ЗМІСТ

<i>Ващенко В.А., Заика П.И., Заика Н.П., Омельченко А.Н., Владинова Г.И.</i> Методы расчета температуры и состава продуктов сгорания нитратно-магниевого смесей	4
<i>Горбаченко Ю.М.</i> Теоретико-поняттєвий аналіз поняттєвих засобів управління проектними ризиками	10
<i>Гуліда Е.М., Ренкас А.А.</i> Моделювання пожежі в приміщеннях житлових та громадських споруд з урахуванням тепломасообміну з оточуючим середовищем	16
<i>Иванова М.С., Иванов А.П., Лоза В.А., Услистая В.А.</i> О практическом опыте устранения просадочных свойств грунтов в период застройки и эксплуатации сооружения	25
<i>Кириченко О. В.</i> Експериментально-статистичні моделі для отримання бази даних по температурі спалахування частинок металевих палих в газоподібних продуктах термічного розкладання нітратовмісних окислювачів	33
<i>Круковский П.Г., Ковалев А.И., Качкар Е.В.</i> Определение характеристик вспучивающегося огнезащитного покрытия «Феникс СТВ» по данным испытаний на огнестойкость монолитного перекрытия	43
<i>Кукуева В.В., Романюк Р.В.</i> Теоретичне дослідження вогнегасної ефективності флуоровмісних похідних пропану	52
<i>Лега А.Л.</i> Построение физического подобия при испытании конструкций на огнестойкость	57
<i>Нуянзін В.М., Ковальов А.І., Гвоздь В.М.</i> Врахування тривалого впливу агресивних факторів оточуючого середовища при визначенні вогнестійкості залізобетонної колони	61
<i>Поздеев А.В., Поздеев С.В., Семерак М.М., Некора О.В.</i> Влияние модификаторов бетона на скорость прогрева изгибаемых железобетонных конструкций	70
<i>Рудницький В.М., Дядюшенко О.О., Міненко О.В.</i> Визначення показників якості первинної обробки та фіксації даних за фактом пожежі	79
<i>Стась С.В., Зайвий В.В., Бурляй І.В., Мирошник О.М.</i> Уточнення робочих характеристик антено-фідерних пристроїв діапазону 145-150МГц систем конвенціонального радіозв'язку оперативно-рятувальної служби.....	83
<i>Стриганова М.Ю.</i> Гидромеханические методы повышения эффективности защиты населения, объектов и территорий при гидродинамических авариях	89
<i>Теслюк П.В., Омельченко М. І.</i> Міжособистісні конфлікти в пожежно-рятувальних підрозділах, їх причини і шляхи подолання	101
<i>Тищенко О.М., Андрієнко М.В., Трояновська І.О.</i> Методичний апарат оцінки та прогнозування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру	108
Анотації/abstracts	114
Автори (алфавітний покажчик).....	122
Вимоги до оформлення статей.....	123

УДК 662.613.12: 669.046.44(024.2)

В.А. Ващенко, д.т.н., проф., ЧГТУ, П.И. Заика, к.т.н., доц., Н.П. Заика,
А.Н. Омельченко, Г.И. Владинова,
Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля

МЕТОДЫ РАСЧЁТА ТЕМПЕРАТУРЫ И СОСТАВА ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ НИТРАТНО-МАГНИЕВЫХ СМЕСЕЙ

Приведены методы термодинамического прогнозирования пожароопасных свойств металлизированных конденсированных систем, расчёты равновесной температуры и состава продуктов сгорания нитратно-магниевых смесей.

Ключевые слова: термодинамические расчёты, металлизированные конденсированные системы, равновесная температура, состав продуктов сгорания, нитратно-магниевые смеси.

Постановка проблемы. Рассматриваются методы расчёта температуры и состава продуктов сгорания нитратно-магниевых смесей для прогнозирования их пожароопасных свойств.

Постановка задачи и её решение. Термодинамические расчеты процессов горения различных систем, нашедших широкое применение в изделиях различного назначения (пороха, взрывчатые вещества, твердые ракетные топлива и др.) [1-3, 6, 7], позволяют рассчитывать температуру, состав и свойства продуктов сгорания, прогнозировать пределы горения систем по соотношению исходных компонентов и тепловыделению в зависимости от состояния окружающей среды, судить о степени химической равновесности в продуктах сгорания или обеспечивать ее заданный уровень на выходе в окружающую среду.

Вследствие сложности расчета характеристик продуктов сгорания металлизированных конденсированных систем (МКС) (изменение состава газовой фазы, обусловленное горением и испарением частиц металла) термодинамические расчеты температуры, состава и свойств продуктов сгорания МКС возможны при идеализации процесса горения.

На близость процесса горения МКС к идеальному указывают результаты проведенных исследований [7-11] систем металл + окислитель с добавками органических веществ.

Целью данной работы является разработка приближенных методов термодинамического расчета температуры и состава продуктов сгорания МКС указанного типа, позволяющих на стадии проектирования изделий прогнозировать возможные пределы горения МКС, которыми снаряжаются эти изделия по соотношению компонентов (коэффициенту избытка окислителя α), и тем самым предсказывать их пожароопасные свойства в условиях повышенных температур и давлений.

Расчет равновесной температуры и состава продуктов сгорания.

При достаточно высоких температурах многокомпонентная гетерогенная смесь продуктов сгорания (смесь газов и конденсированных веществ) практически находится в химическом равновесии, и состав ее может быть определен из термодинамического расчета.

Термодинамический расчет равновесной температуры и состава продуктов сгорания выполняется при следующих допущениях: все газы идеальны и их термодинамические функции не зависят от давления; между газообразными и конденсированными компонентами существует фазовое равновесие; конденсированные продукты не образуют между собой растворов и сплавов; объем конденсированных веществ в продуктах сгорания пренебрежимо мал.

Исходный состав МКС обычно задается в виде условной формулы:

$$\mathfrak{E}_b^{(1)}\mathfrak{E}_b^{(2)}\mathfrak{E}_b^{(3)} \dots \mathfrak{E}_b^{(i)},$$

где

$\mathfrak{E}^{(i)}$ - символ i -го химического элемента;

b_i - количество атомов i -го химического элемента в условной формуле МКС.

В общем случае система уравнений, определяющая равновесную температуру и состав продуктов сгорания, должна включать в себя уравнение материального баланса, уравнение электронейтральности, уравнение закона действующих масс, уравнение закона Дальтона и уравнение закона сохранения энергии.

Запишем эти уравнения для гетерогенной смеси продуктов сгорания, состав которой ищем в мольных долях X_j

$$X_j = \frac{M_j}{M}$$

где M_j - число молей компонента j в продуктах сгорания;

M - общее число молей продуктов сгорания.

Уравнение материального баланса:

$$M \sum_i (X_i + X_{ik}) + M \cdot \sum_j \alpha_y (X_j + X_{jk}) - b_i = 0 \quad (1)$$

где a_{ij} - количество атомов i -го химического элемента в одном моле вещества j ;

X_i, X_{ik} - мольная доля независимого (здесь атомарного) компонента i в газовой и конденсированной фазе продуктов сгорания соответственно;

X_j, X_{jk} - мольная доля компонента j в газовой и конденсированной фазе продуктов сгорания соответственно.

Уравнение электронейтральности:

$$\sum_i \alpha_{ei} X_i + \sum_j \alpha_{ej} X_j = 0 \quad (2)$$

где a_{ei}, a_{e} - кратность ионизации.

Уравнение закона действующих масс: для газообразных компонентов

$$X_j = \quad (3)$$

для газообразных компонентов, имеющих конденсированную фазу,

$$X_i = A^{-1} \cdot P_i^{\text{насыщ}}(T), \quad (4)$$

$$X_j = A^{-1} \cdot P_j^{\text{насыщ}}(T), \quad (5)$$

где

P - общее давление;

$K_j(T)$ - константа равновесия реакции образования компонентов j из атомарных компонентов i , являющаяся функцией температуры T .

Уравнение закона Дальтона:

$$\sum_i (X_i + X_{ik}) + \sum_j (X_j + X_{jk}) - 1 = 0 \quad (6)$$

Уравнение закона сохранения энергии:

$$\sum_i [X_i I_i(T) + X_{ik} I_{ik}(T)] + \sum_j [X_j I_j(T) + X_{jk} I_{jk}(T)] - I_m = 0 \quad (7)$$

где I_m - полное теплосодержание исходной смеси при нормальной температуре;

$I_i(T), I_{ik}(T), I_j(T), I_{jk}(T)$ - полное теплосодержание соответствующего компонента в продуктах сгорания при равновесной температуре горения.

Для расчета параметров адиабатического процесса расширения продуктов сгорания в сопле к указанным уравнениям (1) - (7) добавляется уравнение, характеризующее равенство энтропии продуктов сгорания в камере и в заданном сечении сопла:

$$\sum_i [X_i S_i(T_\alpha) + X_{ik} S_{ik}(T_\alpha)] + \sum_j [X_j S_j(T_\alpha) + X_{jk} S_{jk}(T_\alpha)] - S = 0 \quad (8)$$

где S - энтропия продуктов сгорания в камере;

T_α - температура в заданном сечении сопла;

S_i(T_α), S_{ik}(T_α), S_j(T_α), S_{jk}(T_α) - энтропия соответствующего компонента в продуктах сгорания при температуре T_α.

Входящие в уравнения (3) - (6) величины K(T), P^{насыщ}(T), I(T) и S(T) характеризуют термодинамические свойства веществ - продуктов сгорания. В существующей справочной литературе [4, 5] эти величины представлены в зависимости от температуры.

Система уравнений (1) - (7) для определения равновесной температуры и состава продуктов сгорания представляет собой систему нелинейных алгебраических уравнений. Число уравнений в системе определяется количеством атомарных *i* и молекулярных *j* компонентов, составляющих продукты сгорания, и может достигать нескольких десятков и более. При этом разработанное программное обеспечение позволяет учитывать возможность газообразных и конденсированных продуктов сгорания, для которых к настоящему времени известны термодинамические и кинетические константы их образования [4, 5, 7].

Расчет температуры и состава продуктов сгорания системы магний + нитрат калия

Термодинамические расчеты равновесной температуры и состава продуктов сгорания рассматриваемой системы проводили на ПЭВМ класса IBM с помощью специально разработанных пакетов прикладных программ [10, 11] для давлений P=10⁴...2,5·10⁷ Па и коэффициентов избытка окислителя в ней α = 0,1 ...6,0.

При расчетах учитывалась возможность образования только тех газообразных и конденсированных продуктов, для которых в настоящее время известны термодинамические функции:

газы – O, N, Mg, N₄, O₂, O₃, N₂, N₃, NO, NO₂, N₂O, Mg, MgO, K₂, KO, K₂O, K₂O₂;
конденсаты – Mg^k, K^k, MgO^k, K₂O^k.

Температура продуктов сгорания. По данным термодинамического расчета равновесная температура продуктов сгорания существенно зависит от коэффициента избытка окислителя в смеси и давления (рис. 1) и имеет максимум T_{max}. В интервале давлений P=10⁴...2,5·10⁷ Па этот максимум расположен в области α= 1,0...1,1.

Изменение давления от 10⁴ до 2,5·10⁷ Па (до α = 4,8) приводит к возрастанию температуры, и T_{max} увеличивается с 2533 до 3966 К.

Состав продуктов сгорания. Качественный и количественный равновесный состав газообразных и конденсированных продуктов сгорания сильно зависит от коэффициента избытка окислителя α. По данным расчета, в газообразных и конденсированных продуктах сгорания содержатся десятитысячные доли N, NO₂, тысячные - Mg₂, K₂, сотые - O, NO, KO, K^k, десятые - Mg, K, O₂, N₂, MgO, Mg^{lt}, K₂O^k.

Появление в продуктах сгорания в заметных количествах атомарного и молекулярного кислорода наблюдается лишь при α > 1,0 (рис. 2, 3), а содержание конденсированных магния и окиси калия возможно соответственно при α = 0,10 ч 0,30 и α > 2,0.

С увеличением α (от α = 1,0) доля молекулярного кислорода в продуктах сгорания

увеличивается до насыщения при $a = 6,0$ (рис. 2). При этом характер влияния давления на содержание молекулярного кислорода в продуктах сгорания неодинаков для различных соотношений компонентов.

Небольшое количество атомарного кислорода в продуктах сгорания наблюдается только при $a = 0,6+2,2$ и увеличивается при пониженных давлениях (рис. 3).

При давлении 10^4 Па максимум содержания атомарного кислорода достигается при $a = 1,4$, а при давлении $P = 2,5 \cdot 10^7$ Па максимум содержания атомарного кислорода наблюдается при $a = 1,2$.

Содержание молекулярного азота с ростом a и давления увеличивается до насыщения при $a = 6,0$ (рис. 2).

С увеличением давления экстремальные точки сдвигаются. Так, при $P = 10^4$ Па $a_{mm} = 0,23$, а при $P = 2,5 \cdot 10^7$ Па $a_{m,n} = 0,34$; при $P = 10^4$ Па $a_{max} = 1,8$ и при $P = 2,5 \cdot 10^7$ Па $a_{min} = 1,2$.

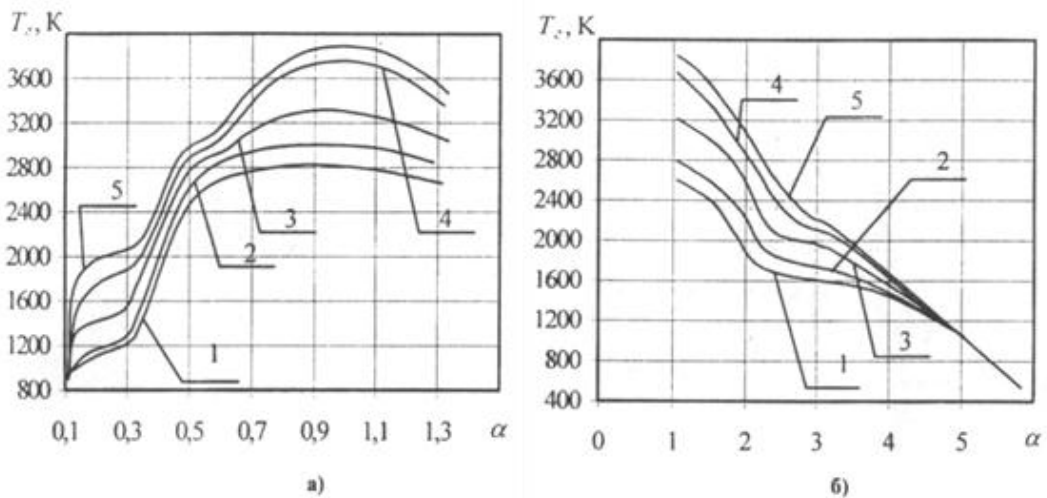


Рисунок 1 – Зависимость равновесной температуры продуктов сгорания смеси магния с нитратом натрия от коэффициента избытка окислителя при давлении $P = 10^4$ Па (1), 10^5 Па (2), 10^6 Па (3), 10^7 Па (4), $2,5 \cdot 10^7$ Па (5):

- а) кривые для соотношений $a = 0,1 \dots 1,5$;
- б) кривые для соотношений $a = 1,5 \dots 6,0$.

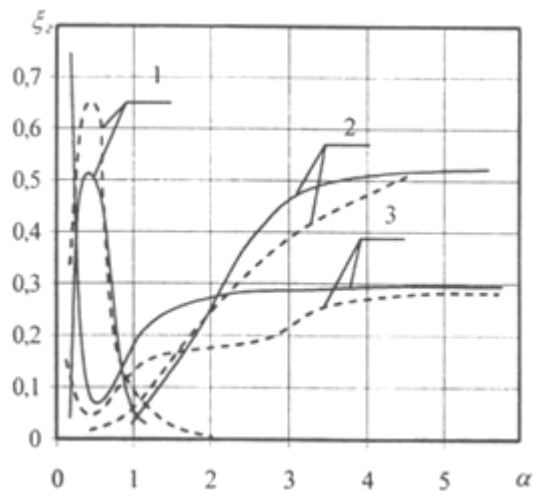


Рисунок 2 – Зависимость от a объемного содержания газообразных Mg^I (1), O_2^r (2), N_2^r (3) в продуктах сгорания смеси магния с нитратом калия:

- при давлении $P = 10^4$ Па;
- при давлении $P = 2,5 \cdot 10^7$ Па

При соотношениях до $a = 2,0$ в продуктах сгорания имеется газообразный магний, зависимость содержания которого от a имеет максимум, смещающийся в сторону больших a (рис. 2).

При давлении $P=10$ Па максимум содержания газообразного магния соответствует $a = 0,23$, при $P = 2,5 \cdot 10^7$ Па $a = 0,33$.

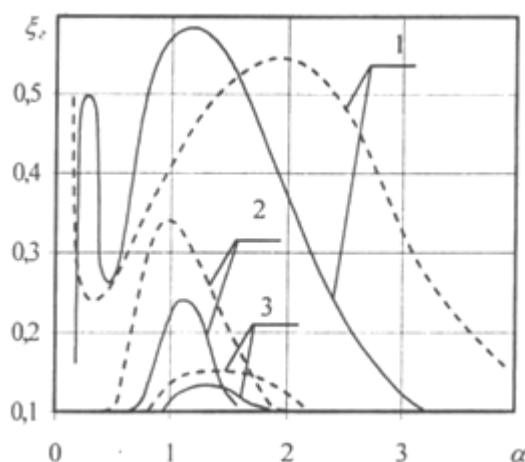


Рисунок 3 – Зависимость от a объемного содержания газообразных K^+ (1), MgO^+ (2), O^+ (3) в продуктах сгорания смеси магния с нитратом калия:

- при давлении $P = 10^4$ Па;
- при давлении $P = 2,5 \cdot 10^7$ Па.

Результаты работы были использованы при выборе пожаробезопасных условий эксплуатации пиротехнических изделий различного назначения (твердых металлизированных топлив, осветительных и трассирующих составов, ИК-излучателей и др.).

Выводы. В результате проведенных исследований разработаны более совершенные методы термодинамического расчета температуры и состава продуктов сгорания металлизированных конденсированных систем, учитывающие фазовую неравновесность отдельных компонентов.

Для широкого диапазона изменения соотношения компонентов ($a = 0,1 \dots 6,0$) и внешнего давления ($P=10^4 \dots 2,5 \cdot 10^7$ Па) проведены термодинамические расчеты температуры и состава продуктов сгорания системы магний + нитрат калия; установлено, что температура имеет максимум T_{max} при $a = 1,0 \dots 1,1$, на значение которого оказывает существенное влияние внешнее давление (изменение P от 10^4 до $2,5 \cdot 10^7$ Па приводит к увеличению T_{max} от 2533 до 3966 К); качественный и количественный состав продуктов сгорания существенно зависит от a и P .

Перспективы последующих исследований. При исследованиях металлизированных конденсированных систем не в полной мере изучены методы термодинамического прогнозирования пожароопасных свойств этих систем. Целью последующих исследований является дальнейшее изучение процессов горения нитратно-магниевых смесей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов Б.В., Мазин Г.Ю. Термодинамические и баллистические основы проектирования ракетных двигателей на твердом топливе. - М.: Машиностроение, 1964. - 406 с.
2. Брауэр К.О. Пиротехнические устройства для космических аппаратов // Вопросы ракетной техники. - 1969.-Вып. 10.-С. 47-61.
3. Волков Е.Б., Сырицина Т.А., Мазин Г.Ю. Статика и динамика ракетных двигательных установок. - М.: Машиностроение, 1978. - 320 с.

4. Силин Н.А., Ващенко В.А., Кашпоров Т.Я. и др. Металлические горючие гетерогенных конденсированных систем. - М.: Машиностроение, 1976.-320 с.
5. Силин Н.А., Ващенко В.А., Кашпоров Л.Я. и др. Окислители гетерогенных конденсированных систем. - М.: Машиностроение, 1978. - 456 с.
6. Шидловский А.А., Сидоров А.И., Силин Н.А. Пиротехника в народном хозяйстве. - М.: Машиностроение, 1978. -231 с.
7. Силин Н.А., Ващенко В.А., Кашпоров Л.Я. и др. Горение металлизированных гетерогенных конденсированных систем. - М.: Машиностроение, 1982.-282 с.
8. Калмыков В.В., Климов В.Л. Термодинамический расчет высокометаллизированных конденсированных систем // Труды 2-ой Всесоюзной конференции по технологическому горению. - Черногоровка: ОИХФ АН СССР, 1978. - С. 49-51.
9. Кариенюк В.И., Набороденко Ю.С., Кашпоров Л.Я., Гладун В.Д. О максимальных температурах, достижимых при взаимодействии металлов с газами // Физика горения и взрыва. - 1986.- № 1. - С. 26-29.
10. Ващенко В.А. Прогнозирование оптимальных значений температуры и состава продуктов в волне горения, скорости ее распространения по многокомпонентным металлизированным системам. - М.: Деп. в ВИНТИ 18.02.94, №25 - ХП 94. - 350 с.
11. Ващенко В.А., Заика П.И., Краснов Д.М., Сташенко С.И., Кикоть Ю.И. Термодинамические основы прогнозирования пределов горения металлизированных конденсированных систем // Вісник Сумського державного університету. - 1999.-№2(13).- С. 89-98.

УДК 35.083:351.743

Ю.М. Горбаченко, к.і.н.,
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

ТЕОРЕТИКО-ПОНЯТТЄВИЙ АНАЛІЗ ПОНЯТТЄВИХ ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТНИМИ РИЗИКАМИ

В статті проаналізовані методологічні аспекти управління ризиками та їх класифікація, проаналізовані передумови виникнення ризиків та на їх основі розроблені поняттєві засоби аналізу та мінімізації зокрема, для методів запобігання ризикам на конкретному проекті «Укриття» ЧАЕС.

Ключові слова: управління ризиками, проектні процеси, засоби аналізу та зниження ризиків.

Постановка проблеми. Управління ризиками проектів є недостатньо розробленою теоретико-прикладною проблемою, яка чітко не окреслена як прикладна технологія в конкретній царині знань та інструментарій розв'язання завдань економічної практики. Управління ризиками - нова для української економічної теорії та практики тема. З поміж тим, зафіксована у стандартах системи управління проектом у країнах Європейського Союзу та США. Недостатня методологічна розробленість проблеми зумовлює актуальність наукового пошуку у цьому напрямку.

З необхідністю управління ризиками ми зіштовхуємося в проектах майже на кожному кроці. Управління ризиками в контексті соціально-економічного проекту - глибоко інтегрована область знань, що характеризується внутрішньою взаємозалежністю всіх її складових частин. Робота з ризиками проекту змушує звернути увагу на аспекти управління вартістю, контролю змісту та інші сфери проекту. Якщо робота у всіх аспектах управління проектами проведена досить коректно та точно, то можна переходити до інтегрованого плану проекту та процесу його контролю. Будь-які зміни, зроблені в одній із його областей, впливають на всі інші, а, отже, дані, отримані різними незалежними методами управління вартістю, часом, якістю, ризиками проекту повинні чітко погоджуватись між собою. Звідси, особлива значущість пошуку та використання адекватних поняттєвих засобів аналізу ризиків проекту, які довершують процес інтеграції частин проекту у єдине методологічне ціле, а також особлива актуальність питань, які розглядаються у роботі. Системотворна роль поняттєвих засобів аналізу ризиків кожного конкретного проекту щоразу визначає новизну пошуку. Нами використано поняттєві засоби аналізу ризиків в проекті, які визначають інтегрованість та системність конкретного об'єкту. В цій площині ми розглядаємо новизну власної роботи.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Унікальний характер кожного проекту спричинює неповторність, не типовість знань, до того ж розкиданих по шафах проєктантів, крихти з яких потрапляють у наукові журнали. Так у провідному журналі Project Management, опубліковані результати досліджень якості планування проектів в провідних західних компаніях. При середній «добрій» якості виконання проектів в більшості областей, привертають до себе увагу дві проблемні, не розроблені області - комунікації та ризики. Абсолютним аутсайдером став процес якісного аналізу ризиків. На нашу думку, це пояснюється недостатньою розробленістю поняттєвих засобів аналізу. Автори журналу відзначають, що саме кваліфікований аналіз ризиків дозволяє завчасно передбачити та проаналізувати різні несподіванки в ході виконання проекту та уникнути так званих «незапланованих робіт» що збільшують строки та вартість багатьох проектів.

Постановка задачі та її розв'язання. В статті передбачається проаналізувати наявні поняттєві засоби управління ризиками та обґрунтувати їх для конкретного проекту. Кожен новий проект проходить етап свого народження та поняттєвого «становлення» у

боротьбі із неминучими теоретико-поняттєвими та емпіричними труднощами, які загрожують його реалізації. Серед наявних поняттєвих засобів аналізу є такі, що можуть бути згубними для системного індивідуального характеру кожного конкретного проекту. Для долі проекту дуже важливо вміння проєктанта передбачити ці «технологічні» труднощі та заздалегідь розробити стратегії їх подолання. Необхідно оцінити міру ризику та виявити ті проблеми, з якими може зіштовхнутися проєкт, обґрунтований певними поняттєвими засобами.

Крім зазначених питань в роботі також ставиться завдання сформувати систему управління ризиками, в якій її складники були б сумірними і взаємоузгодженими, та виключали можливість провалу проєкту, зменшували ризики.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.

Вивченням проблематики управління ризиками в проєктах займаються вітчизняні практики, державні діячі, учені: Батенко Л.П., Загородніх О.А., Ліщинська В.В., Тян. Р.Б. Холод Б.І. Ткаченко В.А., інші. Разом з тим даним питанням на сучасному етапі приділено недостатньо уваги. Водночас для кожного конкретного проєкту залишаються невіршеними частини від загальної проблеми підготовки, розробки, прийняття рішення та їх поняттєві засоби.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Реальне використання нової для України концепції так званого проєктного управління розпочалось близько 20 років тому в умовах радикального реформування вітчизняної економіки. Основу цієї концепції становить погляд на проєкт, як на зміну вихідного стану будь-якої системи, пов'язаного із витратою часу та коштів. Але, нажаль, широкого використання проєктний менеджмент не набував, що зумовлено низкою причин, передусім, соціально-економічних, політичних, та інертністю психологічного мислення замовників на проєктування із числа фінансових можновладців, що в свою чергу є гальмом для економічного підйому. Тому кожна конкретна робота в цій царині є вельми актуальною, пропонує нові позиції наукового забезпечення реалізації проєктів та зміцненню економічного потенціалу країни.

Існує значна кількість потенційних ризиків, які можуть вплинути на реалізацію проєкту. Саме вони стали предметом попереднього аналізу. Автором використана наступна класифікація ризиків [5], частина якої адаптована до умов дослідження.

Зовнішні непередбачувані ризики: державні міри регулювання в різних сферах на раптові виклики, до яких віднесено: природні катастрофи; злочинні дії; зриви в створенні необхідної інфраструктури; через банкрутство підрядників по проєктуванню, постачанню, будівництву та інше; через похибки у визначенні цілей проєкту; через несподівані політичні зміни.

Зовнішні передбачувані, але невизначені ризики, зокрема: ринковий та операційний ризики; зміна валютних курсів; нерозрахована інфляція; оподаткування; а також помилкові екологічні впливи та негативні соціальні наслідки від них

Внутрішні технологічні ризики: зриви планів робіт; перевитрата коштів.

Технологічні ризики: зміна технології; специфічні ризики технології; погіршення якості та продуктивності виробництва; похибки в проєктно-кошторисній документації.

Правові ризики: ліцензії; патентне право; невиконання контрактів; (судові процеси із зовнішніми партнерами; внутрішні судові процеси.

Страховальні ризики: прямий збиток майну (транспортні інциденти; обладнання; матеріали; майно підрядників); непрямі втрати (демонтаж та передислокація ушкодженого майна; перестановка обладнання; втрати орендного прибутку; порушення запланованого ритму діяльності; збільшення необхідного фінансування); ризики, що страхуються відповідно до нормативних документів стороннім особам (нанесення тілесних ушкоджень; ушкодження майна; збиток проєкту внаслідок похибок в

проектуванні та реалізації; порушення графіка робіт); співробітники (тілесні ушкодження; витрати на заміну співробітників; втрати прибутку).

Нами була використана саме ця класифікація, яка на нашу думку є найбільш інформативною. Для обґрунтування меж саме цієї класифікації нами був вивчений позитивний досвід управління ризиками[2]. Він свідчить, що, для реалізації проектів, лісі мають значну міру невизначеності, зокрема, в таких елементах, як мета та технології її досягнення, частина успішних організацій беруть за основу власних розробок та застосовують саме цю класифікацію, доповнюють її необхідними поняттєвими засобами для оцінки особливостей ризиків конкретного проекту. Дані засоби враховують як специфіку проекту, так і загальні методи управління, зокрема, корпоративні.

Другий крок у моделюванні ризиків був пов'язаний із уявленням про процес управління ризиками. Управління ризиками, як процес, сутнісно визначається, передусім, змістом ідентифікації, з наступним аналізом ризиків та прийняттям рішень, які мають передбачити максимізацію позитивних та мінімізацію негативних наслідків настання ризикових подій. На думку авторів [3], зміст ідентифікації у процесі управління ризиками проекту повинен включати виконання декількох процедур: планування та власне ідентифікацію. Погоджуючись із ними в цьому автор розглядає такий зміст процедур.

Планування управління ризиками ми розглядали як процес підготовки та прийняття рішень щодо застосування певних поняттєвих засобів для конкретного проекту. Цей процес за змістом є рішенням по організації, кадровому забезпеченню процедур управління ризиками проекту, вибору певної методології та джерел вихідних даних для ідентифікації ризику, аналізу часових параметрів ситуації.

Власне ідентифікація ризиків була виокремленням та визначенням ознак ризиків здатних вплинути на реалізацію проекту, з наступним документуванням їх характеристик, що вимагало певних організаційних форм.

Для того, щоб ідентифікація ризиків була ефективною, вона проводилась регулярно протягом реалізації проекту, із залученням багатьох посадовців: управлінців проекту, замовників, користувачів незалежних фахівців, та інших учасників. Спочатку ідентифікацію ризиків виконала частина управлінців проекту, яку ми зазначили як групу аналітиків ризиків; далі ідентифікацією займалась основна група управлінців проекту. Для формування об'єктивної оцінки у завершальній стадії процесу брали участь незалежні фахівці. Таке організаційне оформлення забезпечило якість оцінки ризиків.

Якісна оцінка як одна із процедур управління ризиком почалась із проведення змістового аналізу на етапі ідентифікації та визначення ризиків. Вона вимагала швидкого розгортання. Оперативна оцінка ризиків сприяла визначенню ступеня важливості ризику та допомагала у виборі способу реагування на нього. Забезпеченість інформацією та її доступність у процесі супроводу допомогла легше розставити пріоритети для різних категорій ризиків. Якісна оцінка ризиків розглядалась нами як передумова та результат реалізації проекту, де оцінка умов виникнення ризиків та визначення їхнього впливу на проект здійснювалась стандартними методами та засобами. Використання цих засобів допомогло частково уникнути невизначеностей, які часто зустрічались у проекті. Протягом життєвого циклу проекту постійно відбувалась переоцінка рангу ризиків водночас із кількісною оцінкою ризиків.

«Кількісна оцінка ризиків» як теоретична категорія визначає ймовірність виникнення ризиків та вплив наслідків ризиків на проект, що покликано допомогти групі управління проектами прийняти оптимальне рішення та зменшити невизначеність. Кількісна оцінка ризиків дозволила нам визначити: ймовірність досягнення кінцевої мети проекту; ступінь впливу ризику на проект та обсяги непередбачуваних витрат і необхідних матеріалів; ризики, які вимагали якнайшвидшого реагування, а також вплив їх наслідків на проект; фактичні витрати, передбачувані строки закінчення.

Кількісна оцінка ризиків робилась водночас із якісною оцінкою; цього вимагав процес ідентифікації ризиків. Кількісна та якісна оцінка ризиків нами

використовуватись разом, залежно від часу та засобів, після чого ми перейшли до планування реагування на ризики.

«Планування реагування на ризики» в нашому розумінні збігається із загальнонауковим визначенням і розглядається як розробка методів та технологій зниження негативного впливу ризиків на проект. В нашому тлумаченні «планування реагування на ризики» за своїм змістом має містити момент, так би мовити, обов'язкового покладання відповідальності на цю категорію за ефективність захисту проекту від впливу на нього ризиків. Планування містить у собі ідентифікацію та розподіл кожного ризику по категоріях. Ефективність розробки категорії «реагування» не лише за змістом, а також за обсягом, прямо визначить, чи будуть наслідки впливу ризику на проект позитивними чи негативними. Таке передбачення межує із процедурою моніторингу та контролю.

Моніторинг та контроль проводився нами як процедура стеження за ідентифікацією ризиків із нормою, визначення залишкових ризиків, забезпечення виконання плану реагування на ризики та оцінки його ефективності із огляду на зниження ризику. Моніторинг та контроль безупинно супроводжував процес впровадження проекту в життя, в перебігу якого контроль виконання проекту забезпечував зворотною інформацією, яка допомагала приймати ефективні рішення для запобігання виникненню ризиків. Для організаційного забезпечення повної зворотної інформації про виконання проекту була необхідна взаємодія всіх управлінців проекту, крім того, також, чітко визначення ними мети контролю, Були визначені параметри мети. Мета моніторингу та контролю полягала у з'ясуванні: настання впливу ризиків; чи була система реагування на ризики впроваджена відповідно до плану; реагування досить ефективне, або необхідні зміни; чи змінилися ризики в порівнянні із попереднім значенням; вплив ризиків виявився запланованим або випадковим результатом.

Організація контролю неодноразово змушувала вибирати альтернативні стратегії, вводити корективи, перепланувати проект для досягнення базового плану. Між управлінцями проекту та групою управління ризиками була постійна взаємодія, фіксувались всі зміни та явища. Звіти по виконанню проекту оформлялись регулярно.

Всі ці процедури взаємодіяли одна із одною, а також із іншими процедурами. Кожна із них виконувалась, принаймні, один раз в проекті. Незважаючи на те, що, представлені процедури розглядаються як дискретні елементи із чітко визначеними характеристиками, вони частково збігались та взаємодіяли.

Проаналізувавши методологічні аспекти управління ризиками, їх класифікацію, методи аналізу та мінімізації ми прийшли до висновку, що сумірний підхід у виборі адекватних поняттєвих засобів матиме суттєві переваги при управлінні ризиками у складних проектах, які виконуються в умовах значної невизначеності та ризику.

Нами проведена ідентифікація можливих ризиків проекту «Укриття» обґрунтована методологія аналізу управління ризиками на ньому.

Для конкретного проекту «Укриття» ЧАЕС запропонована структура та обов'язки групи управління ризиками щодо здійснення заходів по мінімізації ризиків, розроблена політика управління ризиком в сфері управління проектом.

Кількісний аналіз поняттєвих засобів дав змогу перейти до аналізу змістового.

Під невизначеністю ми розуміли - неповноту або неточність інформації про умови реалізації проекту, в тому числі - витрати та результати які пов'язані з ними. Невизначеність, виникає в ході реалізації проекту через несприятливі ситуації, збіг обставин, раптовість та їх наслідки, які загалом характеризують поняття «ризик» [4].

При оцінці проектів найбільш суттєвими були такі види невизначеності та інвестиційних ризиків: ризик, пов'язаний із нестабільністю економічного законодавства та поточної економічної ситуації, умов інвестування та використання прибутку; зовнішньоекономічний ризик; невизначеність політичної ситуації; ризик несприятливих соціально-політичних змін в країні або регіоні; неповнота або неточність інформації про динаміку техніко-економічних показників, в параметрах нової техніки

та технології; коливання ринкової кон'юнктури, цін, валютних курсів і т.п.; невизначеність природно-кліматичних умов, можливість стихійних лих; виробничо-технологічний ризик; невизначеність цілей, інтересів та поведінки учасників.

Стосовно до будівельних проектів зазначені фактори були уточнені у такий спосіб: похибки в проектно-кошторисній документації; кваліфікація фахівців; затримки поставок; низька якість вихідних матеріалів та комплектуючих виробів, технологічних процесів або продукції; розрив контракту; форс-мажорні обставини.

Подальший аналіз поняттєвого поля управління ризиками за логікою «сходження від абстрактного до конкретного» приводить нас до аналізу особливостей об'єкту «Укриття».

Нами був розглянутий один із складних проектів Плану здійснення заходів на об'єкті «Укриття» - «Стабілізація будівельних конструкцій».

План здійснення заходів був розроблений як програма, націлена на підготовку для перетворення об'єкту «Укриття» в екологічно безпечний об'єкт. В цей час об'єкт «Укриття» становить реальну небезпеку для професійних працівників, населення та навколишнього середовища. Стабілізаційні та інші заходи на об'єкті «Укриття» в рамках плану, здійснення заходів повинні виконуватися, таким чином, щоб звести до мінімуму ризику для об'єкта «Укриття», включаючи підрядників, співробітників групи управління проектом, населення та навколишнього середовища.

Для того щоб звести до мінімуму ризику на об'єкті «Укриття», необхідне існування організаційних відділів групи управління проектом, в обов'язки яких входить виконання процедур управління ризиками: відділ проектів; інженерно-технічний відділ; відділ закупівель та контрактів; координатор ний відділ.

На нашу думку, відділ проектів мав би проводити оцінку ризиків ретроспективно з огляду на попередні проекти; документально фіксувати результати оцінки ризиків. За необхідності звертатись за допомогою до інженерно-технічного відділу групи управління проектом, зокрема, по питаннях виконання аналізу небезпек і плану здійснення заходів щодо їхнього зменшення (АНіПЗЗ), а також у підготовці проекту змін щодо робіт по закупівлях. Він розглядає та затверджує результати АНіПЗЗ; забезпечує внесення змін та доповнень в обсяг робіт по «купівлях на підставі результатів АНіПЗЗ; збирає та направляє в проектний архів групи управління проектом документи, які відносяться до оцінки ризиків та АНіПЗЗ.

Інженерно-технічний відділ на замовлення керівника відділу проектів проводив та документально фіксував оцінку ризиків; аналізував небезпечні події та розробляв план заходів щодо їх зменшення; готовив проекти змін обсягу робіт та технічних специфікацій у проекті закупівель. Працював з відділом контрактів та закупівель над включенням у пакет закупівель результатів АНіПЗЗ.

Відділ закупівель та контрактів забезпечував контроль за керівниками відділів в частині того, щоб пакети закупівель за всіма технічними проектами плану здійснення заходів мали затвердження керівництва із наступним підтвердженням виконання та внесенням відповідних змін і доповнень в обсяги робіт і технічної специфікації пакетів закупівель. Надавав допомогу та консулював інженерно-технічний відділ з питань щодо включення необхідних дій по управлінню ризиками в їх замовлення та пропонував пакети закупівель.

Координаторний відділ отримував запропоновані обсяги робіт і технічної специфікації від об'єкту «Укриття» та пропонував можливі розміри внесків України, які є можливість зробити для реалізації плану здійснення заходів. Координатор направляє обсяги робіт/технічні специфікації керівникові відділу проектів групи управління проектом для проведення оцінки ризиків. Після завершення оцінки ризиків та АНіПЗЗ координатор українських проектів повідомляв про необхідні дії щодо управління ризиками на об'єкті «Укриття» для включення їх в пропозиції по пакетах закупівель.

Висновки.

За результатами проведеного дослідження з'ясовано, що передумовою та результатом зниження ризиків є чітко визначені поняттєві засоби їх аналізу, за допомогою яких зменшується ймовірність ризиків у перебігу реалізації проекту.

Для того щоб знизити витрати від можливих прорахунків та уникнути провалу проекту в цілому, методологія управління проектом передбачило розробку нових поняттєвих засобів аналізу ризиків проекту, які є адекватними теоретичній та емпіричній ситуації у поняттєвому полі управління ризиками, та допомагають зважити, водночас, на особливості проекту, та з огляду на них, можливі фактори невизначеності щодо всіх фаз та етапів реалізації реального проекту.

Перспективи подальших досліджень.

Підготовка науково обґрунтованих рекомендацій управління ризиками конкретних проектів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дроб'язко А.А. Соціально-політичний ризик інвестицій в економіку України / А.А. Дроб'язко // Вечірній Київ. - 1996.
2. Бушуев С.Д., Турин З.А. Инвестиционные инструменты проектного менеджмента / С.Д. Бушуев, З.А. Турин // К.: УкрИНТЭИ, 1998.
3. Грабовий П.Г., Петрова С.М. и др. Риски в современном бизнесе / П.Г. Грабовий, С.М. Петрова // М: Алане, 1995.-С 95-200.
4. Грачев М.В. Анализ проектных рисков / М.В. Грачев // Учебное пособие - М., 1999.
5. Кобиляцький Л.С. Управління проектами. – Навч. пос. – К.: МАУП, 2002, - 200 с.
6. Машина Н.І. Економічний посібник та методи його вимірювання / Н.І Машина // Навчальний посібник. К.: ЦНЛ – 2003.
7. Ноздріна Л.В., Ящук В.І., Полотай О.І. Управління проектами: Підручник / За заг. ред. Л.В. Ноздріної. — К.: Центр учбової літератури, 2010. — 432 с.
8. Пересада А.А., Майорова Т.В., Ляхова О.О. Проектне фінансування: Підручник. — К.: КНЕУ, 2005. — 736 с.
9. Рядська В.В., Петраков Я.В. Аудит і оцінка ризиків. Навч. пос. - К.: Центр учбової літератури, 2008. - 416 с.
10. Тарасюк Г.М. Управління проектами: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид. — К.: Каравела, 2006. — 320 с
11. Шершньова З.Є., Оборська С.В. Стратегічне управління: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 1999. — 384 с.

УДК 614.8

Е.М. Гуліда, д.т.н., проф., А.А. Ренкас,
ЛДУ БЖД

МОДЕЛЮВАННЯ ПОЖЕЖІ В ПРИМІЩЕННЯХ ЖИТЛОВИХ ТА ГРОМАДСЬКИХ СПОРУД З УРАХУВАННЯМ ТЕПЛОМАСООБМІНУ З ОТОЧУЮЧИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Отримано аналітичний розв'язок диференціального рівняння матеріального балансу пожежі в приміщенні з урахуванням тепломасообміну з навколишнім середовищем через прямокутний отвір. Результати розрахунків порівняно з результатами експерименту. В подальшому даний метод може бути застосований при визначенні часу втрати несучої та теплоізоляційної здатності будівельних конструкцій в приміщенні при пожежі.

Ключові слова: пожежа, температурний режим, температура.

Постановка проблеми. Для вирішення теплотехнічної частини розрахунку вогнестійкості використовують стандартний температурний режим. При такому підході межа вогнестійкості може бути заниженою, що призводить до використання додаткового вогнезахисту і є неефективним з економічної точки зору, або завищеною, що призводить до передчасного руйнування конструкцій і завдає значних матеріальних збитків. Тому для прогнозування температурного режиму в приміщенні необхідно враховувати ряд факторів.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Для визначення температурного в різних країнах розроблено ряд рекомендацій. Зокрема, на території двадцяти восьми європейських держав діє EN 1991-1-2:2002 [1], в якому для визначення параметричного температурного впливу на конструкції вводяться коефіцієнти, які враховують пожежне навантаження та прорізи. У Російській федерації існує ГОСТ Р 12.3.047-98 [2], в додатку К якого є рекомендації щодо розрахунку температурного режиму в приміщенні, де також наведені різноманітні фактори, які впливають на динаміку зміни температури в приміщенні. Результати розрахунку методик [1], [2], співставлення їх з експериментальними даними, отриманими у Всеросійському науково-дослідному інституті пожежної охорони (ВНИИПО) [7], наведені на рис.1. В США вогнестійкість будівельних конструкцій визначають в залежності від пожежного навантаження, площі віконних прорізів, площі поверхонь, які сприймають тепло та інших факторів (наявність пожежної сигналізації, установок пожежогасіння, пожежних команд на території об'єкта). В Японії також враховують пожежне навантаження та тривалість пожежі, яка залежить від площі підлоги, площі прорізів та їх висоти, для визначення межі вогнестійкості [3].

Методи розрахунку тепломасообміну при пожежі в приміщенні та їх використання для визначення межі вогнестійкості наведені в роботі [4], автор якої пропонує вирішення задачі тепломасообміну з використанням диференціальних рівнянь польового методу моделювання пожежі, які мають дуже складний аналітичний розв'язок. Польова (диференціальна) трьохмірна математична модель пожежі реалізується за допомогою спеціалізованих програмних продуктів, які потребують великих фінансових можливостей дослідника, а також трудомісткості при освоєнні та налаштуванні програми для конкретної задачі. Даною проблемою займалися також автори робіт [5, 6], які за допомогою відомих математичних моделей пожежі та рівняння теплопровідності чисельно визначали температурний режим в приміщенні при пожежі та вогнестійкість будівельних конструкцій. Для спрощення реалізації такої задачі доцільно використовувати інтегральний метод моделювання пожежі з розв'язанням диференціальних рівнянь пожежі. Отримання аналітичного розв'язку диференціальних рівнянь пожежі дозволить

отримати необхідні заходи щодо забезпечення вогнестійкості несучих конструкцій при виникненні пожежі в приміщенні.

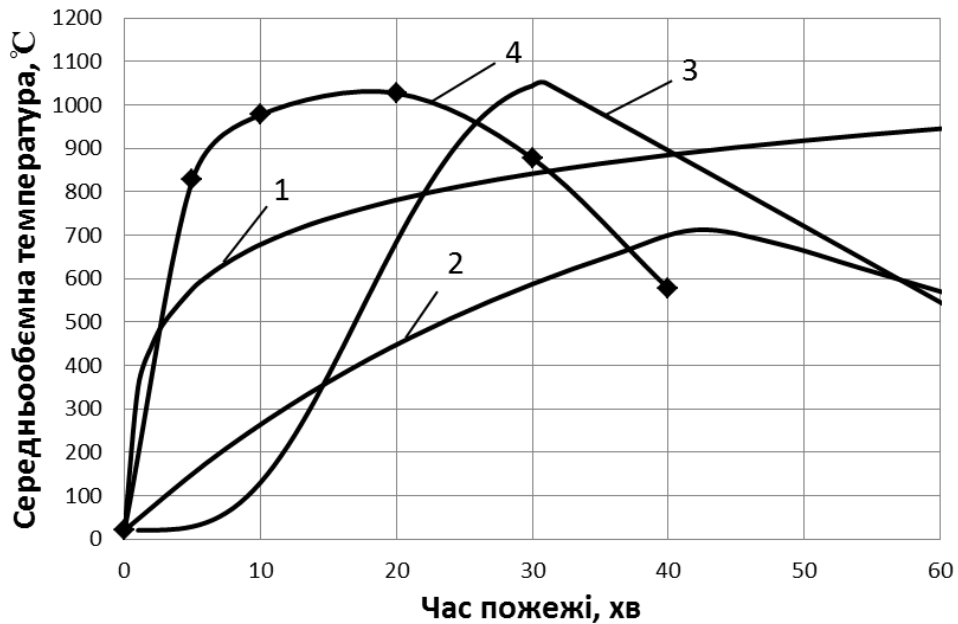


Рисунок 1 - Зміна температури в часі при пожежі в приміщенні, де:

- 1 – стандартна температурна крива;
- 2 – параметрична крива згідно [1];
- 3 – параметрична крива пожежі, розрахована згідно [2];
- 4 – дані експерименту [7].

Постановка задачі та її розв'язання. Метою роботи є визначення температури в приміщенні під час пожежі на основі аналітичного розв'язку системи рівнянь інтегральної математичної моделі пожежі.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.

До цього часу немає аналітичного розв'язку диференціального рівняння матеріального балансу та енергії пожежі для визначення температури в приміщенні з урахуванням двостороннього теплообміну з навколишнім середовищем.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Запишемо рівняння розвитку пожежі, а саме: рівняння стану середовища при пожежі в приміщенні [7]

$$T_c = \frac{P_c}{\rho_c R}, \quad (1)$$

де T_c - середньооб'ємна температура, К; p_c – середнє значення тиску в об'ємі приміщення, Н/м²; ρ_c – середньооб'ємна густина газового середовища, кг/м³; $R=8314$ – газова стала.
рівняння матеріального балансу [7]

$$\frac{d}{d\tau}(\rho_c V) = G_g + \psi - G_2, \quad (2)$$

де V – вільний об'єм приміщення, м^3 ; τ – час, с; ψ – швидкість вигорання (швидкість газифікації) горючого матеріалу в розглянутий момент часу, кг/с ; G_g – витрати повітря, яке подається з навколишнього середовища в приміщення в розглянутий момент часу процесу розвитку пожежі, кг/с ; G_z – витрати газів, які покидають приміщення через пройоми в розглянутий момент часу, кг/с .

Рівняння енергії пожежі [7]

$$\frac{d}{d\tau} \left(\frac{p_c V}{k-1} \right) = \psi \eta Q_n^p + c_{pв} T_0 G_g + I_{II} \psi - m c_{pc} T_c G_z - Q_{oz}, \quad (3)$$

де k – показник адіабати, відношення теплоємності при сталому тиску до теплоємності при сталому об'ємі; Q_n^p – нижча теплота згорання, Дж/кг ; $c_{pв}$ – теплоємність повітря, що надходить в приміщення, $\text{Дж/кг}\cdot\text{К}$; T_0 – температура навколишнього середовища, К ; I_{II} – ентальпія газифікованої горючої речовини; m – коефіцієнт, який враховує різницю ентальпії газів які покидають приміщення, і середньооб'ємної ентальпії; c_{pc} – середня теплоємність газів, $\text{Дж/кг}\cdot\text{К}$; Q_{oz} – потік тепла в розглянутий момент часу, Вт .

Початкові умови: при $\tau=0$, $\rho_c=\rho_0$, $T_c=T_0$, $p_c=p_0$.

Частина теплового потоку, яка переходить у стінку, стелю, підлогу

$$Q_{oz} = \varphi Q_{II} = \varphi \eta \psi Q_{\min}, \quad (4)$$

де Q_{oz} – сумарний тепловий потік, який переходить у стіни, стелю, підлогу, Вт ; φ – коефіцієнт теплопоглинання [8]; Q_{II} – швидкість тепловиділення в полум'яній зоні осередку пожежі, Вт ; Q_{\min} – нижча теплота згорання, Дж/кг .

Витрати повітря, які подаються з навколишнього середовища в приміщення в розглянутий момент часу процесу розвитку пожежі [8]

$$G_g = \frac{2}{3} b \sqrt{(2g\rho_0(p_0 - p_c))(y_* - y_n)^{\frac{1}{2}}}. \quad (5)$$

Витрати газів, які покидають приміщення через пройоми в розглянутий момент часу [8]

$$G_z = \frac{2}{3} b \sqrt{(2g\rho_c(p_0 - p_c))(y_e - y_*)^{\frac{3}{2}}}, \quad (6)$$

де b – ширина вікна, м ; y_n – відстань від підлоги до нижнього краю вікна, м ; y_e – відстань від підлоги до верхнього краю вікна, м ; y_* – відстань від підлоги до позначки в приміщенні, на якій тиск дорівнює зовнішньому (атмосферному) тиску [8]

$$y_* = h - \frac{p_c - p_0}{g(\rho_0 - \rho_c)}, \quad (7)$$

де p_0 – атмосферний тиск, Н/м^2 ; ρ_0 – густина газового середовища ззовні, кг/м^3 , h – середина висоти приміщення, м .

Для отримання розв'язку припустимо, що приміщення, в якому виникла пожежа, не є абсолютно герметичним і середній тиск p_c всередині його на розвинутій стадії пожежі

залишається практично сталим і дорівнює тиску зовнішнього повітря. Тому з достатньою точністю можна прийняти

$$\frac{d\rho_c}{d\tau} \approx 0; \quad \rho_c T_c = \rho_0 T_0. \quad (8)$$

Тоді рівняння енергії пожежі запишеться

$$c_{p0} T_0 G_6 - c_p T_c G_2 + \psi Q_{\min} \eta - \varphi \psi Q_{\min} \eta = 0. \quad (9)$$

Провівши заміну $D = \frac{Q_{\min} \cdot \eta \cdot (1 - \varphi)}{c_p \cdot T_0}$, $A = b \cdot (y_* - y_n)^{\frac{1}{2}}$, $B = b \cdot (y_6 - y_*)^{\frac{3}{2}}$ запишемо

співвідношення витрат газу, що покидають приміщення, до витрат повітря, яке поступає в приміщення

$$\frac{G_6}{G_2} = \frac{A}{B} \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}}, \quad (10)$$

звідки

$$G_2 = \frac{B}{A} \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_0}} \cdot G_6. \quad (11)$$

Підставивши G_2 в залежності (2) та (9) систему рівнянь розвинутої стадії пожежі з урахуванням припущення, що ізобарна теплоємність c_p буде дорівнювати ізобарній теплоємності c_{p0} перед початком пожежі ($c_p = c_{p0} = \text{const}$), відділивши змінні, можна представити у вигляді

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V d\rho_c}{d\tau} = \left(\frac{D \cdot A}{B \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}} - A} - \frac{D \cdot B \cdot \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_0}}}{B \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}} - A} + 1 \right) \cdot \psi; \\ G_6 \cdot \left(\frac{B}{A} \cdot \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}} - 1 \right) = \psi D; \\ \rho_c T_c = \rho_0 T_0. \end{array} \right. \quad (12)$$

Початкові умови

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_c(\tau = 0) = \rho_0; \\ p_c(\tau = 0) = p_0; \\ T_c(\tau = 0) = T_0. \end{array} \right.$$

Після інтегрування та підстановки замість ψ добутку $\psi_n \cdot S_{II}$, тобто добутку питомої швидкості вигорання ψ_n ($\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) на площу пожежі S_{II} (м^2), отримуємо

$$\frac{2\rho_0VA}{\psi_{num}S_{II}DB} \left[\sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}} - \frac{DB^2 - A^2 + DA^2}{ABD} \cdot \left(\frac{1}{2} \ln \left[\left(\sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}} + \frac{A-DA}{2BD} \right)^2 - \frac{(A-AD)^2 + 4B^2D}{4B^2D^2} \right] - \left(\frac{A-DA}{2BD} + \frac{AB}{DB^2 + A^2 - DA^2} \right) \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \frac{BD}{\sqrt{(A-DA)^2 + 4B^2D^2}} \cdot \ln \left[\frac{\sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}} + \frac{A-DA}{2BD} - \frac{\sqrt{(A-DA)^2 + 4B^2D^2}}{BD}}{\sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}} + \frac{A-DA}{2BD} + \frac{\sqrt{(A-DA)^2 + 4B^2D^2}}{BD}} \right] \right) \right] = \quad (13)$$

$$= \tau + \frac{2\rho_0VA}{\psi_{num}S_{II}DB} \left[1 - \frac{DB^2 - A^2 + DA^2}{ABD} \cdot \left(\frac{1}{2} \ln \left[\left(1 + \frac{A-DA}{2BD} \right)^2 - \frac{(A-AD)^2 + 4B^2D}{4B^2D^2} \right] - \left(\frac{A-DA}{2BD} + \frac{AB}{DB^2 + A^2 - DA^2} \right) \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \frac{BD}{\sqrt{(A-DA)^2 + 4B^2D^2}} \cdot \ln \left[\frac{1 + \frac{A-DA}{2BD} - \frac{\sqrt{(A-DA)^2 + 4B^2D^2}}{BD}}{1 + \frac{A-DA}{2BD} + \frac{\sqrt{(A-DA)^2 + 4B^2D^2}}{BD}} \right] \right) \right];$$

$$T_c = \frac{\rho_0 T_0}{\rho_c}, \quad (14)$$

де

$$\eta = \frac{X_{O_2a} \cdot G_g}{L_{O_2} \cdot \psi}; \quad (15)$$

де $X_{O_2}=0,23$ – концентрація кисню в повітрі, що надходить з оточуючого середовища; L_{O_2} – витрати кисню на горіння матеріалу, кг/кг [8].

Для спрощення розрахунків за допомогою залежності (12) припустимо, що ρ_0 буде змінюватись в межах від 0,5 до 1,2 кг/м³. Тоді

$$\rho_c = \frac{0,0842 \cdot \frac{Q_{min} \cdot \eta \cdot (1-\varphi)}{c_p \cdot T_0} \cdot \left[(y_* - y_n)^{\frac{1}{2}} - 0,794 \cdot (y_* - y_n)^{\frac{3}{2}} \right] + 0,106 \cdot (y_* - y_n)^{\frac{3}{2}} - 0,0842 (y_* - y_n)^{\frac{1}{2}}}{1,26 \cdot (y_* - y_n)^{\frac{3}{2}} - (y_* - y_n)^{\frac{1}{2}}} \cdot \frac{\psi}{V} \tau + \rho_0; \quad (16)$$

$$T_c = \frac{\rho_0 T_0}{\rho_c}. \quad (17)$$

Для визначення максимальної температури в приміщенні скористаємося емпіричною залежністю [2]

$$T_{max} = 940 \cdot e^{4,7 \cdot 10^{-3} (q-30)}, \quad (18)$$

де q - пожежне навантаження в приміщенні, кг/м².

Для порівняння результатів розрахунку температури T_c за залежностями (16), (17) були виконані експериментальні дослідження температури при пожежі в закритому приміщенні. Дослідження виконувались в приміщенні науково-дослідної лабораторії Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. В приміщенні було розміщено 28 термопар на різних висотах. Схема розміщення термопар і розміри

приміщення зображені на рис. 2. Джерело пожежі знаходилось в правому крайньому куті приміщення, в центрі якого розміщена термопара №1. Проріз знаходився в лівому верхньому куті приміщення розміром 1000 × 1000 мм. Експериментальні дослідження проводилось з використанням повно факторного експерименту з урахуванням пожежного навантаження, температури на відстані R_i від осередку пожежі площі пожежі, температури по висоті приміщення Z_i та часу пожежі. Приміщення, в якому виконувались дослідження, було підготовлено згідно рекомендацій ВНИИПО [7]. Термопари марки ТХА під'єднувались до чотирьох восьмиканалних регулятор-вимірювачів температур РТ-0102, які реєстрували значення температур на комп'ютері з інтервалом одна хвилина. На підставі цих досліджень отримана залежність [10]

$$T_i = T_{o.n.} \cdot \frac{C_T \cdot G^{0,75} \cdot \tau_{в.г.}^{0,18} \cdot Z^{1,5} \cdot S_n^{0,13}}{R^{0,71}} \quad (19)$$

де $T_{o.n.}$ – температура осередку пожежі, $^{\circ}\text{C}$; G – пожежне навантаження в приміщенні, $\text{кг}/\text{м}^2$; $\tau_{в.г.}$ – час вільного горіння, хв; Z – висота, на якій визначається температура, м; S_n – площа пожежі, м^2 ; R – відстань, на якій визначається температура, м; C_T – коефіцієнт пропорційності та обезрозмірювання складових елементів дробу;

$$C_T = 0,014 \frac{M^{0,45}}{xv^{0,18} \cdot \kappa z^{0,75}}$$

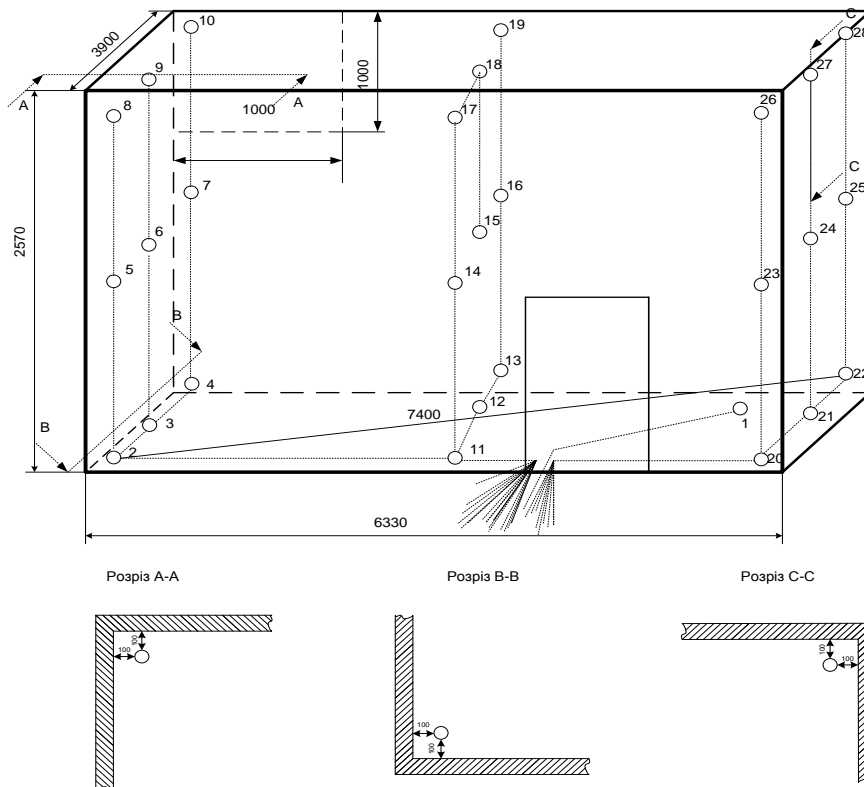


Рисунок 2 - Схема розміщення термопар і розміри приміщення, в якому досліджувалася температура в процесі пожежі.

На підставі залежності (19) та залежностей (16) та (17) були визначені температури в точках 12 (на висоті 0,1 м), 15 (на висоті 1,25 м) та 18 (на висоті 2,4 м). Порівняння проводилось при таких значеннях факторів: пожежному навантаженні $50 \text{ кг}/\text{м}^2$ (для

приміщення житлової споруди [9]), площа пожежі 1 м², час – до 5 хв. Результати експериментальних досліджень наведені на рис. 3 (для точки 12 – рис. 3а, для точки 15 – рис. 3б, для точки 18 – рис. 3в), а результати розрахунків для цих же точок за залежностями (16) і (17) наведені на рис. 4. Результати цих даних наведені в таблиці 1 з визначенням відносної похибки.

Таблиця 1 - Зміна температури під час пожежі в приміщенні з часом

Час, хв	Температура при $h_{роб}=2,4$ м, °С			Температура при $h_{роб}=1,25$ м, °С			Температура при $h_{роб}=0,1$ м, °С		
	Розрахована за залежностями (16), (17) та (19)	Експериментальне значення термопарі № 18	$\delta, \%$	Розрахована за залежностями (16) та (17)	Експериментальне значення термопарі № 15	$\delta, \%$	Розрахована за залежностями (16), (17) та (19)	Експериментальне значення термопарі № 12	$\delta, \%$
0	15	16	-	16	15	-	14	14	-
1	166	178	6,7	24	21	14,2	14	14	0
2	188	218	13,7	34	29	17,2	14	14	0
3	203	234	12,8	46	48	4,1	14	16	12,5
4	213	228	6,5	58	55	5,4	14	16	12,5
5	222	232	4,3	72	76	5,2	14	17	17,6



Рисунок 3 - Значення показів термопарі при пожежі в досліджуваному приміщенні:

- а - №12;
- б - №15;
- в – №18.

На підставі аналізу результатів досліджень можна зробити висновок, що отримана теоретична модель для визначення температури при пожежі в закритому приміщенні є адекватною результатам експерименту (максимальна похибка складає 17,6%) і може бути застосована для вирішення задач пожежної безпеки, а саме розрахунку межі вогнестійкості будівельних конструкцій.

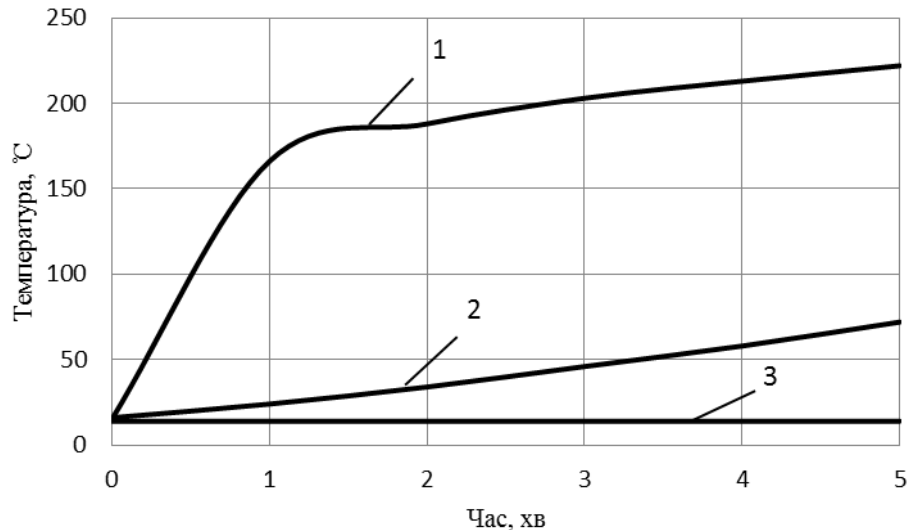


Рисунок 4 - Зміна температури в приміщенні при пожежі, яка розрахована за залежностями (16), (17) та (18) при $R=3,7$ м:

- 1 – на висоті 2,4 м;
- 2 - на висоті 1,25 м;
- 3 - на висоті 0,1 м.

Висновки.

1. Аналіз сучасних методик для визначення температурного впливу на конструкції при пожежі показав, що вони не відповідають реальній зміні температури з часом, що призводить до завищення межі вогнестійкості несучих конструкцій.

2. Отримано аналітичний розв'язок для визначення температури в приміщенні на стадії розвинутої пожежі при двосторонньому тепломасообміну з навколишнім середовищем. При цьому максимальна похибка в порівнянні з експериментальними даними склала 17,6 %, що дозволяє рекомендувати залежності (16) і (17) для використання в практичній діяльності.

Перспективи подальших досліджень.

Отримані результати можна використати при розробці уточненого методу для визначення межі вогнестійкості конструкцій з урахуванням реального температурного режиму пожежі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. EN 1991-1-2:2002 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire. Brussels: European committee for standardization, 2002. - P. 59.
2. ГОСТ Р 12.3.047-98 Система стандартів безпеки труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. - М.: ВНИИПО, 1998. – 94 с.
3. Измаилов А.Х.С. Зарубежный опыт нормирования требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций с учетом пожарной нагрузки / Измаилов А.Х.С., Кривошеев И.Н. // Проблемы обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений [материалы семинара]. – Москва: Общество «Знание» РСФСР, 1989. – с. 4-8.
4. Пузач С.В. Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 336 с.

5. Копиленко М.Э. Моделирование огнестойкости элементов строительных конструкций в условиях реального пожара / Копиленко М.Э., Круковский П.Г., Картавова Е.С. // Промышленная теплотехника: [международный научно-прикладной журнал]. – Том 21, № 4-5 – К.: 1999. – С. 16-21.

6. Круковский П.Г. Современное состояние проблемы моделирования пожаров в помещениях. [Электронный ресурс]/ Круковский П.Г., Полубинский А.С., Копиленко М.Э., Новак С.В. // Инженерно-физический журнал. – Минск: 2001. – С. 61-70. – Режим доступа до журналу:
<http://www.itmo.by/jepeter/MIF4/volume3/61.PDF>

7. Термогазодинамика пожаров в помещениях / В. М. Астапенко, Ю. А. Кошмаров, И. С. Молчадский, А. Н. Шевляков; Под ред. Ю.А. Кошмарова. – М.: Стройиздат, 1988. – 448 с.

8. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.

9. Ми Зуи Тхань. Горючая загрузка в современных жилых помещениях // Пожаровзрывобезопасность. 2005. – Т. 14, №4. – С. 30-37.

10. Гуліда Е.М. Моделювання пожежі в закритому приміщенні / Гуліда Е.М., Меньшикова О.В., Ренкас А.А. // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: збірник науково-технічних праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип.22.6. – С. 307-317.

УДК 624. 01.001:624.15: 622.693.26

М.С. Иванова, к.т.н., доц., А.П. Иванов, к.т.н., доц.,
Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Украина
В.А. Лоза, “ООО Алчевскстройземпроект”, Украина
В.А. Услистая, “ООО Алчевскстройземпроект”, Украина

О ПРАКТИЧЕСКОМ ОПЫТЕ УСТРАНЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ В ПЕРИОД ЗАСТРОЙКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЯ

Работа посвящена исследованию грунтов в сложных инженерно-геологических условиях, а также путям повышения устойчивости оснований сложенных из просадочных грунтов. Авторами в статье уделяется большое внимание практике строительства в местных регионах, где существенное влияние идет на надежность принимаемых технических решений при проектировании и производстве работ нулевого цикла зданий и сооружений. В статье даются важные практические рекомендации, которые позволят применить их при различных застройках с подобными грунтовыми условиями и не позволят нести дальнейшие затраты эксплуатируемых сооружений, что поможет уменьшить проблемы возникающие при проектировании и возведении фундаментов в районах с проявлениями просадочных свойств грунтов.

Ключевые слова: грунты, просадочность, подработка, исследования, методы испытания, стесненные условия.

Постановка проблемы. Использование земель под застройку сооружений на не пригодных подработанных территориях, из-за дефицита свободных площадей является проблемным для Донбасского региона. При повышении плотности застроенных территорий, реконструкции и создании современных инфраструктур в стесненных условиях, возникают сложности связанные с тем, что многие работы производятся еще и на просадочных грунтах, распространенных на значительной части территории Донбасского региона.

Решить эти проблемы можно лишь при использовании таких методов, как искусственным улучшением грунтов оснований, так и применением химического инъецирования, что позволяет решить имеющиеся проблемы.

Одним из таких способов, сочетающим в себе элементы физико-химического и конструктивного улучшения строительных свойств просадочных пород, является их армирование вертикальными цементногрунтовыми элементами, изготовленными современными способами, включая: бурсмесительный, струйный, термический, комбинированный. Среди отмеченных наиболее приемлемым в стесненных условиях является бурсмесительный, основанный на смешении переведенного в текучее состояние просадочного грунта с водоцементным раствором непосредственно в массиве грунта. Однако, относительно высокая стоимость и дефицитность химических реагентов, зависимость инъекционных способов от коэффициента фильтрации, степени водонасыщенности, а также от минералогического состава закрепляемого грунта, не позволяет применять их как основные строительные мероприятия в широком масштабе.

Поэтому, поиск новых методов и способов, удовлетворяющих всем условиям строительства зданий на просадочных породах вблизи от существующих сооружений, в том числе при реконструкции, является **актуальным**.

Анализ последних достижений и публикаций. По анализу устойчивости оснований сложенных просадочными грунтами имеется большое количество публикаций, в которых приведены их классификации, методы оценки и конструктивные решения, которые зависели от конкретных грунтовых условий.

Изучение просадочных свойств грунтов связано не только с их наличием в некоторых регионах Украины, в частности в АР Крым и в г. Киеве, но и на значительной части, территории Российской Федерации и других стран СНГ.

В изученной информации четко идет призыв ученых на совершенствование методов проектирования грунтов сложенных просадочными свойствами, описанные авторами в работах Ниязова Р.А., Гинзбурга Л.К., Швеца В.Б., Кушнера С.Г. и др.[1, 2, 3], где описывается снижение деформативных и прочностных свойств просадочных грунтов за счет замачивания, увеличения фильтрационного давления в направлении понижения рельефа, суффозий и гидродинамического выпора, образующегося вокруг инженерных коммуникаций, при неупорядоченном стоке и сбросе воды.

Так, например, в реальных условиях техногенное замачивание грунтов оснований происходит во многих случаях за счет аварийных утечек из инженерных коммуникаций с повышенной температурой воды или технологических жидкостей. Такое обстоятельство приводит в основном к негативным последствиям, что указывает на необходимость повышения требований существующих норм проектирования.

Постановка задачи и ее решения. Цель всей работы состоит в ограничении перемещений оснований и фундаментов, а также не допущения разрушения конструкций в период застройки и при дальнейшей эксплуатации здания, которые могут возникнуть вследствие появления деформаций от просадки, соответственно кренов и, как следствие, расстройств соединений.

Решение поставленной задачи достигалось опытным путем и в лабораторных условиях.

Объект исследования - грунтовая толща под зданием «Торгового назначения и диспетчерской», расположенного в г. Стаханове Донбасского региона, находящегося в опасном состоянии, главным фактором которого является не устраненная просадочность второго типа и подработанная территория.

Цель исследования - проверка соответствия проведенного ранее расчета заказчиком на прочностные и деформационные свойства грунтового массива, проблема которого состояла в подтверждении не допущения разрушения конструкций в период застройки и при дальнейшей эксплуатации здания, которые могут возникнуть вследствие появления деформаций от просадки, соответственно кренов и, как следствие, расстройств соединений.

Предмет исследований – причины изменения свойств строительного участка грунтовой толщи, которая находится в аварийно опасном состоянии и под воздействием дополнительной нагрузки, передаваемой от здания.

Задачей выполнения расчета является подтверждение достоверности результатов, примененных при определении достаточности несущей способности подстилающего слоя под подошвой фундамента.

Базовый вариант предусматривал проведение непрерывных испытаний, поддержание действующей нагрузки при исследовании в лабораторных условиях на установке для определения деформационных свойств грунтов, приближенной к натурным условиям.

Новый вариант предусматривает моделирование нагрузки, передаваемой от сооружений, расположенных в стесненных условиях на подработанных территориях сложенных просадочными грунтами в режиме реального времени с помощью ЭВМ.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается статья. Для выяснения необходимо проведение соответствующих расчетов, которые позволят сравнить традиционные методы оценки расчета с предложенными.

Задача исследований осложняется в части установления прочностных и деформационных свойств грунтового массива, сложенного не только просадочными, но и подрабатываемыми грунтами, которые находятся под действием нагрузки.

В части создания рекомендаций, позволяющих учитывать факторы, влияющие на параметры, при расчете несущей способности основания сложенного просадочными и подработанными грунтами для сооружения, расположенного в стесненных условиях.

Отличие ранее известных методов от существующих состоит:

- в оценке расчета по устойчивости подработанного массива, сложенного просадочными грунтами при действии на него нагрузки передаваемой от сооружения, расположенного в стесненных условиях;
- в моделировании реального основания по заданным параметрам с помощью ЭВМ;
- в усовершенствовании рекомендаций, повышающих достоверность параметров, влияющих на несущую способность основания в, частности, рекомендовать наиболее практичные мероприятия, не допускающие разрушения конструкций в период застройки и при дальнейшей эксплуатации здания.

Основное отличительное свойство подработанного участка сложенного просадочными грунтами состоит в том, что при обводнении снижаются его прочностные и деформационные характеристики. Так, как на их устойчивость существенно влияют параметры f и C , а также плотность грунта, дополнительный пригруз в виде здания, который способствует разрушению грунтового массива.

Одним из эффективных известных способов улучшения строительных свойств подработанного участка сложенного просадочными грунтами является способ силикатизации, разработанный еще в 30 - 40-е годы советскими учеными Б.А.Ржаницыным, В.В.Аскалоновым и др. и широко применяемый в настоящее время [3]. При этом методе, в закрепляемые грунты под давлением нагнетается раствор силиката натрия с добавлением в него химических компонентов, играющих роль отвердителей.

Существующая технология силикатизирования просадочных грунтов позволяет закрепленному массиву придавать различные конфигурации и размеры в плане и по глубине, что достигается изменением расположения, числа и глубины инъекционных скважин. Важным преимуществом этого способа является высокая прочность создаваемого массива грунта, а также возможность применения его при устранении аварийных ситуаций и в ходе реконструкции сооружений без прекращения их эксплуатации.

Существенным недостатком силикатизации и других способов химического закрепления грунтов является их высокая стоимость. В практике строительства обычно используют частичное или сплошное равномерное закрепление оснований под строящимися или существующими объектами до отметки УПВ (уровня подземных вод). Часто это приводит к излишнему расходу дорогостоящего и экологически небезопасного силиката натрия.

Одним из известных способов предотвращения недопустимых осадков сооружений, а также сохранения природного состояния оснований, является локализация механического воздействия зданий и сооружений в верхнем слое грунтового основания путем использования плиты, которая воспринимает внешние нагрузки, передаваемые фундаментами обеспечивая прочностные и деформационные качества грунтов, требуемые для восприятия внешних нагрузок.

Общий недостаток известных способов предотвращения недопустимых осадков сооружений при их применении заключен в высокой стоимости.

Известны вариационные методы расчета, предложенные А.Д. Гиргидовым, М.Н. Гольдштейном, А.Г. Дорфманом, У.Х. Магдеевым и др. [4]. Сложность известных методов заключена в большом объеме вычислений, возможности внесения ошибок человеческим фактором, а усложнение расчетов в таких методах не оправдывается каким-либо уточнением результатов.

Основными недостатками существующих в настоящее время расчетных методов, является: отсутствие строгого анализа НДС грунтового массива.

Известны методы теории оптимального проектирования, которые позволяют осуществить выбор наилучшего варианта без непосредственной проверки всех возможных вариантов. Эта задача решена А.Г. Дорфман, А.Л.Колесниченко [2,3], в частности, по оценке влияния различных факторов на оптимальные параметры конструкции из упрочненного грунта и экономичность того или иного варианта улучшения основания.

Однако, они требуют дальнейшего усовершенствования с целью поиска снижения по стоимости, трудозатратам, времени строительства или деформационно-прочностным показателям варианта конструкции основания.

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.

С нашей точки зрения исследуемый объект есть предметом для сегодняшнего обсуждения и примером для поиска наиболее практичных мероприятий, не допускающих разрушения конструкций в период застройки и при дальнейшей эксплуатации здания. Как сообщалось выше исследования были направлены на поиск закономерности изменения свойств строительного участка грунтовой толщи, которая находится в аварийно опасном состоянии, а также необходимости в подтверждении не допущения появления деформаций от просадки, соответственно кренов и, как следствие, расстройств соединений, с последующим подтверждением достоверности результатов, примененных при определении достаточности несущей способности подстилающего слоя под подошвой фундамента.

Решение поставленной задачи достигалось проведением контрольного обследования грунтовых условий под зданием «Торгового назначения и диспетчерской».

На участке под строительство здания «Торгового назначения и диспетчерской»

(01.06.2011) был вскрыт шурф Ш-1, в осях 1-2, на глубину 3.0-3.3 метра и отобраны монолиты, рис 1, 2. Цель задачи состояла в уточнении грунтовых условий под зданием на предмет контрольного изучения о возможном наличии просадочных грунтов второго типа или просадки, с дельнейшей возможностью их устранения. Лабораторные исследования проводились в соответствии с требованиями ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95).

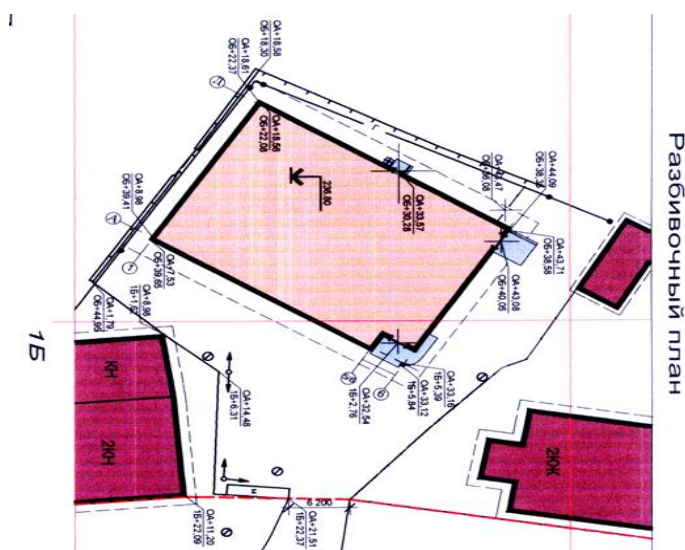


Рисунок - 1 Общий вид участка в плане в осях 1-2



Рисунок 2 - Общий вид участка и отбор монолитов под фундаментом из шурфа (Ш-1).

Следовательно, за период 2009-2011 гг. просадочные свойства грунта не устранены. Дополнительными исследованиями установлен еще один неблагоприятный фактор, это обнаружены в монолитах угольные прослои. Дальнейшее вскрытие шурфа под фундаментом подтвердило наличие осадочных воронок разного диаметра и глубины, что свидетельствует о наличии подработок. Под фундаментом, выполненным в виде плиты, и с отступлением от проектных требований, обнаружен мощный конденсат влаги, предположительно от скопления дождевых вод или из-за утечки воды из трубопроводов соседней территории.

В связи этим был обновлен расчет на наличие просадочных свойств грунтового основания в соответствии с п.4.3 ДБН В.1.1.-5-2000 ч.П. и подобраны необходимые рекомендации, способствующие усилению основания под зданием «Торгового назначения и диспетчерской». Уточнено расчетное сопротивление грунтового основания по принятым результатам значений, выданных ООО ПКФ «Геолсервис» 2009 г. и сопоставлены с результатами, полученными из шурфа-1 вскрытого в июле 2011г., обработка которых выполнена стандартными методами в соответствии требованиями СНиП и ГОСТ [4,7] и не традиционным разработанным методом [9]. По результатам исследований получено подтверждение, что грунт глинистый, твердый, просадочный, тип II, с просадкой более 12 см.

На графиках зависимости относительного сжатия грунта от давления (рис. 3 а, б) определена величина достоверности результатов, подтверждающих просадочность путем аппроксимации, в зависимости «коэффициента пористости от давления» при естественной влажности грунта и при полном его водонасыщении, аналитическим и графическим путем с помощью ЭВМ.

Доверительная величина достоверности полученных результатов составила 0,966 - 0,991, что дает возможность не сомневаться в полученных сведениях.

Дальнейшее исследование на подтверждение деформационных свойств грунтового массива состояло в проверке результатов экспериментальным путем. По предложенному методу были проведены испытания в лабораторных условиях на крупномасштабной установке. В основу моделирования положены реальные грунтовые условия.

Задача опытов заключалась в применении метода в натуральных условиях с корректировкой заданных параметров условий с помощью ЭВМ (материал освещен в работе [9]). Полученные результаты обрабатывались ЭВМ в реальном режиме управления процессом испытания.

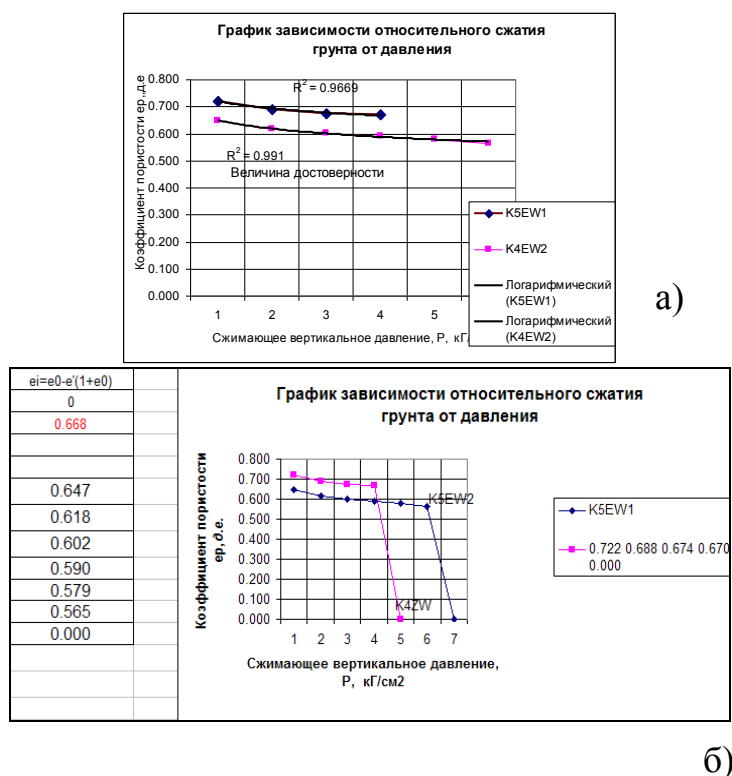


Рисунок 3 – Графики зависимости относительного сжатия грунта от давления: *а* - при естественной влажности грунта; *б* - при полном водонасыщении.

На базе полученных параметров характеристик о просадочных свойствах и неоднородности грунтового массива, проведен расчет с помощью программы ЛИРА, что позволило более достоверно подобрать необходимые рекомендации по размерам плитного фундамента при взаимодействии «основание - плитный фундамент-сооружение», а также выполнить требования о достаточности несущей способности подстилающего слоя под подошвой фундамента.

Установлено, что при увеличении влажности грунтового основания расчетное сопротивление значительно снижается от $R_p = 472.968$ и до $R_p = 440.688$ кПа и менее. В этом случае можно предусмотреть увеличение жесткости конструкции здания применением железобетонных поясов.

В случае продолжающихся (предполагаемых по расчету) деформаций основанием, взаимодействующим со зданием и продолжающимися прогрессирующими просадками грунтового массива, рекомендуется под плитным фундаментом применить грунтовую подушку (см. рис 4).

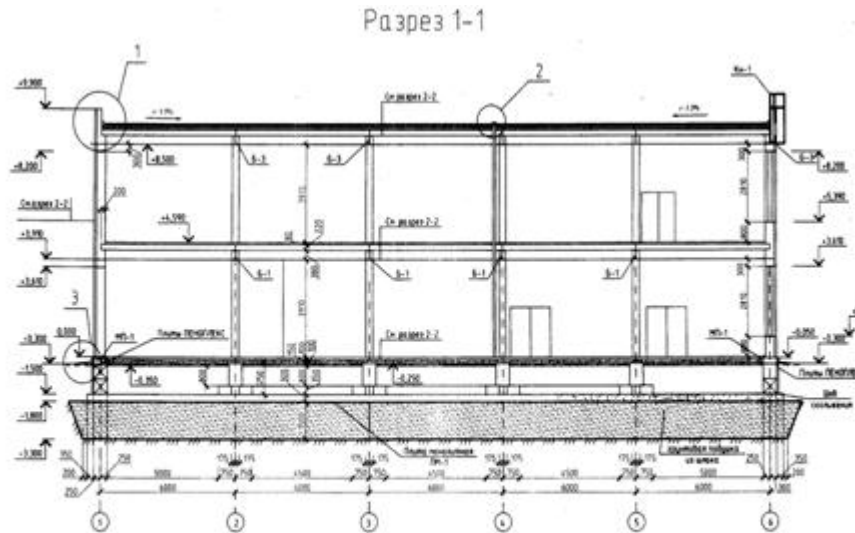


Рисунок - 4 Фрагмент плитного фундамента и
грунтовой подушки.

В заключение, можно сказать, что на базе полученных уточненных результатов было рекомендовано по периметру здания выполнить отмостку, шириной не менее 1,5-2 м, в связи с наличием просадочных грунтов под основанием фундамента, (ДБН В.1.1.-5-2000 ч.ІІ). Исходя из степени влажности, можно сказать, что грунт переувлажнен, причиной которого может служить скопления влаги от атмосферных осадков, возможных водных утечек, сдерживаемых глинистым грунтом, расположенным под подошвой фундамента. Неоднородность грунта по простиранию и глубине вызывает неравномерные осадки, в результате чего происходят перемещения более плотных частиц грунта, содержащего карбонатные включения, способные размокать от влаги. Соответственно, будет происходить крен сооружения, который с течением времени будет увеличиваться и способствовать разрушению конструкций.

В связи с этим, грунтовую подушку необходимо устроить на однородных грунтах при минимальной влажности $W=0,221$ и при минимальной степени влажности $S_r=0,7$, начальной плотностью $\rho_d=1,6 \text{ т/м}^3$ доведенной до $\rho=1,70 \text{ т/м}^3$, с достижением расчетного сопротивления до $R=494,3295 \text{ кПа}$.

Анализируя полученные прочностные характеристики, можно сделать следующие предупреждения: зная, что прочностные характеристики взаимосвязаны между собой плотностью, влажностью и входят в состав расчетных формул при проектировании фундаментов, необходимо учитывать, что любой из этих факторов, случайный или природного возникновения, может привести к аварийной ситуации эксплуатируемого сооружения за счет деформирования основания при попадании в него источника замачивания.

Для исключения разрушения конструкций вследствие появления деформаций от просадки, соответственно кренов и, как следствие, расстройств соединений, в период застройки и при дальнейшей эксплуатации здания, к одному из видов рекомендаций можно отнести метод инъектирования, осуществляемый через вскрытые скважины под подошву, что усилит грунтовый массив.

Выводы.

1. По результатам контрольных исследований установлено, что грунт глинистый, твердый, просадочный, тип II, с просадкой более 12,0 см за период 2009-2011гг. и просадочные свойства грунта не устранены.

2. Просадка основания под фундаментами не равномерная, так как участок сложен неоднородными просадочными грунтами по глубине и в плане. Величина просадки колеблется от 12,0 см и до 26,6 см, что не допустимо.

3. Неоднородность грунта по простиранию и глубине вызывает неравномерные осадки, в результате чего происходят перемещения более плотных частиц грунта, содержащего карбонатные включения, способные размокать от влаги, соответственно, будет происходить крен сооружения, что подтверждено параметром крена фундамента, величина которого $i=0,005$, что тоже не допустимо.

4. В связи с высокой степенью влажности грунтового массива, рекомендуем предусмотреть дренаж по периметру здания с целью отвода скопившейся влаги от атмосферных осадков, возможных водных утечек.

5. Установить зумпферы вокруг здания с уклоном $i=4$ промилле.

6. Преимущество решаемой нами проблемы заключено в использовании вычислительной техники, позволяющей обеспечить массивную обработку, с вероятностью возможного исключения внесения погрешности от влияния человеческого фактора при снятии информации и дальнейшей обработке расчетных показателей, входящих в состав расчетных формул.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ниязов Р.А. Оползни в лессовых породах юго-восточной части Средней Азии. - Ташкент: Фан, 1974. - 148 с.

2. Гинзбург Л.К., Швец В.Б. Обрушение склона в жилом микрорайоне // Основания, фундаменты и механика грунтов. - 1999. - № 3. - С. 28 - 30.

3. Кушнер С.Г. Влияние техногенных факторов на оползнеобразование в лессовых грунтах // Основания, фундаменты и механика грунтов. - 2001. - № 2. - С. 2- 5.

4. Ишихара Кенджи. Оползень просадочных лессовых отложений в республике Таджикистан, вызванный разжижением // Світ геотехніки. - 2006. - №2. - С. 14-21.

5. ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95). Грунты. Классификация. Взамен ГОСТ 25100-82. Дата введения. 01.07.96.-К.: Укрархінформ, 1997, 43 с.

6. ДБН В.1.1.-5-2000 ч.П.

7. СНиП 2.02.01-83*. (СНиП 2.02.01-83) Основания зданий и сооружений / Стройизыскания Госстрой РСФСР. - М.: 1985.-68 с.

8. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений / к СНиП 2.02.01-83 // НИИОСП им. Герсевича. - М.: Стройиздат, 1986.- 415 с.

9. Иванова М.С., Левченко А.А. Программное обеспечение по обработке опытных данных, получаемых методом экспресс-анализа при определении физико-механических характеристик грунтов // Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип.60-К.: НДІБК, 2004.-С. 427-428.

УДК 662.613.12:669.046.44(024.2)

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

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БАЗИ ДАНИХ ПО ТЕМПЕРАТУРІ СПАЛАХУВАННЯ ЧАСТИНОК МЕТАЛЕВИХ ПАЛЬНИХ В ГАЗОПОДІБНИХ ПРОДУКТАХ ТЕРМІЧНОГО РОЗКЛАДАННЯ НІТРАТОВМІСНИХ ОКИСЛЮВАЧІВ

Встановлено нові закономірності комплексного впливу різних керованих параметрів на температуру спалахування частинок магнію, алюмінію та цирконію в продуктах термічного розкладання нітратовмісних окислювачів. Вперше розроблено експериментально-статистичні моделі для прогнозування впливу керованих параметрів на температуру спалахування частинок металів для формування бази даних по пожежонебезпечним властивостям піротехнічних виробів в умовах зовнішніх термовпливів.

Вступ. Для практичного використання отриманих раніше результатів по спалахуванню частинок металевих пальних (магнію, алюмінію, цирконію тощо) в різних окислювальних середовищах, включаючи газоподібні продукти термічного розкладання нітратовмісних окислювачів (нітратів лужних та лужноземельних металів) піротехнічних сумішей різного призначення [1, 3 – 13, 16, 17, 20 – 23], необхідно створити базу даних на їх основі, зручну для оцінок пожежонебезпечних властивостей піротехнічних виробів в умовах зовнішніх термовпливів, одним з основних параметрів якої є температура спалахування частинок металів. В теперішній час вказана база даних відсутня, що утруднює прогнозування пожежонебезпечних властивостей піротехнічних сумішей в умовах різних зовнішніх термовпливів (наприклад, при спалахуванні складських приміщень, де зберігаються піротехнічні вироби, споряджені зарядами з розглядуваних сумішей, в умовах транспортування при інтенсивному конвективному нагріві їх поверхонь, або при аеродинамічному нагріві металевих оболонок виробів при пострілі та польоті), важливою характеристикою яких є тепловий потік, що нагріває металеві корпуси піротехнічних виробів до критичних температур, які можуть перевищувати температуру спалахування металевих пальних в газоподібних продуктах термічного розкладання окислювачів. Це призводить до передчасного спрацьовування виробів, що веде до їх руйнування з утворенням високотемпературних продуктів згорання, які розлітаються з великими швидкостями в різні боки і є пожежонебезпечними для навколишніх об'єктів [1, 2, 7, 10 – 12]. Тому метою даної роботи є отримання такої бази даних по температурі спалахування частинок розглядуваних металів в умовах підвищених температур нагріву та зовнішніх тисків у вигляді нескладних експериментально-статистичних моделей, зручних для практичних оцінок. Для розв'язання цієї задачі були використані методи експериментально-статистичного моделювання та розроблене спеціалізоване програмне забезпечення по методам регресії та інтерполяції, яке дозволяє в діалоговому режимі на ПК за отриманими моделями розраховувати рівні температур спалахування частинок металевих пальних в газоподібних продуктах $O_2 + N_2$ (основні продукти розкладання нітратовмісних окислювачів [1, 12, 15, 18, 19]), що характеризують їх здатність до прискорення процесу спалахування в умовах підвищених температур нагріву та зовнішніх тисків.

Моделі для розрахунку залежностей температури спалахування (T_c , К) від розміру частинок металу (d_m , мкм), відносної масової концентрації кисню (C_{O_2}) в газовій суміші $O_2 + N_2$ та зовнішнього тиску (P , Па). Використовувані експериментальні дані були отримані з використанням стандартного піротехнічного обладнання, а також відомих фотографічних методів та методів мікрокінозйомки (кінокамера СКС – 1М, швидкість

зйомки 4500... 5000 кадр/с зі зменшенням у 1,5...2 рази) [1, 9, 16, 12]. Моделі для розглядуваних металів наведено нижче (відносна похибка 3...5 %).

Магній.

$$T_c(d_m, C_{O_2}, P) = C_{O_2} + 3,2 \cdot 10^{-2} \cdot (118 - 6,3 \cdot P) \cdot d_m^{0,6} + (375,4 - 75,6 \cdot P) \cdot (1 - C_{O_2}^2) \cdot d_m^{-1} - 59,1 \cdot P^{-2 \cdot d_m} + 1062 - 1,2 \cdot P - 0,5 \cdot P^{0,5} \cdot (d_m + C_{O_2})^{-1}. \quad (1)$$

Діапазони зміни керованих параметрів $54 \leq d_m \leq 305$ мкм; $0,2 \leq C_{O_2} \leq 0,8$; $10^5 \leq P \leq 10^7$ Па.

Алюміній.

$$T_c(d_m, C_{O_2}, P) = C_{O_2} + 4,1 \cdot 10^{-2} \cdot (121 - 5,1 \cdot P) \cdot d_m^{0,65} + (381,3 - 72,5 \cdot P) \cdot (1 - C_{O_2}^2) \cdot d_m^{-1} - 57,3 \cdot P^{-2,1 \cdot d_m} + 1434 - 1,02 \cdot P - 0,05 \cdot P^{0,45} \cdot (d_m + C_{O_2})^{-1}. \quad (2)$$

Діапазони зміни керованих параметрів $54 \leq d_m \leq 310$ мкм; $0,2 \leq C_{O_2} \leq 0,8$; $10^5 \leq P \leq 10^7$ Па.

Цирконій.

$$T_c(d_m, C_{O_2}, P) = C_{O_2} + 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot (116,3 - 6,4 \cdot P) \cdot d_m^{0,5} + (373,1 - 77,2 \cdot P) \cdot (1 - C_{O_2}^2) \cdot d_m^{-1} - 61,4 \cdot P^{-1,9 \cdot d_m} + 885 - 1,23 \cdot P - 0,9 \cdot P^{0,6} \cdot (d_m + C_{O_2})^{-1}. \quad (3)$$

Діапазони зміни керованих параметрів $5 \leq d_m \leq 310$ мкм; $0,2 \leq C_{O_2} \leq 0,8$; $10^5 \leq P \leq 10^7$ Па.

Результати розрахунків по формулам (1) – (3) (рис. 1 – 12) дозволили встановити наступні діапазони зміни температури спалахування частинок металів в продуктах термічного розкладання нітратовмісних окислювачів: $T_c = 780...1330$ К – для частинок магнію; $T_c = 1170...1980$ К – для частинок алюмінію; $T_c = 625...1100$ К – для частинок цирконію.

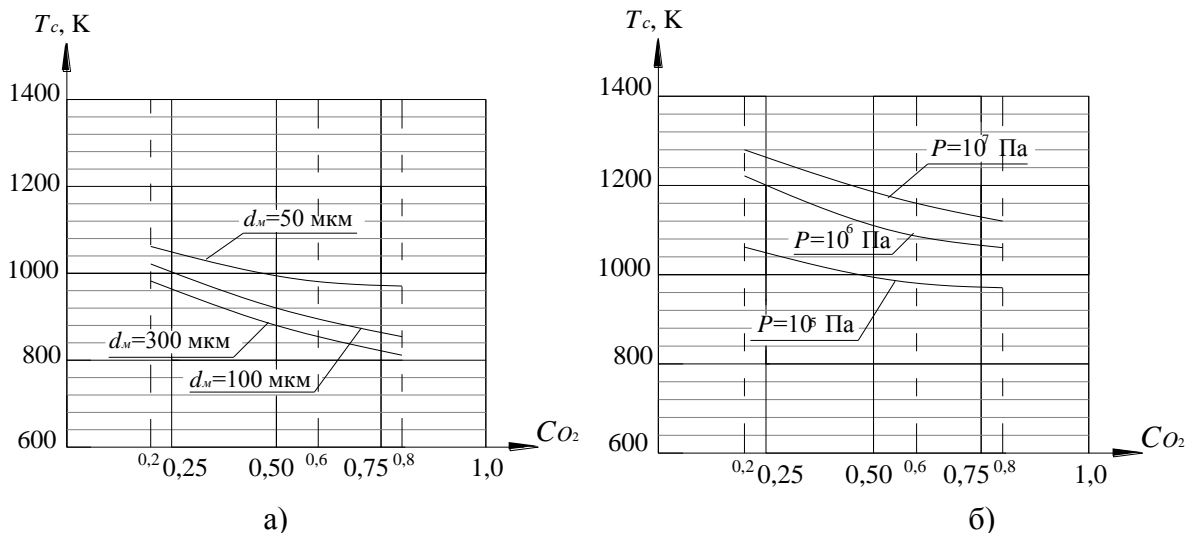


Рисунок 1 - Вплив розміру частинок магнію (а, $P = 10^5$ Па) та зовнішнього тиску (б, $d_m = 50$ мкм) на залежність температури спалахування частинок в газовому середовищі $O_2 + N_2$ від відносної масової концентрації кисню.

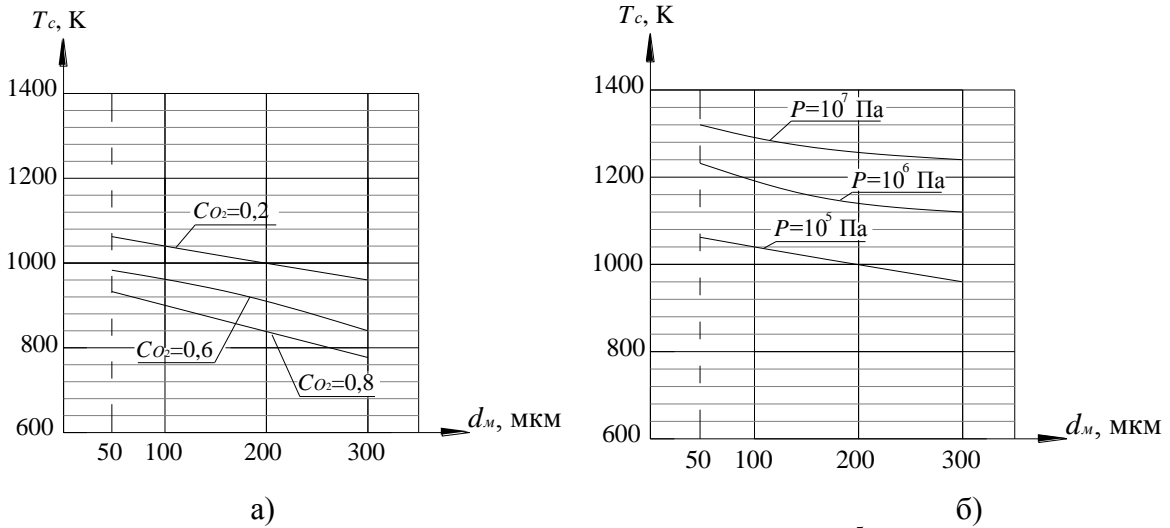


Рисунок 2 - Вплив відносної масової концентрації кисню (а, $P = 10^5$ Па) та зовнішнього тиску (б, $C_{O_2} = 0,2$) на залежність температури спалахування частинки магнію в газовому середовищі $O_2 + N_2$ від її розміру.

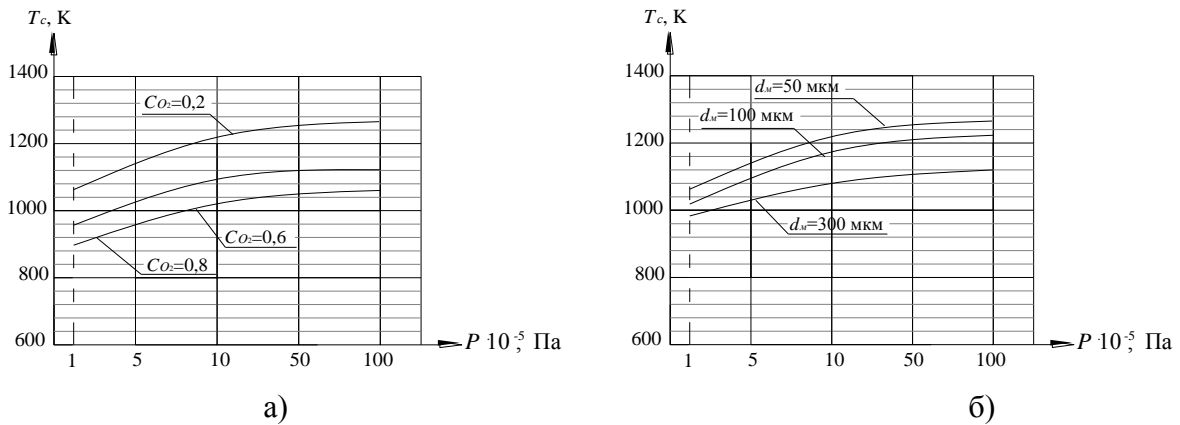
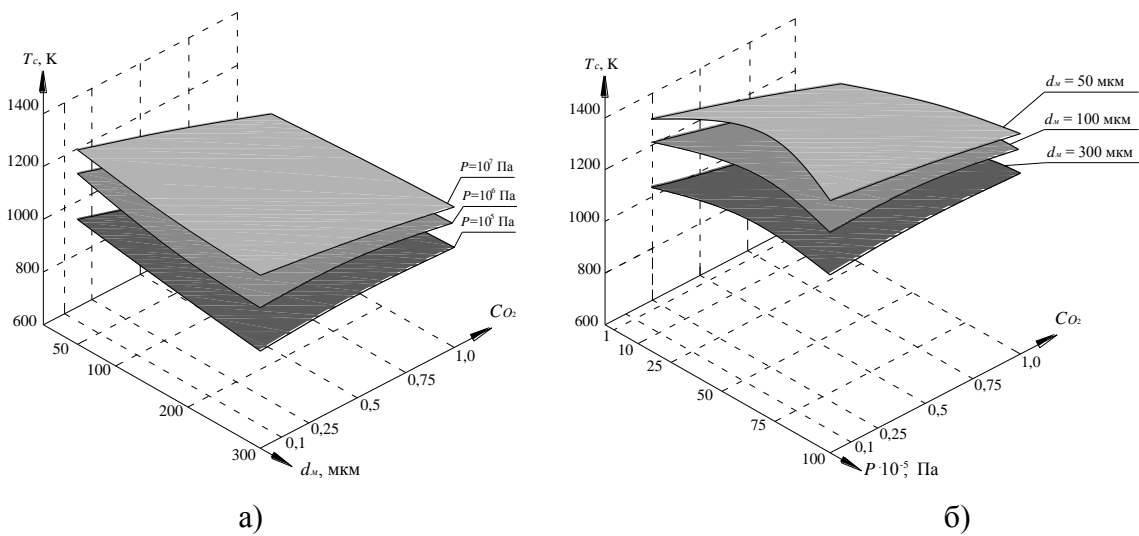


Рисунок 3 - Вплив відносної масової концентрації кисню (а, $d_m = 50$ мкм) та розміру частинок магнію (б, $C_{O_2} = 0,2$) на залежність температури спалахування частинок від зовнішнього тиску.



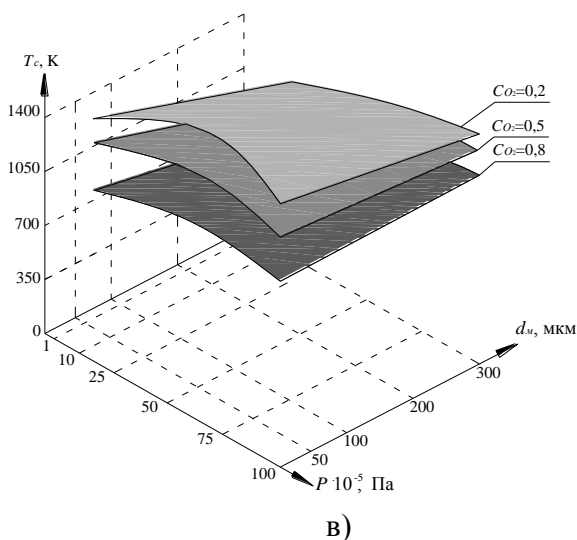


Рисунок 4 - Тривимірне зображення залежностей температури спалахування частинки магнію в газовому середовищі $O_2 + N_2$ від таких параметрів: а) – від C_{O_2} та d_m ; б) – від C_{O_2} та P ; в) – від P та d_m .

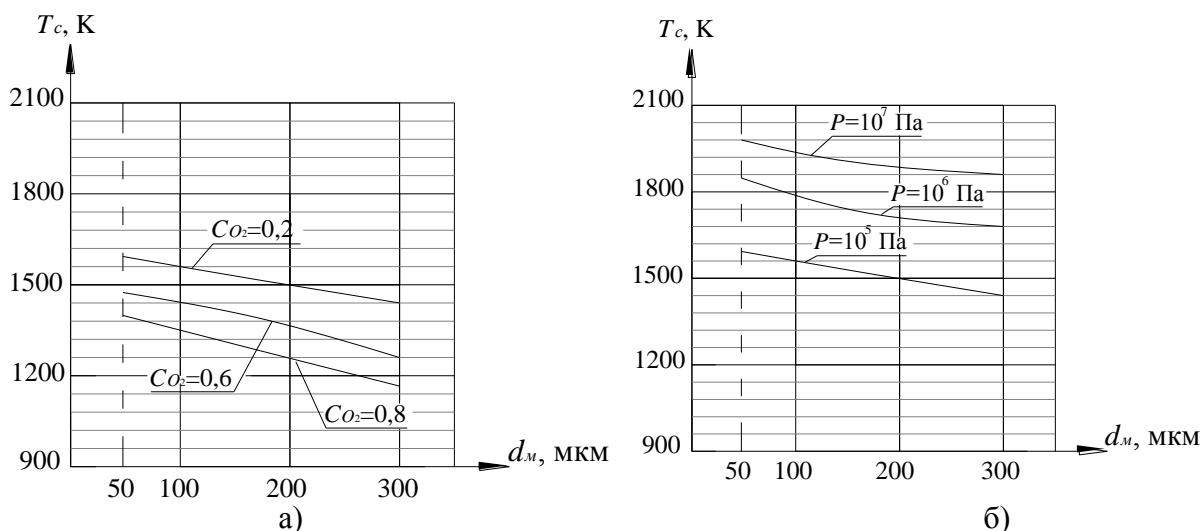


Рисунок 5 - Вплив відносної масової концентрації кисню (а, $P = 10^5$ Па) та зовнішнього тиску (б, $C_{O_2} = 0,2$) на залежність температури спалахування частинки алюмінію в газовому середовищі $O_2 + N_2$ від її розміру.

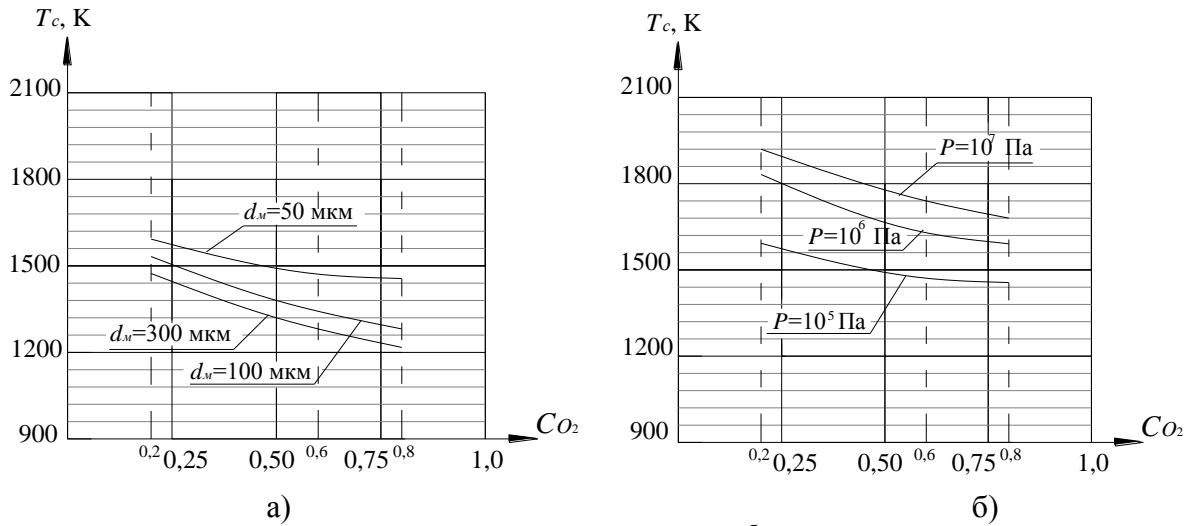


Рисунок 6 - Вплив розміру частинок алюмінію (а, $P = 10^5$ Па) та зовнішнього тиску (б, $d_m = 50$ мкм) на залежність температури спалахування частинок в газовому середовищі $O_2 + N_2$ від відносної масової концентрації кисню.

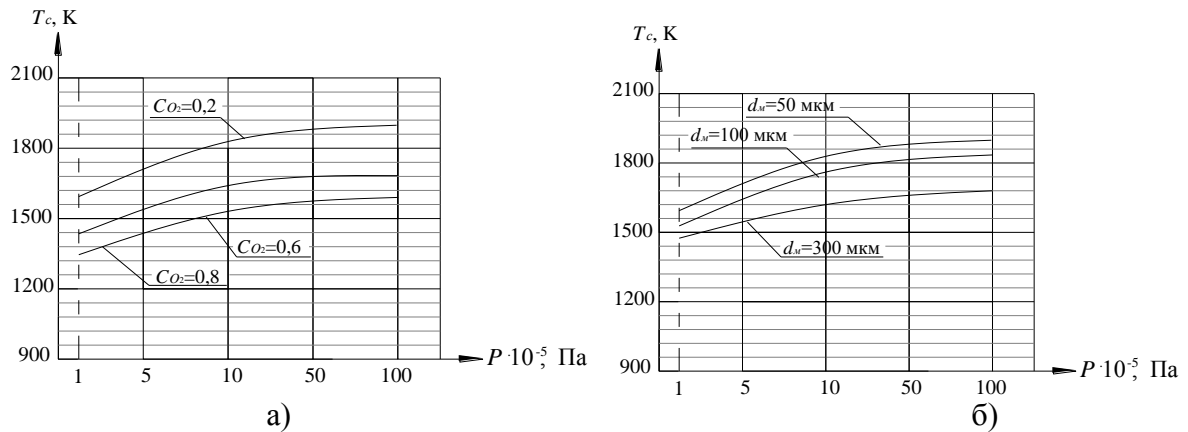


Рисунок 7 - Вплив відносної масової концентрації кисню (а, $d_m = 50$ мкм) та розміру частинок алюмінію (б, $C_{O_2} = 0,1$) на залежність температури спалахування частинок від зовнішнього тиску.

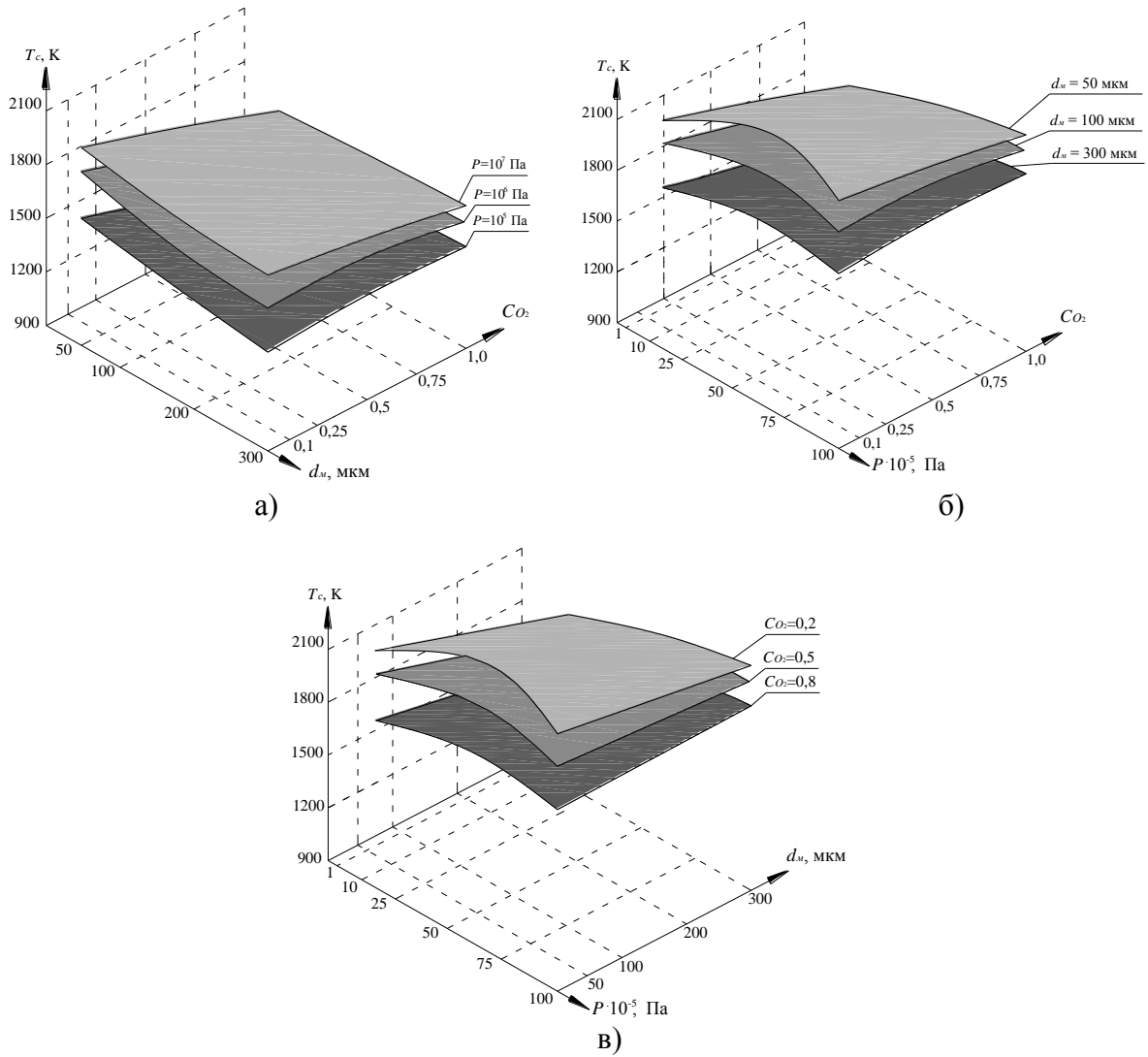


Рисунок 8 - Тривимірне зображення залежностей температури спалахування частинки алюмінію в газовому середовищі $O_2 + N_2$ від таких параметрів: а) – від C_{O_2} та d_M ; б) – від C_{O_2} та P ; в) – від P та d_M .

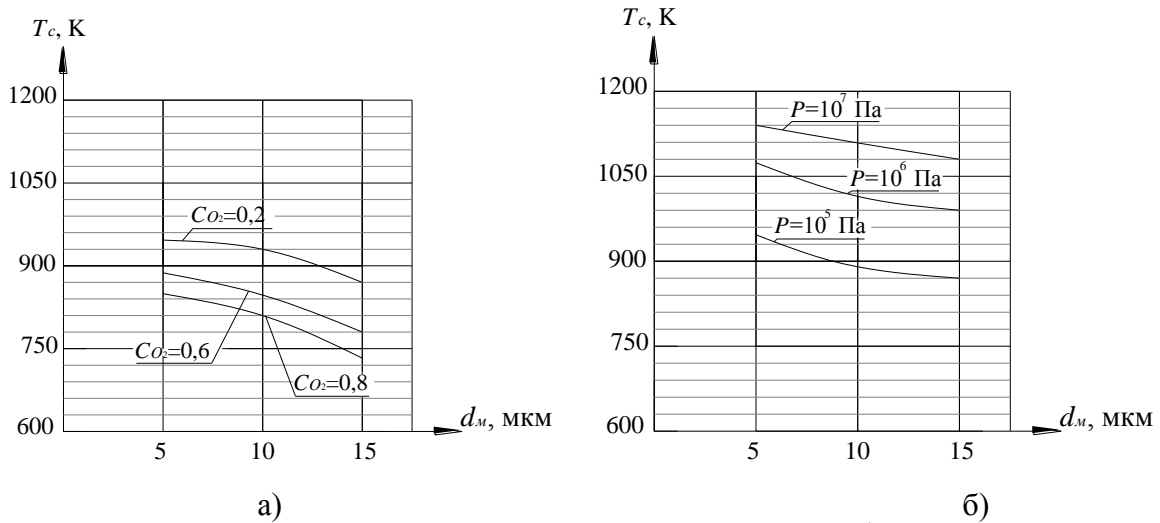


Рисунок 9 - Вплив відносної масової концентрації кисню (а, $P = 10^5$ Па) та зовнішнього тиску (б, $C_{O_2} = 0,2$) на залежність температури спалахування частинки цирконію в газовому середовищі $O_2 + N_2$ від її розміру.

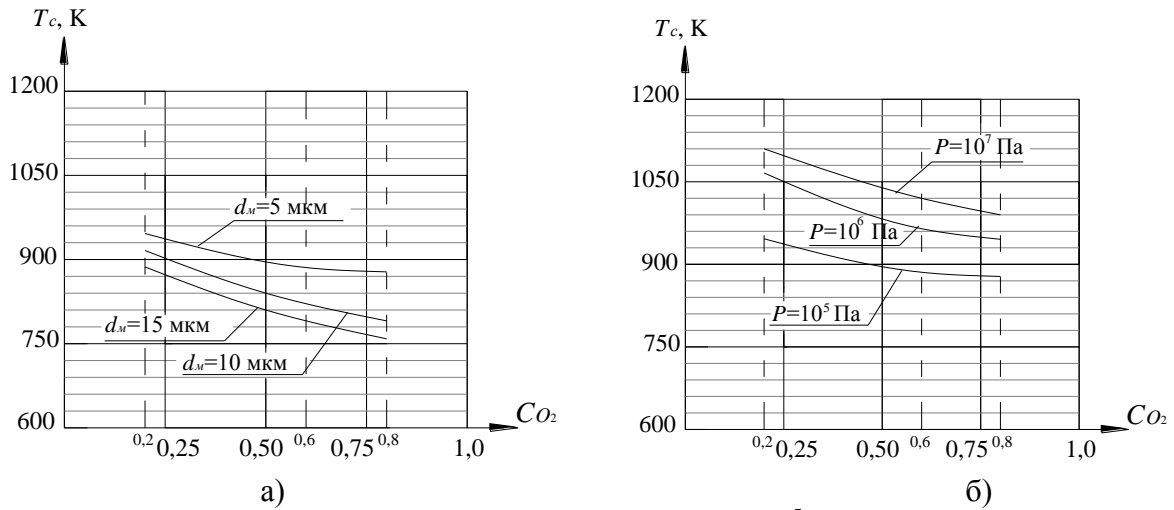


Рисунок 10 - Вплив розміру частинок цирконію (а, $P = 10^5$ Па) та зовнішнього тиску (б, $d_m = 5$ мкм) на залежність температури спалахування частинок в газовому середовищі $O_2 + N_2$ від відносної масової концентрації кисню.

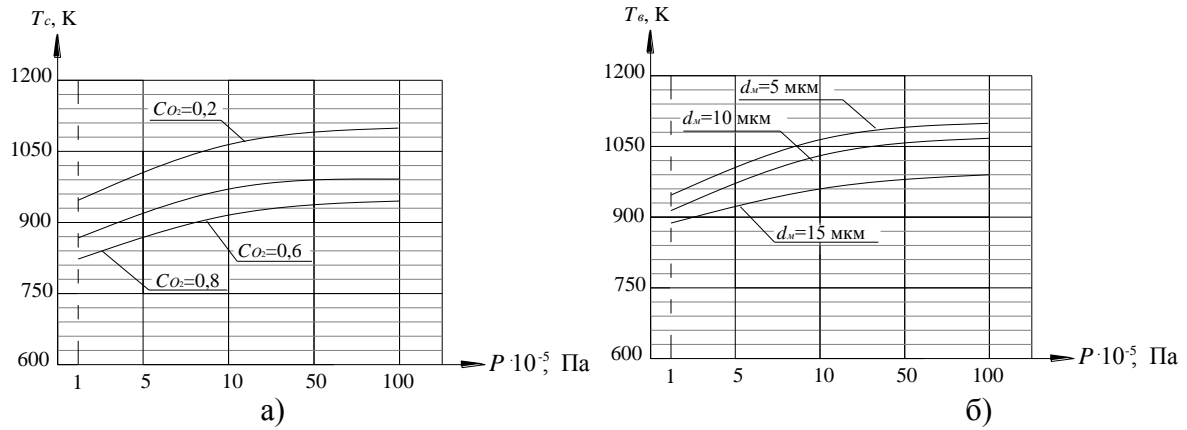
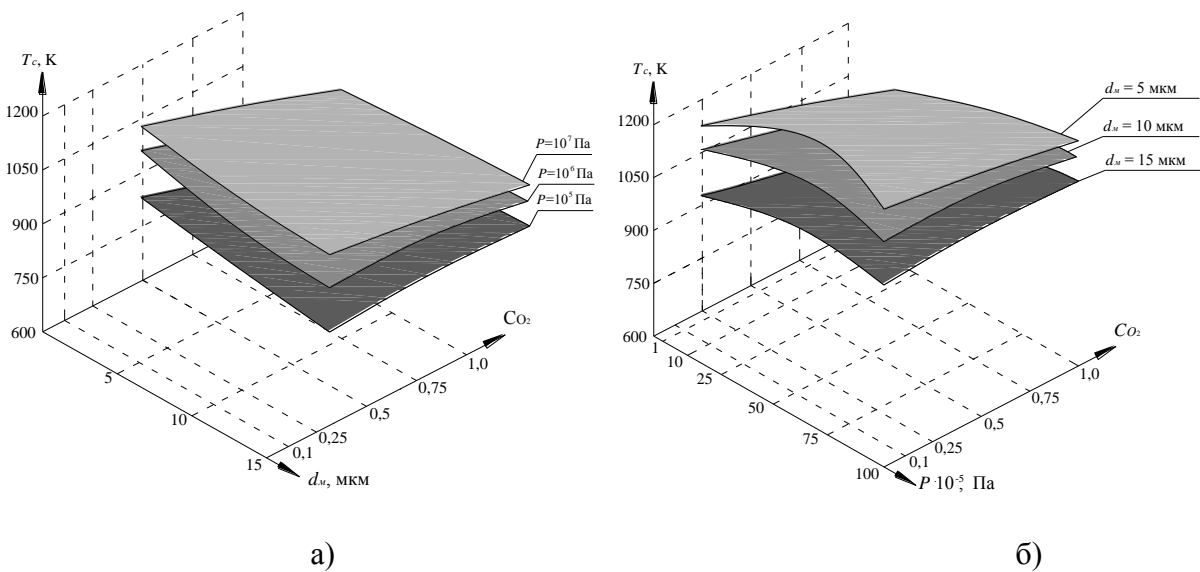
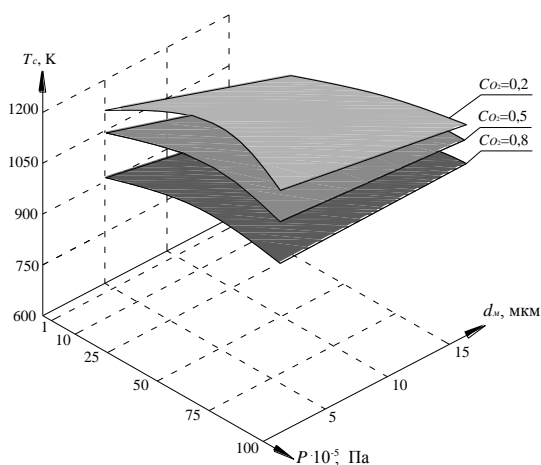


Рисунок 11 - Вплив відносної масової концентрації кисню (а, $d_m = 5$ мкм) та розміру частинок цирконію (б, $CO_2 = 0,2$) на залежність температури спалахування частинок від зовнішнього тиску.





в)

Рисунок 12 - Тривимірне зображення залежностей температури спалахування частинки цирконію в газовому середовищі $O_2 + N_2$ від таких параметрів: а) – від C_{O_2} та d_m ; б) – від C_{O_2} та P ; в) – від P та d_m .

При цьому, в результаті проведених розрахунків для використовуваних на практиці діапазонів зміни розглядуваних параметрів (d_m , C_{O_2} , P) процеси спалахування та розвитку горіння частинок металів протікають стабільно та не мають вибухового характеру. Крім цього, зміна вказаних керованих параметрів суттєво впливає на характер поведінки температури спалахування частинок металів: збільшення d_m та C_{O_2} призводить до зменшення T_c відповідно у 1,2...1,5 разу та у 1,3...1,7 разу, а збільшення P – до зростання T_c у 1,4...1,6 разу.

Отримані експериментально-статистичні моделі (1) – (3) дозволяють за допомогою розробленого спеціального програмного забезпечення [1, 2] на ПК в діалоговому режимі формувати керовану базу даних по температурам спалахування частинок металів в газоподібних продуктах розкладання нітратовмісних окислювачів в умовах зовнішнього нагріву. Вказана база даних може бути покладена в основу більш загальної керованої бази теоретико-експериментальних даних по прогнозуванню пожежонебезпечних властивостей піротехнічних виробів різного призначення в умовах зовнішніх термовпливів.

Висновки

1. Вперше встановлено наступні закономірності комплексного впливу на температуру спалахування частинок металів наступних параметрів: збільшення розміру частинок від $d_m = 5$ мкм до $d_m = 300$ мкм та зменшення відносного вмісту кисню від $C_{O_2} = 0,8$ до $C_{O_2} = 0,2$ призводить до зменшення T_c у 1,2...1,7 разу; зростання зовнішнього тиску від $P = 10^5$ Па до $P = 10^7$ Па призводить до збільшення T_c у 1,4...1,6 разу.
2. Розроблено нові експериментально-статистичні моделі для формування бази розрахункових даних (відносна похибка 3... 5 %) по впливу основних керованих параметрів (d_m , C_{O_2} , P) на температуру спалахування частинок металевих палих (магнію, алюмінію, цирконію) в продуктах термічного розкладання нітратовмісних окислювачів в умовах зовнішніх термовпливів на поверхні виробів на їх основі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ващенко В. А., Кириченко О. В., Лега Ю. Г., Заика П. И., Яценко И. В., Цыбулин В. В. Процессы горения металлизированных конденсированных систем. – К.: Наукова думка, 2008 – 745 с.
2. Кириченко О. В. Повышение эффективности пиротехнических нитратосодержащих изделий в условиях их применения // Вісник ЧДТУ, 2009. – № 2. – с. 89 – 94.
3. Ващенко В. А. Физико-химические свойства алюминия, магния, титана и циркония // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1973. – № 8990. – 36 с.
4. Ващенко В. А. Кинетические характеристики процессов окисления, воспламенения и горения частиц алюминия, магния, титана и циркония // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1973. – № 8991. – 35 с.
5. Ващенко В. А. Воспламенение частиц металлов в продуктах разложения пиросоставов // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1974. – № 9130. – 70 с.
6. Ващенко В. А. Воспламенение и горение одиночных частиц металлов в продуктах разложения многокомпонентных металлизированных систем // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1975. – № 10267. – 54 с.
7. Ващенко В. А. Физико-химические основы процесса горения смесей нитрата натрия с магнием, алюминием, титаном и цирконием // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1973. – № 8734. – 34 с.
8. Ващенко В. А. Воспламенение и горение совокупности частиц металлов в продуктах разложения многокомпонентных металлизированных систем // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1975. – № 10763. – 47 с.
9. Силин Н. А., Ващенко В. А., Кашпоров Л. Я. и др. Металлические горючие гетерогенных конденсированных систем. – М.: Машиностроение, 1976. – 320 с.
10. Ващенко В. А. Процессы воспламенения пиротехнических составов // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1977. – № 11210. – 12 с.
11. Ващенко В. А. Закономерности горения многокомпонентных металлизированных систем // Труды НИИ прикладной химии, Загорск, 1979. – № 11667. – 16 с.
12. Силин Н. А., Ващенко В. А., Кашпоров Л. Я. Горение металлизированных гетерогенных конденсированных систем. – М.: Машиностроение, 1982. – 232 с.
13. Ващенко В. А. Высокотемпературные технологические процессы взаимодействия концентрированных источников энергии с материалами. Монография. – М.: Деп. в ВИНТИ 07.08.96, № 62 – хп 96. – 408 с.
14. Похил В. П., Беляев А. Ф., Фролов Ю. В., Логачев В. С., Коротков А. И. Горение порошкообразных металлов в активных средах. – М.: Наука, 1972. – 294 с.
15. Силин Н. А., Ващенко В. А., Зарипов Н. И. и др. Окислители гетерогенных конденсированных систем. – М.: Машиностроение, 1978. – 456 с.
16. Кириченко О. В., Ващенко В. А., Акіньшин В. Д., Цибулін В. В. Спалахування частинок алюмінію в продуктах розкладання нітратовмісних окислювачів та органічних речовин піротехнічних сумішей при підвищених температурах нагріву // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2011. – № 9.
17. Кириченко О. В., Ващенко В. А., Цибулін В. В., Тищенко С. О. Високотемпературне окислення магнію в продуктах розкладання нітратовмісних окислювачів та органічних речовин піротехнічних сумішей при зовнішніх термовпливах // Вісник ЧДТУ, 2011. – № 3. – с. 115 – 120.
18. Кириченко О. В., Ващенко В. А., Цибулін В. В. Термічне розкладання добавок органічних речовин в піротехнічних сумішах в умовах зовнішніх термовпливів // Вісник ЧДТУ, 2011. – № 4. – с. 116 – 120.

19. Кириченко О. В., Ващенко В. А., Цибулін В. В., Тупицький В. М. Термічне розкладання нітратовмісних окислювачів піротехнічних сумішей в умовах зовнішніх термовпливів // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2011. – № 2(24). – с. 71 – 79.
20. Кириченко О. В., Ващенко В. А., Цибулін В. В., Тупицький В. М. Високотемпературне окислення алюмінію в продуктах розкладання окислювачів та органічних речовин піротехнічних сумішей в умовах зовнішнього нагріву // науковий вісник УкрНДІПБ, 2011. – № 1(24). – с. 47 – 53.
21. Кириченко О. В., Ващенко В. А., Цибулін В. В., Тупицький В. М. Спалахування частинок цирконію в продуктах термічного розкладання нітратовмісних окислювачів та органічних речовин піротехнічних сумішей при підвищених температурах нагріву // Вісник ЧДТУ, 2012. – № 1. – с. 31 – 38.
22. Кириченко О. В., Ващенко В. А., Цибулін В. В., Тупицький В. М. Високотемпературне окислення металічних пильних в продуктах розкладання окислювачів та органічних речовин піротехнічних сумішей в умовах зовнішнього нагріву // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2011. – № 3(24).
23. Кириченко О. В. Високотемпературне окислення цирконію в продуктах розкладання нітратовмісних окислювачів та органічних речовин піротехнічних сумішей при зовнішньому нагріві // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2012. – № 10.

УДК 614.841.332

П.Г. Круковский, д.т.н., проф., Институт технической теплофизики НАН Украины,
А.И. Ковалев, к.т.н., Е.В. Качкар, к.т.н.,
Академия пожарной безопасности имени Героев Чернобыля

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВСПУЧИВАЮЩЕГОСЯ ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ «ФЕНИКС СТВ» ПО ДАННЫМ ИСПЫТАНИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

Определены теплофизические характеристики и характеристика огнезащитной способности вспучивающегося огнезащитного покрытия «Феникс СТВ» производства ООО «ПТК «А+В Украина» по данным измерения температур на необогреваемой поверхности монолитного бетонного перекрытия в процессе его испытания на огнестойкость. Показано влияние теплофизических характеристик бетона и огнезащитного покрытия на огнестойкость монолитных перекрытий.

Ключевые слова: вспучивающееся огнезащитное покрытие, характеристика огнезащитной способности покрытия, теплофизические характеристики, огнестойкость монолитных перекрытий.

Постановка задачи. Как известно [1], огнестойкость строительных конструкций, в частности монолитных железобетонных перекрытий, зависит от теплофизических характеристик (ТФХ) бетона, огнезащитных составов, которые наносятся тонким слоем на защищаемую поверхность для повышения огнестойкости монолитных бетонных (железобетонных) перекрытий за счет создания трудногорючего теплоизоляционного слоя на поверхности. Важной характеристикой покрытия есть характеристика огнезащитной способности (ХОС) покрытия, которая определяется как зависимость минимальной толщины огнезащитного покрытия от толщины защитного слоя бетона в перекрытии, при которой обеспечивается требуемый предел огнестойкости железобетонного перекрытия [2]. Поэтому определение и использование этих характеристик для анализа огнестойкости железобетонных строительных конструкций является важной научно-технической задачей и целью настоящей работы.

Анализ последних достижений и публикаций. ТФХ огнезащитных покрытий, как правило, не известны, и если использовать приближенные постоянные значения коэффициента теплопроводности и удельной объемной теплоемкости, то можно получить одни значения предела огнестойкости, если использовать значения, найденные из результатов испытаний и зависящие от температуры – другие, более точно описывающие процессы, происходящие в исследуемых перекрытиях.

ТФХ бетона монолитного перекрытия также влияют на огнестойкость всей конструкции. Эти ТФХ бетона при проектировании огнезащиты конструкций можно задавать из [4] (рис. 1, кривые 1,2). Но более точно будет, если ТФХ бетона определять по результатам испытаний на огнестойкость данной конструкции без покрытия при стандартном температурном режиме, что и было сделано (рис. 3,4 кривая 2).

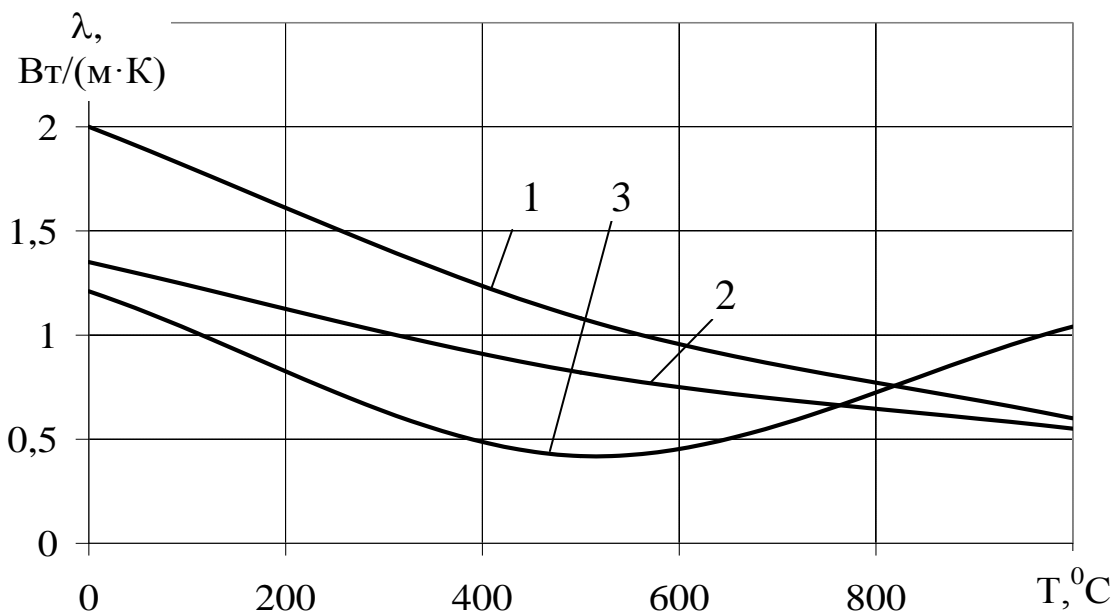


Рисунок 1 – Зависимости эффективных коэффициентов теплопроводности бетона от температуры, где: 1 – верхняя граница значений из Еврокода, 2 – нижняя граница значений из Еврокода, 3 – коэффициенты, полученные в результате решения ОЗТ по данным испытаний на огнестойкость.

Изложение основного материала исследования. Для определения характеристики огнезащитной способности вспучивающегося огнезащитного покрытия «Феникс СТВ», производства ООО «ПТК «А+В Украина»», нанесенного на монолитное перекрытие, было осуществлено планирование и проведено серию испытаний на огнестойкость монолитных перекрытий толщиной 60 мм.

Испытания проводились с двумя образцами монолитных бетонных перекрытий, размерами 600 × 600 × 60. На обогреваемой поверхности образца перед испытаниями были нанесены огнезащитный состав «Феникс СТВ» толщиной 1,5 мм (одна четверть образца, обозначенная буквой О), огнезащитный состав «Феникс СТВ» толщиной 1,5 мм по грунтовке «Феникс Контакт» (одна четверть образца, обозначенная буквами О + К), грунтовка «Феникс Контакт» без покрытия (одна четверть образца, обозначенная буквой К), а на одну четверть – грунтовка и огнезащитный состав не наносились (рис. 2).

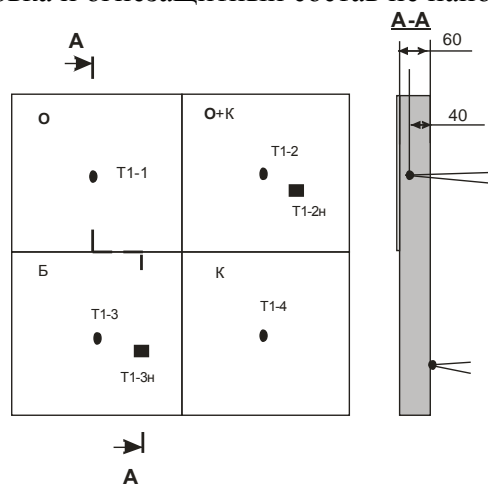


Рисунок 2 – Схема расположения термодпар на образцах, где: О – огнезащитное покрытие; К – грунтовка; Б – бетон.

Образцы перед испытаниями были тщательно очищены от грязи с помощью

пескоструйной установки и окрашены антикоррозийной грунтовкой.

Огнезащитный состав наносился методом безвоздушного распыления агрегатом высокого давления поршневого типа производства «Wagner». Сушка плит проводилась на протяжении 30 дней.

Каждый образец препарировался хромель-алюмелевыми (ТХА) термопарами, расположенными по центру четвертей на глубине 20 мм от обогреваемой поверхности (ожидаемое место расположения несущей арматуры в железобетонных конструкциях). Дополнительно на каждом образце с необогреваемой поверхности устанавливались по две термопары ТХА на четвертях с покрытием и грунтовкой и без грунтовки и покрытия.

Образцы устанавливались вертикально в отверстиях огневой печи для одностороннего нагрева.

Испытания проводились при температуре воздуха 25 °С и относительной влажности 65%. Испытания образцов проводились при стандартном температурном режиме на протяжении 120 мин.

Температуры с необогреваемой поверхности монолитных перекрытий, полученные в результате испытаний на огнестойкость, были использованы для нахождения ТФХ бетона, огнезащитных покрытий и определения ХОС покрытий. На рис. 3, 4 показаны ТФХ бетона, найденные решением обратных задач теплопроводности (ОЗТ) по результатам испытаний на огнестойкость этих монолитных перекрытий с помощью программы FRIEND [3]. При этом среднеквадратичное отклонения расчетных температур от экспериментальных составило 8,5 °С.

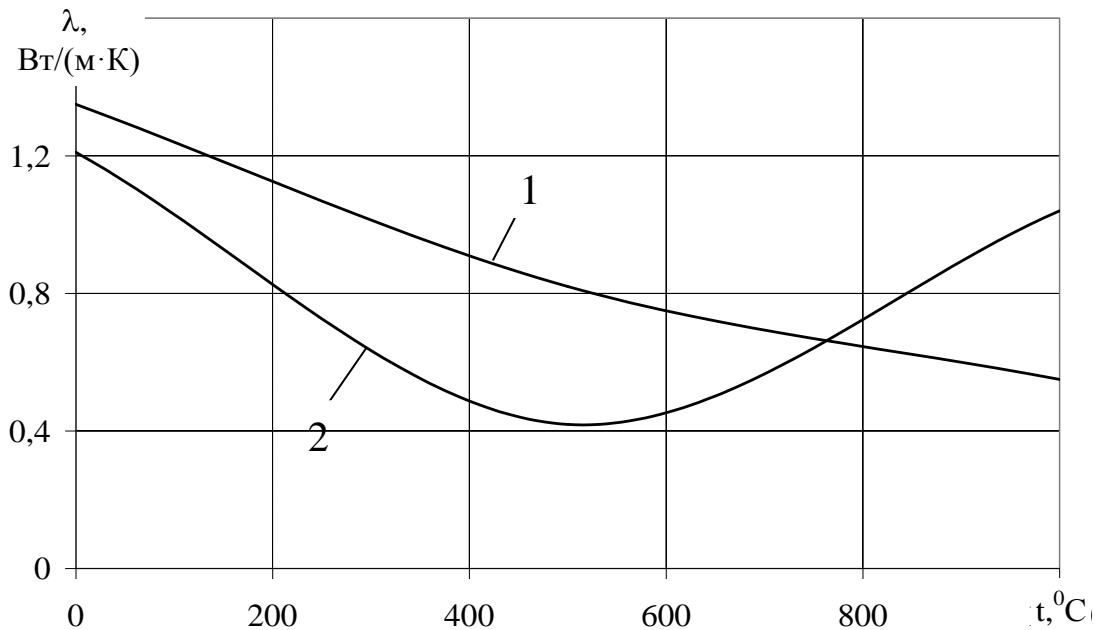


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента теплопроводности бетона от температуры, где: 1 – коэффициенты из Еврокода [4]; 2 – коэффициенты, полученные в результате решения ОЗТ по данным испытаний на огнестойкость.

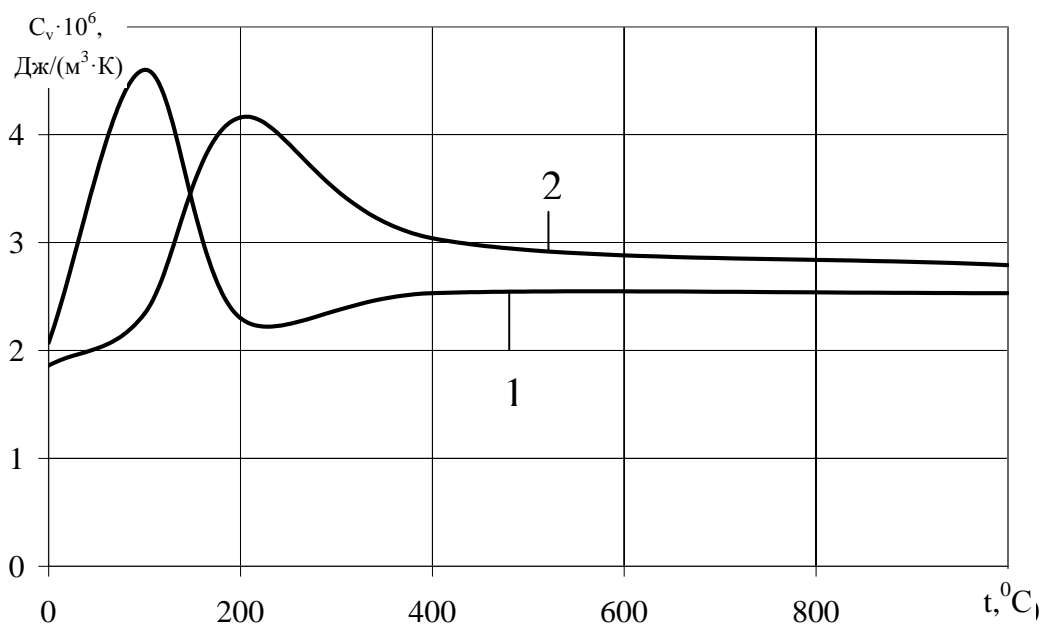


Рисунок 4 – Зависимость удельной объемной теплоемкости бетона от температуры, где: 1 – коэффициенты из Еврокода [4]; 2 – коэффициенты, полученные в результате решения ОЗТ по данным испытаний на огнестойкость.

Как видно из рис. 3, 4, ТФХ бетона отличаются от коэффициентов, взятых из [4], что может объясняться наличием в испытуемых монолитных перекрытиях пластификаторов, а также других добавок, которые существенно обуславливают характеристики бетона. При этом отклонение расчетных температур от экспериментальных незначительное и характер кривых практически совпадает (рис. 5).

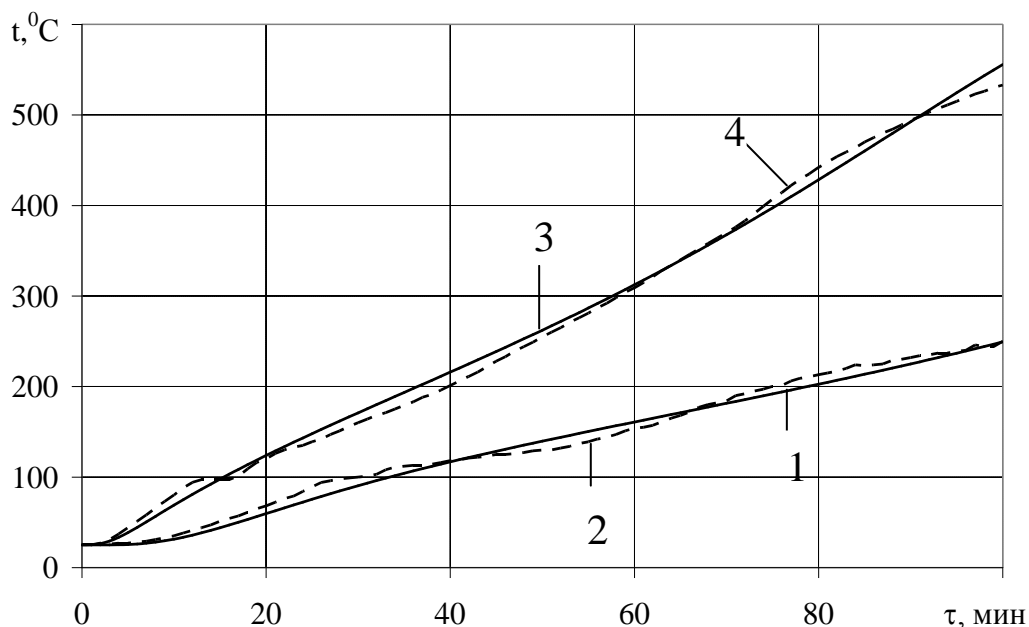


Рисунок 5 – Зависимость температуры от времени в местах измерения температур для образца монолитного перекрытия без покрытия, где 1 – точная кривая на необогреваемой поверхности; 2 – расчетная кривая там же; 3 – точная кривая на глубине 20 мм от обогреваемой поверхности; 4 – расчетная кривая там же.

По результатам испытаний на огнестойкость двух одинаковых образцов

монолитных бетонных ограждающих перекрытий, размерами $600 \times 600 \times 60$ мм, с нанесенным на них вспучивающимся огнезащитным составом «Феникс СТВ», производства ООО «ПТК «А + В Украина» толщиной 1,5 мм, используя разработанную математическую модель теплового состояния монолитного перекрытия (рис. 6), была предложена следующая методика определения ХОС покрытий:

1. Выбрать одномерную двухслойную математическую модель теплового состояния плиты перекрытия (рис. 6).

Такая модель теплового состояния перекрытия позволяет по данным испытаний на огнестойкость определить ТФХ и ХОС огнезащитного покрытия (например, с помощью программ FRIEND).

2. Использовать метод решения ОЗТ для расчета необходимых параметров модели по данным испытаний на огнестойкость.

3. С помощью однослойной математической модели и метода решения ОЗТ определить ТФХ бетона перекрытия, используя данные (температуру на необогреваемой поверхности) испытаний на огнестойкость монолитного перекрытия без покрытия.

4. С помощью двухслойной математической модели, решением ОЗТ по данным испытаний с покрытием (измерения температуры на необогреваемой поверхности) определить ТФХ исследуемого огнезащитного покрытия.

5. Решением серии прямых задач теплопроводности (ПЗТ) определить зависимость толщины огнезащитного покрытия от толщины бетонного перекрытия для предельного состояния конструкции по признаку потери теплоизолирующей способности (140°C + температура окружающего воздуха).

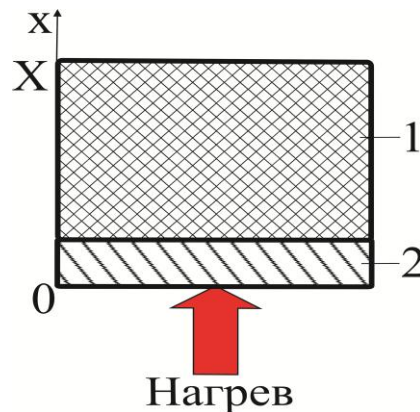


Рисунок 6 – Схема исследуемого монолитного перекрытия: 1 – слой перекрытия; 2 – слой огнезащитного покрытия.

Разработанная методика была применена для получения ТФХ и ХОС покрытия по результатам испытаний на огнестойкость.

Согласно п. 2,4 методики [2], решением ОЗТ были получены теплопроводность огнезащитного покрытия (приведенная к начальной толщине 1,5 мм), представленная на рис. 7, а также постоянная удельная объемная теплоемкость, равная $1,49 \cdot 10^5 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{К}$.

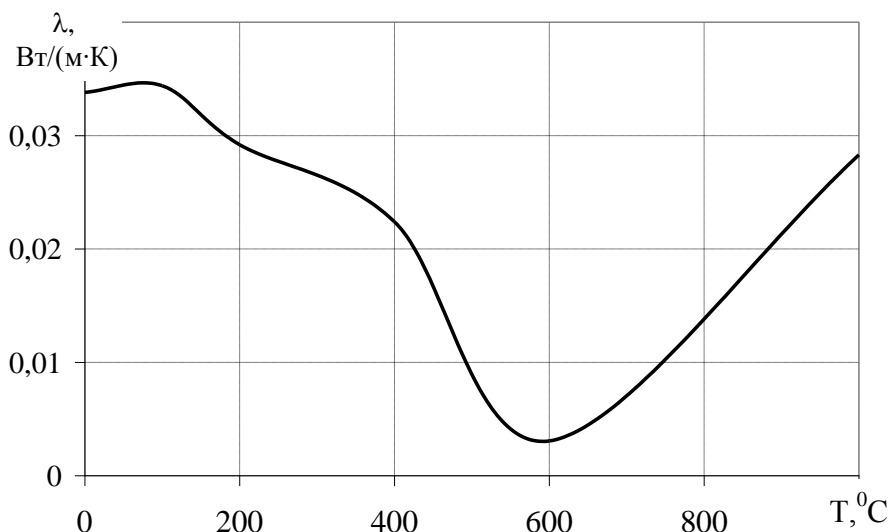


Рисунок 7 – Зависимость коэффициента теплопроводности покрытия «Феникс СТВ» от температуры, полученная решением ОЗТ по результатам испытаний на огнестойкость.

Падение кривой коэффициента теплопроводности от начальной температуры к 600 °С объясняется вспучиванием покрытия «Феникс СТВ» в заданном диапазоне температур, а последующий рост кривой – выгоранием слоя покрытия. При этом среднеквадратичное отклонение экспериментальных от расчетных температур составило 7,7 °С (рис. 8).

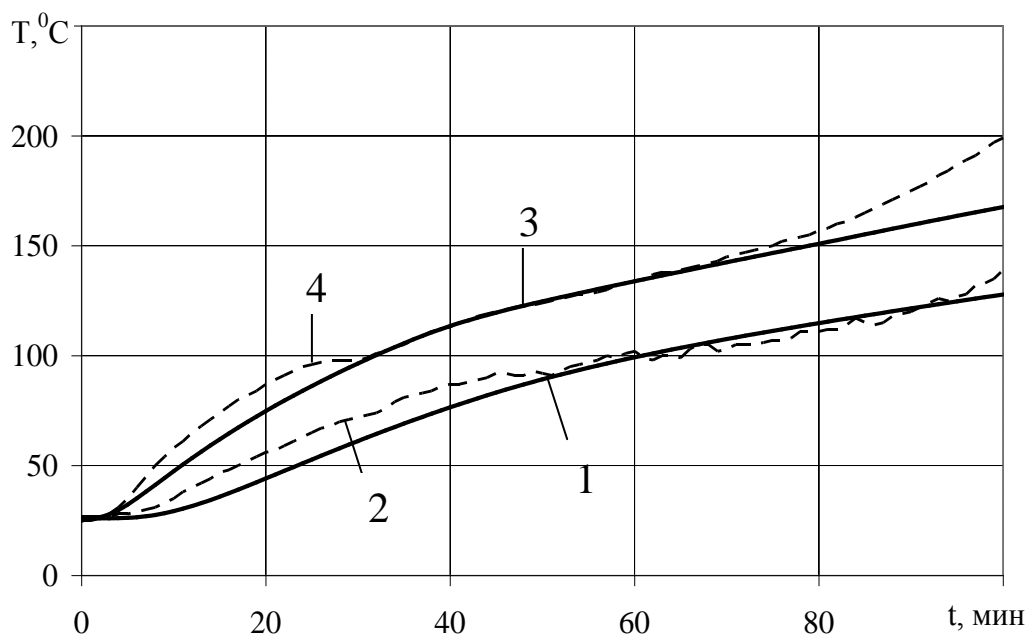


Рисунок 8 – Зависимость температуры от времени в местах измерения температур для образца монолитного перекрытия с покрытием, где: 1 – точная кривая на необогреваемой поверхности, 2 – расчетная кривая там же; 3 – точная кривая на глубине 20 мм от обогреваемой поверхности; 4 – расчетная кривая там же.

Полученные ТФХ бетона и покрытия использовались для нахождения ХОС покрытия «Феникс СТВ», что являлось конечным этапом работы. Определение ТФХ бетона и покрытия одновременно решением ОЗТ не дает возможность найти их корректно.

Используя п. 5 методики [2], решением серии ПЗТ получена зависимость толщины огнезащитного покрытия «Феникс СТВ» от толщины монолитного перекрытия для разных пределов огнестойкости в диапазоне толщин 50-70 мм (рис. 9).

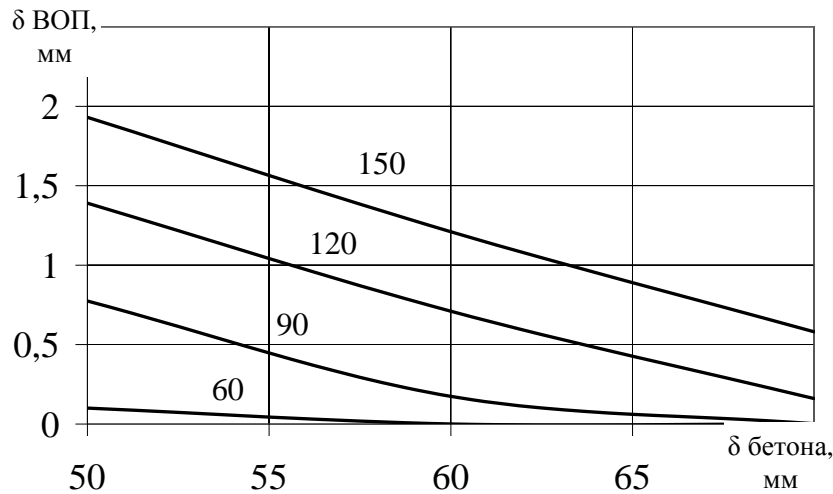


Рисунок 9 – Зависимость толщины огнезащитного покрытия «Феникс СТВ» от толщины монолитного перекрытия, полученная по данным испытаний на огнестойкость для разных пределов огнестойкости.

Как видно из рис. 9 и известно из практики, ХОС вспучивающегося огнезащитного покрытия «Феникс СТВ» имеет ограничение по толщине в 2 мм, так как применение вспучивающихся покрытий толщиной свыше 2 мм является нецелесообразным и приводит к неоднородности вспучивающегося защитного слоя, снижению его прочности и разложению.

Полученная характеристика огнезащитной способности вспучивающегося огнезащитного покрытия «Феникс СТВ» (рис. 9) имеет практическое значение. Так, в рамках подготовки Украины к проведению Чемпионата Европы по футболу в 2012 году особо актуальным являлся вопрос обеспечения требуемого предела огнестойкости железобетонных конструкций НСК «Олимпийский» в г. Киеве, в частности защиты так называемых складок 2-го яруса стадиона при огневом воздействии на них снизу [5, 6]. Вид трибуны 2-го яруса стадиона со стороны игрового поля и обратной стороны, а также детальная схема взаимного расположения складок на балке 2-го яруса НСК «Олимпийский» приведены на рис. 10.

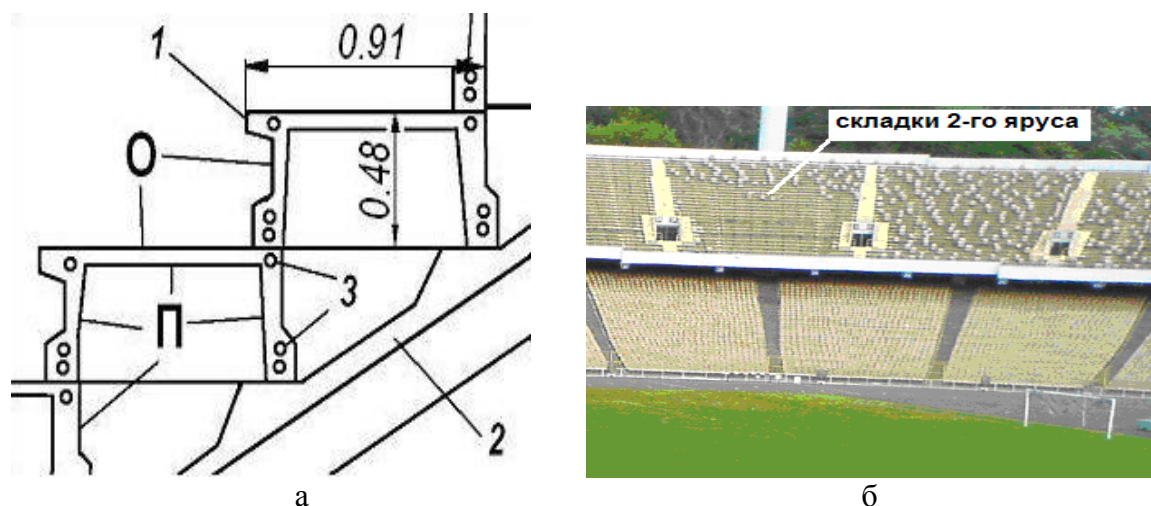


Рисунок 10 – Схема расположения складок на балке 2-го яруса трибуны НСК «Олимпийский» (а) и вид трибуны 2-го яруса стадиона со стороны игрового поля (б). На рис. а: 1 – складка; 2 – балка; 3 – арматура складки, П – поверхности складок, нагреваемые при пожаре; О – поверхности складок, охлаждаемые окружающим воздухом.

На рис. 11 показано распределение температур в поперечном сечении складки после 24-х мин. пожара. В качестве критерия с огнестойкости складки был выбран критерий по признаку потери теплоизолирующей способности. При таких условиях без огнезащитного покрытия температура 160 °С на необогреваемой верхней поверхности складки достигается через 24 мин. Применение вспучивающегося огнезащитного покрытия «Феникс СТВ» на основе полученной характеристики огнезащитной способности этого покрытия показывает, что толщины покрытия 0,5 мм, нанесенного на нижнюю поверхность складок, было бы достаточно для обеспечения требуемого предела огнестойкости складок в 45 мин.

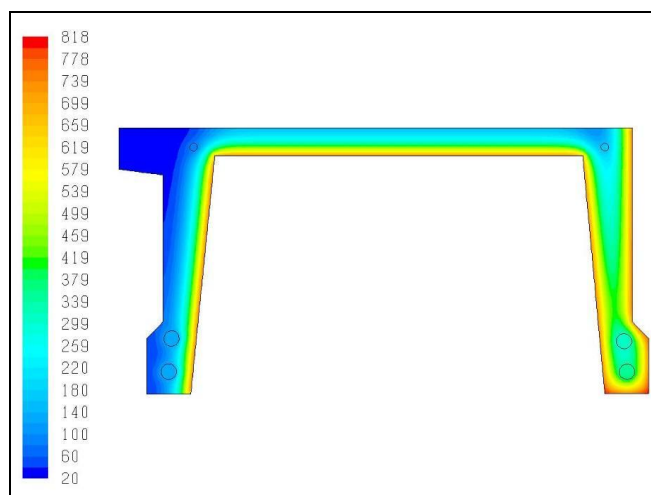


Рисунок 11 – Распределение температур в поперечном сечении складки после 24-х минут пожара.

Выводы.

1. Разработана методика определения характеристики огнезащитной способности покрытий железобетонных перекрытий, с помощью которой определены теплофизические характеристики и характеристика огнезащитной способности покрытия «Феникс СТВ», производства ПТК «А+В Украина».

2. С помощью разработанной методики определена минимально необходимая толщина вспучивающегося покрытия «Феникс СТВ» для обеспечения требуемого предела огнестойкости монолитного железобетонного перекрытия, покрытого этим огнезащитным составом для пределов огнестойкости 60-150 минут.

3. Полученная характеристика огнезащитной способности применена при определении минимально необходимой толщины покрытия «Феникс СТВ» для обеспечения требуемого предела огнестойкости складки НСК «Олимпийский».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милованов А. Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре / Анатолий Федорович Милованов. – М. : Стройиздат, 1998. – 304 с.

2. Ковалев А.И. Усовершенствование метода оценки огнезащитной способности покрытий железобетонных перекрытий: дисс. ... кандидата техн. наук : 21.06.02 / Ковалев Андрей Иванович. – К., 2012. – 163 с.

3. Круковский П. Г. Обратные задачи тепломассопереноса (общий инженерный подход) / Павел Григорьевич Круковский. – Киев : Институт технической теплофизики НАН Украины, 1998. – 218 с.

4. EN 1992-1-2: 2004 Eurocode 2 : Design of concrete structures – Part 1–2 : General rules – Structural fire design (Еврокод 2 : Проектування залізобетонних конструкцій – Частина 1–2 : Загальні вимоги. Вогнестійкість).

5. Круковский П. Г. Определение огнезащитной способности вспучивающихся огнезащитных покрытий на железобетонных конструкциях / П. Г. Круковский, А. И. Ковалев, Е. В. Качкар // Науковий вісник УкрНДПБ. – 2010. – № (2) 22. – С. 38–44.

6. Круковский П. Г. Определение характеристики огнезащитной способности вспучивающегося огнезащитного покрытия для защиты складок НСК "Олимпийский" / П. Г. Круковский, А. И. Ковалев, Е. В. Качкар // Чрезвычайные ситуации : предупреждение и ликвидация : сб. тезисов докладов VI междунар. научн.-практ. конференции. – Минск, Республика Беларусь, 2011. – С. 371–373.

УДК 541.128.12

В.В.Кукуєва, к. х. н., доц., Р.В.Романюк,
Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ФЛУОРОВМІСНИХ ПОХІДНИХ ПРОПАНУ

Представлені результати квантово-хімічного дослідження механізму вогнегасної дії гептафлуоропропану, який може бути альтернативним інгібітором горіння для заміни заборонених хладонів в сучасних технічних засобах пожежогасіння.

Ключові слова: механізм інгібування, квантово-хімічні розрахунки, вогнегасний ефект, активні центри полум'я.

Постановка проблеми. Широке використання газоподібних бромовмісних вогнегасних речовин (хладонів) в минулому викликало руйнування озонового шару Землі і сприяло глобальному потеплінню. Для того, щоб прискорити відновлення озонового шару, міжнародне законодавство, Монреальський протокол і Копенгагенська поправка [1-4], прийняли рішення про поетапну відмову від виробництва і використання озоноруйнівних речовин усіма країнами, що, в свою чергу, викликало інтерес науковців у всьому світі до дослідження альтернативних вогнегасних речовин, які володіють нульовим озоноруйнівним потенціалом, і в той же час мають високу вогнегасну здатність.

В якості альтернативних речовин у різноманітних літературних наукових джерелах пропонуються флуоровмісні аналоги хладонів, які, внаслідок подібності фізичних властивостей, можуть застосовуватися з використанням пожежно-технічного обладнання, яке в минулому слугувало для хладонів. Для гасіння пожеж в установках газового пожежогасіння застосовуються флуоровмісні похідні насичених вуглеводнів 23 (CF_3H), 125 ($\text{C}_2\text{F}_5\text{H}$), 218 (C_3F_8), 227ea ($\text{C}_3\text{F}_7\text{H}$), 318Ц ($\text{C}_4\text{F}_8\text{H}$). Представлені газоподібні речовини малотоксичні і хімічно інертні. Вони можуть бути використані як в об'ємних, так і у переносних засобах пожежогасіння – вогнегасниках. Токсичність флуороалканів зменшується зі збільшенням числа атомів флуору в молекулі, вони не містять в молекулі атомів хлору та броду, тому екологічно безпечні.

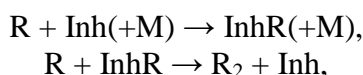
Аналіз останніх досягнень і публікацій. Для вирішення завдання створення ефективної системи газового пожежогасіння, з точки зору припинення горіння, присвячена велика кількість наукових досліджень [5-7]. Вогнегасний ефект всіх існуючих засобів залежить від фізико-хімічних властивостей горючих матеріалів, умов їхнього горіння та інших факторів. Визнано, що найбільш ефективними інгібіторами горіння є хімічні гази - хладони. Фізико-хімічний процес їх дії заснований на двох факторах: хімічному інгібуванні процесу реакції окиснення і зниженні концентрації окисника (кисню) в зоні окиснення [5]. На підставі проведеного літературного пошуку експериментальних даних про речовини, які проявляють вогнегасні властивості було обрано для дослідження такі об'єкти: $\text{C}_3\text{F}_7\text{H}$ –гептафлуоропропан та $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_4\text{Br}$ – тетрафлуоробромпропан, які на думку дослідників володіють вогнегасними властивостями та можуть використовуватись у пожежогасінні [4]. Розглянемо більш детально фізико-хімічні характеристики гептафлуоропропану.

2H-гептафторпропан, який, зазвичай, називають HFP або HFC-227ea, має хімічну формулу $\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$. Холодоагент 227ea – безбарвний газ без запаху, не проводить електричний струм і має густину, яка приблизно в шість разів перевищує щільність повітря. Негорючий, вибухобезпечний газ, є стабільною речовиною, має низький тиск зберігання, проявляє вогнегасні властивості. Застосовується як компонент суміші холодоагентів, газових діелектриків і вогнегасних сумішей. Температура кипіння $-18,3^\circ\text{C}$ дозволяє використовувати цю речовину у вогнегасних засобах, які в минулому

призначалися для використання CF_3Br . Крім того ця речовина має нульовий озоноруйнівний потенціал [4]. Гептафлуоропропан вважається ідеальною заміною для хладонів і все більше використовується в якості вогнегасного агента [6,7]. Так, він має найменшу серед інших флуоровмісних алканів вогнегасну концентрацію – за об'ємом 6,3 % [8]. Загалом, механізм вогнегасної дії НФР подібний до хладонів, тому він може застосовуватися в аналогічних фізичних і хімічних режимах. Попередні дослідження фізичного механізму придушення полум'я показали, що ендотермічний вплив НФР обумовлений як зниженням температури полум'я, так і зменшенням швидкості ланцюгових реакцій, викликаних вільними радикалами. Що стосується хімічного механізму придушення, деякі види флуоровмісних вільних радикалів спочатку утворюються в процесі піролізу НФР, а потім, ці радикали вступають в реакцію з активними центрами полум'я H^\bullet , O^\bullet та OH^\bullet , які відіграють дуже важливу роль в процесі горіння. Таким чином, розвиток деяких ланцюгових реакцій переривається або припиняється зовсім. Вогнегасний ефект альтернативної речовини $\text{C}_3\text{F}_7\text{H}$ на характеристики займання стехіометричної метано-повітряної суміші досліджений в [7] з використанням методів моделювання. Було знайдено, що індукційний час (затримки займання) є перед усім функцією кількості первинних продуктів розкладання $\text{C}_3\text{F}_7\text{H}$. При низькій температурі ці частинки промотують горіння метану ініціюванням серії ланцюгових реакцій. При високій температурі, продукти розкладання гептафлуоропропану інгібують процес горіння. Чим вище початкова концентрація домішки, тим більше ефективність інгібування, особливо для концентрації інгібітору 5 % і вище. Це має практичне значення, оскільки такий рівень концентрації близький до мінімальної $\text{C}_3\text{F}_7\text{H}$ в існуючих вогнегасних системах на основі цієї речовини [9].

Постановка задачі та її розв'язання.

Для повного аналізу поведінки молекул вогнегасних речовин з метою з'ясування механізму їхньої інгібувальної дії, необхідно мати уявлення щодо процесів, які відбуваються в полум'ї. Сутність ланцюгового механізму, в розробці якого вирішальну роль зіграли роботи М.Семенова [10], як відомо, полягає в тому, що активна частинка після того, як вона прореагувала, не закінчує на цьому свою роль, а приводить до утворення нової активної частинки. В результаті такого ланцюга реакцій активація однієї молекули веде до утворення великого числа молекул продукту. Цей процес повторюється багато разів до тих пір, поки чергова активна частинка не буде видалена з зони реакції шляхом будь-якого побічного процесу, наприклад, взаємодії з інгібітором. Серед багатьох реакцій, що відбуваються у вогнищі полум'я принципове значення мають лімітуючі швидкість реакції стадії, в результаті яких утворюються радикали H^\bullet , O^\bullet , OH^\bullet , HO_2^\bullet , які названі активними центрами полум'я (АЦП) [11]. Впливаючи на ці радикали на певному етапі можна значно знизити сумарну швидкість горіння в цілому. Хімічно активні домішки до вогнегасних порошків можуть сприяти реакціям обриву ланцюгів у полум'ї. Було зроблено припущення, що радикали (активні центри полум'я) можуть бути дезактивовані за допомогою інгібітора за схемою [12]:



де R – активний центр полум'я (H^\bullet , OH^\bullet , O^\bullet), Inh – молекула інгібітора або продукти її деструкції, InhR – проміжна сполука між радикалом-пасткою і АЦП, M – механічна домішка. Навіть якщо утворений інтермедіат між АЦП та інгібувальною частинкою RInh проіснує менше секунди, може припинитися утворення сотень-тисяч радикальних ланцюгів. У цьому і полягає інгібувальна дія на основі «scavenging effect» (ефекту пастки) [13]. Для цієї реакції необхідною умовою має бути дуже швидке утворення дезактивуючого центру, що виявляється як сильний інгібувальний ефект. Дезактивуючі центри при застосуванні різноманітних вогнегасних речовин важко ідентифікувати

експериментально. Для них також в даний час остаточно не встановлений механізм інгібування. Тому, постульовано, що феноменологічна швидкість реакції інгібування пропорційна концентрації газоподібного інгібітора, оскільки концентрація дезактивованих центрів має бути пропорційна первинній концентрації радикалів у зоні полум'я. Ефект хімічного інгібування повинен враховуватися також в теорії інгібування аерозолями, бризками тощо.

В даній роботі, для з'ясування реакційних шляхів, що відбуваються в полум'ї при застосуванні флуоровмісних вогнегасних речовин, застосований повний неемпіричний квантово-хімічний метод в базисі 6-31G. Результати розрахунків наведені в таблиці 1. Експеримент не дозволяє вивчити реакції, які відбуваються на проміжних стадіях процесу горіння, але за допомогою обраного методу можна дослідити короткоживучі інтермедіати, що утворюються, і, таким чином розкрити механізм перебігу реакцій. За допомогою квантово-хімічних розрахунків визначається енергія розриву зв'язку та енергія взаємодії між частинками в досліджуваному комплексі зіткнення. Енергія розриву зв'язків розраховувалась за законом Гесса, що враховує теплоту утворення вихідних речовин і продуктів реакції. Чим менша енергія взаємодії, тим імовірніше перебіг відповідної хімічної реакції. На підставі аналізу можна зробити висновок про взаємодію досліджуваних частинок, а отже, і про інгібувальні властивості сполуки в цілому. Таким чином, визначивши частинки, які найсильніше дезактивують активні центри полум'я (менша енергія взаємодії), можна розробити певні рекомендації щодо компонентного складу вогнегасної суміші, а також щодо структурних особливостей інгібітора.

Таблиця 1 – Квантово-хімічний розрахунок можливих шляхів термічної деструкції досліджуваних молекул методом Хартрі-Фока в базисному наборі 6-31*G.

№	Елементарний процес	Енергія розриву зв'язку E, ккал/моль
1.	$C_3F_7 - H \rightarrow C_3F_7^{\cdot} + H^{\cdot}$	134,9
2.	$C_2HF_4 - CF_3 \rightarrow C_2HF_4^{\cdot} + CF_3^{\cdot}$	83,46
3.	$C_3F_6H - F \rightarrow C_3F_6H^{\cdot} + F^{\cdot}$	58,25
4.	$C_3H_2F_3Br \rightarrow C_3H_2F_3^{\cdot} + Br^{\cdot}$	27,69
5.	$C_2H_2Br - CF_3 \rightarrow C_2H_2Br^{\cdot} + CF_3^{\cdot}$	54,32
6.	$C_3H_2F_2Br - F \rightarrow C_3H_2F_2Br^{\cdot} + F^{\cdot}$	70,06
7.	$C_3HF_3Br - H \rightarrow C_3HF_3Br^{\cdot} + H^{\cdot}$	145,3

Аналіз результатів дослідження (табл.1) показав, що для бромовмісної молекули характерною є найменша енергія деструкції при відриві радикалу бромю. Вона в порівнянні з іншими енергіями в молекулі тетрафлуорбромпропану, суттєво відрізняється, а саме: у 2 рази менша порівняно з відщепленням радикалу CF_3^{\cdot} , у 3 рази менша ніж енергія відриву радикалу флуору, відповідно. Це ще раз підтверджує високі інгібувальні властивості бромовмісних молекул. Енергія відщеплення радикалу CF_3^{\cdot} в молекулі тетрафлуорбромпропану є меншою ніж відрив цього ж радикалу від безбромної сполуки. В даному випадку атом бромю безпосередньо впливає на міцність зв'язку у молекулі тетрафлуорбромпропану при відщепленні радикалу CF_3^{\cdot} . Так, при відриві радикалу флуору необхідно навіть більша енергія, ніж для руйнування цього ж зв'язку в безбромній молекулі гептафлуорпропану. Енергія відщеплення радикалу при термічній деструкції обох досліджуваних молекул істотно відрізняється – це зумовлено певними особливостями будови досліджуваних речовин. Меншої енергії відриву радикала флуору потребує молекула пентафлуорпропану, щодо аналогічного відриву радикалу флуору від молекули тетрафлуорбромпропану, то енергія відщеплення менше на 11.81 ккал/моль. Тому, якщо порівняти представлені розрахунки вуглеводнів пропанового ряду, можна

зробити наступні висновки: атом броду в молекулі трифлуорбромпропану не впливає на міцність зв'язку С-Br в досліджуваній молекулі. З табличних даних очевидним є те, що радикал гідрогену добре утримується в обох досліджуваних молекулах, що запобігає збільшенню концентрації активних центрів полум'я за рахунок продуктів деструкції інгібіторів.

В таблиці 2 представлені результати розрахунків взаємодії радикалів, які утворюються внаслідок термічного розкладання досліджуваних молекул з активними центрами полум'я. Утворені радикали внаслідок термічного розкладання досліджуваних молекул взаємодіють з активними центрами полум'я – це підтверджує інгібувальні властивості досліджуваних молекул і можливість їх використання, як альтернативну заміну хладонам у пожежогасінні.

Таблиця 2 – Енергія взаємодії продуктів деструкції досліджуваних молекул з активними центрами полум'я.

Активні центри полум'я (АЦП)	Енергія зв'язку E, ккал/моль		
	F [•]	CF ₃ [•]	Br [•]
H [•]	77,25	90.48	55,3
OH [•]	45,8	72.29	39,8
O [•]	77,3	40.16	77,6

Результати розрахунків добре узгоджуються з експериментальними даними. З даних, наведених в таблиці 2, видно, що саме радикал броду володіє найкращими властивостями захоплення АЦП, що підтверджує висновки експериментаторів про кращі вогнегасні властивості бромовмісних молекул. Для повноти аналізу доцільності використання флуоровмісних вуглеводнів в якості альтернативи забороненим хладонам проаналізовано також токсичну небезпеку досліджуваних речовин.

При розгляді токсичної небезпеки хладонів враховуються два основних аспекти: токсичність самого хладону і токсичність продуктів його розкладання. Слід мати на увазі, що ступінь розкладання хладонів при гасінні пожежі в значній мірі залежить від фази розвитку пожежі і часу подачі хладону. Термічній деструкції піддаються приблизно 5% маси хладону, поданого на гасіння пожежі. Тому токсичність середовища, що утворюється при гасінні пожежі хладонами, буде набагато нижче токсичності продуктів піролізу і розкладання [6, 7].

Під час використання флуоровмісних похідних насичених вуглеводнів не виявлено утворення токсичних речовин, тому ці речовини не проявляють вираженої картини інтоксикації. Лише при тривалому інгаляційному впливі низьких концентрацій флуоровмісних вуглеводнів можуть несприятливо впливати на серцево-судинну, центральну нервову системи, легені. При інгаляційному впливі високих концентрацій токсичний ефект - кисневе голодування розвивається в результаті витіснення кисню. Час безпечного впливу хладонів R125, R227ea та ін.. при концентраціях в атмосфері закритих приміщення 9 -10,5% (об.) становить 5 хвилин, при стандартних концентраціях на пожежі 6,3-7,8% (об.) для фреонів 318, 227, 218 та 9,8% (об.) для фреону 125. При великих концентраціях необхідно враховувати наявність максимальних концентрацій при яких допустимі експозиції в кілька (зазвичай менше 5) хвилин, при цьому шкідливий вплив газу на людину відсутній [8].

Висновки

Підводячи підсумок, можна сказати, що флуоровмісні похідні насичених вуглеводнів є досить ефективними газовими вогнегасними речовинами. Відносно висока

їхня вартість компенсується вартісними показниками витрат на монтаж системи та її подальше технічне обслуговування. Особливо важливою якістю досліджуваних речовин є їхній мінімально шкідливий вплив на людину. Порівнявши властивості двох обраних речовин, можна сказати, що молекула, яка не містить атомів бромю, а саме гептафлуоропропан є можливим варіантом альтернативи та заміною для бромовмісних вогнегасних речовин через відносну екологічну безпеку даної речовини, яка жодним чином не впливає на озоновий шар Землі. Прояв інгібувальних властивостей досліджуваної молекули можна пояснити наявністю семи атомів флуору, із збільшенням атомів флуору в молекулі, краще проявляються вогнегасні властивості речовини. Не можна не наголосити й на екологічно безпечному використанні саме флуоровмісних речовин під час ліквідації пожеж, через їх набагато кращі властивості припинення реакції горіння не шляхом охолодження, а безпосереднього інгібування полум'я активними речовинами, або продуктами їхньої деструкції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. K. Li, E.M. Kennedy, B.Z. Dlugogorski, *Ind. Eng. Chem. Res.* 38 (1999) 3345.
2. H. Yu, E.M. Kennedy, M.A. Uddin, S.P. Sullivan, B.Z. Dlugogorski, *Int. J. Chem. Kinet.* 37 (2005) 134.
3. R.F. Howe, S. Thomson, Y. Yang, K. Lee, E.M. Kennedy, B.Z. Dlugogorski, *J. Mol. Catal. A: Chem.* 181 (2002) 63.
4. UNEP, *The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. United Nations Environment Programme, ISBN: 92-807-1888-6
<http://www.unep.org/ozone/pdf/Montreal-Protocol2000.pdf>.
5. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е., *Физико-химические основы развития и тушения пожаров: Учебное пособие*. – М.: Высшая инженерно-техническая школа МВД СССР, 1980.
6. Tianfang Wang, Yonghua Hu, Shufen Li, Donglin Han, "Effects of 2H-heptafluoropropane on the liquid and tar products of poly(methylmethacrylate) flash pyrolysis".
7. Moghtaderi B., Dlugogorski B.Z., Kennedy E.M., A detailed chemical kinetic modelling study on high temperature ignition of methane/air mixtures doped with C₃F₇H // *Halon Options Technical Working Conference*. – 12-14 May, 1998. – PP. 157-164.
8. Tapskott, R.E.; Sheinson, R.S.; Babushok, V.I.; Nyden, M.R.; Gann, R.G. *Alternative fire suppressant chemicals: A Research Review With Recommendations/ 2001 Fire Publications /National institute of Standards and Technology, Technical note 1443.*
9. Дослідження вогнегасних речовин термічними методами аналізу / Козяр Н. М., Кочубей В. В., Турчин А. І., Ковалишин В. В. // *Пожежна безпека: Зб. наук. праць*. – Л., 2009.
10. Семенов Н.Н., *Развитие теории цепных реакций и теплового воспламенения*, «Знание», Москва 1969.
11. Краснянский М.Е., *Огнетушащие и взрывоподавляющие порошки*, Донецк «Донбасс», 1990. – 108 с.
12. Babushok V., Tsang W., Linteris G.T., Reinelt D. *Chemical limits to flame inhibition / Combustion and flame*. – 1998. –V.115. – PP. 551-560
13. Namrata Vora, Jia Eng Siow, and N.M.Laurendeau, *Chemical Scavenging Activity of Gaseous Suppressants by using Laser-induced Fluorescence Measurements of Hydroxyl*, *Combustion and flame*, 2001, V. 126, P.1393-1401.

УДК 624.012

А.Л. Лега,
Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля

ПОСТРОЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ КОНСТРУКЦИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ

Проведен анализ факторов, влияющих на проявление масштабного эффекта для хрупких строительных конгломератов, сформулированы основные задачи для решения условий построения физического подобия при испытании на огнестойкость сжатых бетонных элементов.

Ключевые слова: огнестойкость, масштабный эффект, теория подобия, структурное подобие.

Постановка проблемы. Экспериментальные методы определения огнестойкости есть основными методами получения достоверных данных о поведении конструкции на пожаре. Натурные эксперименты требуют больших материальных, временных затрат, связанных с созданием огромных испытательных полигонов, строительством больших печей, использующих для нагревания большое количество топлива, колоссальных транспортных расходов, связанных с доставкой образцов на испытательный полигон.

Разработка методики, позволяющей использовать физическое подобие при испытании конструкций на огнестойкость, позволит сократить расходы, время на проведение экспериментов, а также определять огнестойкость конструкций больших размеров, для которых на сегодняшний день, да и в перспективе, кроме расчетных способов, альтернативы не существует.

Постановка задачи и ее решение. Основная задача при разработке такой методики - это обеспечить физическое подобие процесса разрушения конструкции, связанного с ее нагреванием. Для решения необходимо провести анализ процессов разрушения хрупких строительных материалов, таких как бетон, связанных с образованием трещин. Количество трещин зависит от распределения возможных центров трещинообразования и масштабного эффекта.

Анализ достижений и публикаций. При решении задач прочности, в том числе и огнестойкости, первостепенное значение имеют оценки предельного состояния цельного строительного элемента, которые зависят от основного показателя прочности материала, например бетона, на одноосное сжатие. Испытания образцов материалов проводятся в соответствии с существующими стандартами [7]. Переход от результатов таких испытаний к прочности цельного элемента является сложной задачей, основанной на применении законов подобия деформирования твердых тел, установленных В.П. Кирпичевым в 1874 г. [1]. В основе его теоретических исследований лежат закономерности изменения напряженно-деформированного состояния при нагружении геометрически подобных объектов.

Эта теория позволяет использовать при расчетах на прочность сложных конструкций удельные прочностные характеристики материалов, такие, например, как предел прочности на одноосное сжатие, растяжение, сдвиг и т.п. Главным условием применения подобия при рассмотрении деформаций объектов есть идеальная однородность и изотропность материала сравниваемых геометрически подобных тел. Реальные же применяемые материалы, чаще всего обладают определенной неоднородностью внутреннего строения (структуры). В связи с этим и некоторыми другими причинами практический опыт применения удельных характеристик различных материалов на геометрически подобных образцах показал, что наряду с фактами, подтверждающими закон подобия, имеет место и существенное отклонение от него. Особенно ярко выражен эффект при испытаниях материалов, обладающих значительной

неоднородностью структуры, к которым можно отнести и бетон. Объясняется это тем, что испытываемые образцы ограниченных размеров не воспроизводят всей сложности структурного строения имеющихся в больших цельных строительных элементах.

Неоднородность структуры бетонов обусловлена технологией производства. Использование различных наполнителей, водоцементного отношения, способов и методов уплотнения, условия твердения цементного камня, размеров изготавливаемого элемента приводит к образованию в нем различных систем трещин или их будущих центров возникновения, определяющих поведение конструкций при испытании.

Проявление зависимости прочности бетона от его размеров можно наблюдать и при определении призмной прочности. Если при испытании изменять расстояние между плитами пресса в широких пределах, варьируя величину, то прочность может изменяться в несколько раз – в коротких образцах она будет в 2 ... 3 раза больше, чем прочность высоких призм. Прочность призм из тяжелого бетона на 20 ... 30 % меньше, чем прочность, получаемая при испытании кубов. Такие результаты связаны с структурной неоднородностью материала и неповторимостью ее с изменением масштаба [8].

Изложение основного материала исследования. Актуальность проблем, связанных с масштабным эффектом, особо остро стоит при расчете прочности и огнестойкости строительных конструкций методами конечных элементов с использованием современных расчетных комплексов на базе ПК, где в качестве опорных данных о веществе используют удельные характеристики. Такой подход сильно влияет на достоверность получаемых результатов.

Строительные ГОСТы требуют учитывать масштабный эффект, определяя экспериментальным путем коэффициент структурного ослабления по формуле (1)

$$k_c = \frac{R_{sj}^0}{\bar{R}_{sj}}, \quad (1)$$

где R_{sj}^0, \bar{R}_{sj} - средние значения прочности бетона в сериях базового и не базового размеров, вычисленные по результатам испытаний всех образцов серии.

По всем сериям вычисляют средний масштабный коэффициент \bar{k} , среднеквадратическое отклонение s_k и коэффициент вариации V по формулам (2,3,4):

$$\bar{k} = \frac{\sum_{j=1}^n k_j}{n}, \quad (2)$$

$$s_k = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (k_j - \bar{k})^2}{n-1}}, \quad (3)$$

$$V = \frac{s_k}{\bar{k}}. \quad (4)$$

Экспериментально установленный масштабный коэффициент может быть использован, если величина коэффициента вариации V не превышает 15% [7].

Как видно из формул, он характеризует изменение прочности для элементов определенных, испытываемых масштабов без учета структурных изменений материала. Это не отражает полной физической картины, приводящей к изменению прочности. Если приближенно такой коэффициент можно использовать для расчета прочности строительных элементов, то для оценки огнестойкости он неприменим.

Существуют различные теории, использующие статистический подход, учитывающий масштабный эффект изменения прочности. Так В.В. Болотин в [3], опираясь на асимптотическое распределение В. Вейбула [2] для плотности распределения наименьших значений прочности в некотором объеме получил формулу(5) для математического ожидания прочности, имеющего заданный объем V :

$$\bar{R} = b\bar{R}_c \left(\frac{V_o}{V^*} \right)^{\frac{1}{\alpha}}, \quad (5)$$

где V_o - эталонный объем испытываемого образца, а V^* - некоторый приведенный объем. \bar{R}_c - средний предел прочности эталонного образца; a , b , α - коэффициенты статистического представления, определяемые на основании испытания образцов различного объема.

Величина $b \left(\frac{V_o}{V^*} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$ - представляет собой коэффициент структурного ослабления,

используемого строителями для учета МЭ. Если такой подход еще приближенно можно использовать для расчета прочности строительных конструкций, то для оценки огнестойкости он неприменим. Вероятность ослабления прочности не обязательно учитывает уменьшение огнестойкости, так как для огнестойкости важно знать распределение дефектов по объему (ближе к поверхности нагрева или дальше). Именно в дефектах будут происходить температурные изменения, приводящие к потере несущей способности.

Для построения подобия необходимо детально рассматривать механику трещинообразования, происходящую при разрушении нагруженного бетона. Без учета нагревания можно выделить основные особенности поведения трещин, в неоднородном материале, сформулированные в [5]:

1. Распределение напряжений в неоднородном материале связано с различием упругих свойств компонентов.
2. В бетоне трещины могут развиваться в различных зонах: в цементной матрице, в заполнителе и в контактной зоне.
3. В неоднородном материале трещины легко проникают из более жесткого, в менее жесткий материал. Обратное явление затруднено, то есть возможна остановка трещин на границе раздела.
4. Условие старта трещины и кинетика ее роста.

Еще более усложняется задача, рассматривая процесс разрушения при нагревании в условиях стандартного температурного режима. Температурное разрушение цементного камня, различные коэффициенты расширения материалов составляющих бетон создают дополнительные напряжения, влияющие на возникновение и произрастание трещин.

Подводя итог, сформулируем основные задачи для построения подобия при испытании конструкций на огнестойкость:

1. определить основные закономерности построения структурного подобия материала, приводящего к образованию нужного количества центров трещинообразования;
2. обеспечить возникновение подобных напряжений внутри образца, связанных с нагреванием;

3. обеспечить подобие для испарения влаги (учитывая начальную влажность модели и натурального образца);
4. разработать методику испытаний.

Выводы. Проведен анализ факторов влияющих на изменение прочности бетона при масштабировании испытуемых образцов. Сформулированы основные задачи, решение которых есть основным звеном в экспериментальном определении огнестойкости конструкций на масштабно-уменьшенных копиях.

Перспективы последующих исследований. При определении основных закономерностей построения структурного подобия материала использовать статистический подход, опираясь на экспериментально полученные данные по распределению возможных центров трещинообразования. Изготовить образцы, используя полученные закономерности и экспериментально исследовать их прочность, характер разрушения. Теоретически обосновать и подобрать марку бетона.

Для обеспечения физического подобия разрушения необходимо при масштабировании образцов обеспечить подобие структуры материала и связанные с масштабированием изменения. К основным параметрам структурного подобия можно отнести количество возможных центров трещинообразования на единицу площади, прочность сцепления цементного камня с наполнителем, форма и размер наполнителя, структурно объемный узор, образованный цементным камнем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирпичев В.П. О подобии при упругих явлениях / В.П. Кирпичев // Записки Русского технического общества. - 1876. - № 3. – С. 162.
2. Weibull W.A. A statistikal theory of strength of Materials / W.A. Weibull // – Ing. Vetenskamps akad. Handl., 1939.– N 151. – P. 55-62.
3. Болотин В.В. Статистические методы в строительной механике./ В.В. Болотин // – М., Наука, 1961. – С. 202.
4. Шашенко А.Н., Сдвижкова Е.А., Кужель С.В. Масштабный эффект в горных породах/ А.Н. Шашенко, Е.А Сдвижкова, С.В Кужель //Монография.- Донецк, Издательство «Норд-Пресс», 2004. – С.126.
- 5.Зайцев Ю.В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения./ Ю.В. Зайцев // - М., Стройиздат, 1982. – С.196.
6. Литвинский Г.Г. Уточнение теории масштабного эффекта структурно неоднородных горных массивов./Г.Г. Литвинский // Проблемы гірського тиску.- 2009. - №7.
7. Межгосударственный стандарт ГОСТ 10180-2011 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Методика экспериментального определения масштабных кэффициентов и кэффициентов перехода от прочности при одном виде напряженного состояния к прочности при другом виде напряженного состояния.
8. Баженов Ю. М.«Технология бетона» / Ю.М. Баженов //Учебное пособие для технологических специальностей строительных вузов. - Издательство «Высшая школа», - 1987.

УДК 624.012

В.М.Нуянзін, А.І. Ковальов, к.т.н.,
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля,
В.М. Гвоздь, к.т.н., доц., ТУ МНС України у Черкаській області

ВРАХУВАННЯ ТРИВАЛОГО ВПЛИВУ АГРЕСИВНИХ ФАКТОРІВ ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОЛОНИ

На основі уточнених експериментальних даних про теплофізичні та міцнісні характеристики бетону за допомогою комп'ютерної програми ANSYS Multiphysics проведено розрахунок меж вогнестійкості залізобетонних колон, що піддавались тривалому впливу агресивних факторів оточуючого середовища. В результаті проведеного розрахунку отримано залежність зниження межі вогнестійкості залізобетонних колон від часу дії на них агресивних факторів оточуючого середовища.

Ключові слова: вогнестійкість, межа вогнестійкості, штучне старіння, залізобетонна колона.

Постановка проблеми. Проблема визначення вогнестійкості залізобетонних колон, як складового елемента будівель, будівництво яких призупинено на початковій стадії більше 5 років, має велике практичне значення в зв'язку з розбудовою даних будівель в наш час. На теперішній час визначення вогнестійкості будівель проводиться на основі довідникових даних про межі вогнестійкості основних конструкцій будівлі, які отримано при стандартних температурних випробуваннях до початку їх експлуатації. При початку зведення будівель, будівництво яких було призупинено, вогнестійкість будівельних конструкцій, які тривалий час знаходились під впливом агресивних факторів оточуючого середовища, може не задовольнити вимоги діючих норм, через поступову втрату конструкціями своїх експлуатаційних якостей під впливом агресивних факторів оточуючого середовища. Це призводить до необхідності визначення відповідності межі вогнестійкості конструкцій, зокрема залізобетонних колон, діючим нормам. Рішення такого роду задач ускладнюється відсутністю методик визначення вогнестійкості конструкцій, які тривалий час знаходились під впливом агресивних факторів оточуючого середовища, хоча нормативні документи вимагають забезпечення вогнестійкості будівель на всіх етапах їх існування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що на теперішній час визначення вогнестійкості залізобетонних колон проводиться трьома шляхами:

- експериментальним [1];
- розрахунковим [2, 3];
- експериментально-розрахунковим [4].

Для визначення вогнестійкості залізобетонних колон, які тривалий час знаходились під впливом агресивних факторів оточуючого середовища нами вибрано експериментально-розрахунковий метод, який має ряд переваг над експериментальним та розрахунковим. Його реалізація потребує значно менших матеріальних та трудових затрат в порівнянні з експериментальним та не потребує демонтажу конструкцій. Результати, отримані за цією методикою, точніші від результатів отриманих розрахунковим методом, через врахування більшої кількості даних при розрахунках.

Ідея експериментально-розрахункового методу визначення вогнестійкості стиснутих елементів залізобетонних конструкцій полягає в поділу їх перерізу на кінцеві

області, для яких можуть бути визначені поточні напруження та деформації, а також параметри граничних станів, що виникають у цих елементах. Використовуючи критерії, отримані сумуванням цих характеристик по всьому дискретизованому перерізу, визначають несучу здатність елемента в цілому.

Експериментально-розрахунковий метод визначення вогнестійкості залізобетонних колон передбачає розв'язок двох задач: теплотехнічної та статичної. Розв'язання теплотехнічної задачі для нашого випадку представлено в роботі [5].

Постановка завдання та його вирішення. Об'єктом нашого дослідження є залізобетонна колона з важкого бетону В30 на гранітному заповнювачі, розмірами перерізу 300×300 мм та довжиною 3500 мм, з повздовжньою арматурою діаметром 21 мм зі сталі А-400 та поперечною арматурою діаметром 8 мм зі сталі А-240, захисний шар бетону складає 42 мм, на кінцях колона має додаткове армування для протидії стискаючим навантаженням з коміркою 5х5 та діаметром арматури 6 мм.

Для визначення вогнестійкості залізобетонних колон, які тривалий час знаходились під впливом агресивних факторів оточуючого середовища, нам необхідно розв'язати статичну задачу. Для розв'язання статичної задачі нами була використана комп'ютерна система ANSYS Multiphysics. Розрахунок проводився за уточненими даними про поточні напруження та деформації бетонних зразків, які отримано експериментально, що відображають різну тривалість впливу агресивних кліматичних факторів.

Для отримання уточнених характеристик бетону, на стадії виготовлення зразків для досліджень, було фізично розділено переріз залізобетонної колони на 16 зразків. При проведенні кліматичних досліджень зразки було зібрано в елемент, який відповідає перерізу залізобетонної колони (рис. 1), яка нами досліджується згідно методики [6].

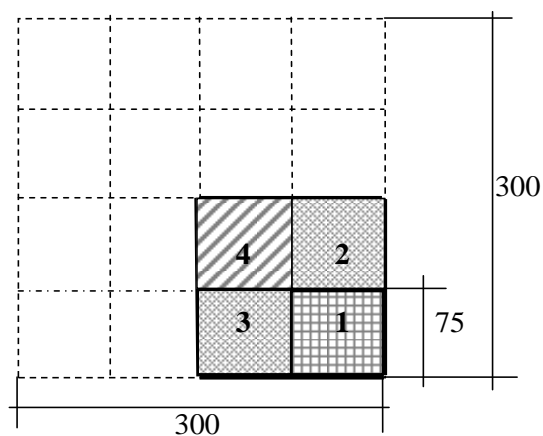


Рисунок 1 - Фізичне розділення перерізу залізобетонної колони на скінченну кількість елементів.

Після проведення штучного старіння, було отримано 4 групи бетонних зразків. 1 група - це зразки, що відповідають бетону, який знаходився під впливом агресивних факторів оточуючого середовища 5 років. 2, 3, 4 групи - це зразки, що відповідають бетону, який знаходився під впливом агресивних факторів оточуючого середовища 10, 15 та 20 років відповідно. Для порівняння результатів досліджень штучно зістарених зразків зі зразками бетону, який не піддавався кліматичному старінню виготовлено партію нових зразків.

Для реалізації комбінованих випробувань використаємо $\frac{1}{4}$ частину перерізу, тобто зразки 1, 2, 3 та 4 (рис. 1), а потім накладемо отримані дані на весь переріз. Нумерація зразків в подальшому буде збережена.

Механічні характеристики бетонних зразків будемо визначати за методикою, описаною в [7]. Для реалізації даної методики потрібно визначити міцність бетонних зразків на стискання без нагріву. Результати визначення міцності бетонних зразків, штучно зістарених на 20 років показано на рис. 2.

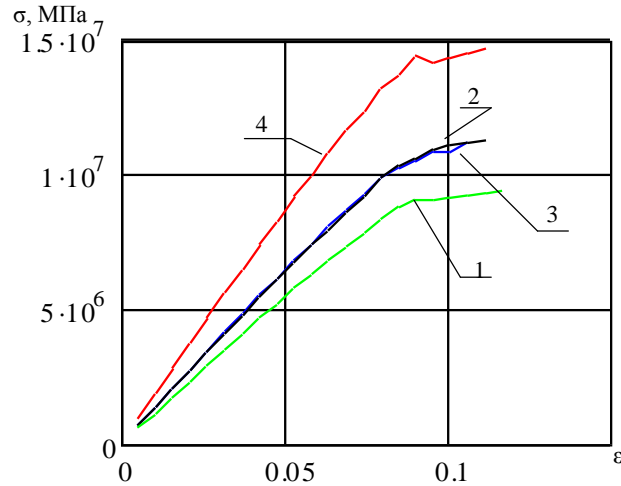


Рисунок 2 - Графік деформування бетонних зразків, штучно зістарених на 20 років, при механічних випробуваннях за нормальної температури (1 крива деформації зразка 1, 2 крива деформації зразка 2, 3 крива деформації зразка 3, 4 крива деформації зразка 4, див. рис. 1)

Реалізація методики [7], заключається у механічних випробуваннях на стискання попередньо нагрітих зразків бетону до заданої температури. Дана методика має суттєвий недолік, який заключається в невідповідності фізичних умов експерименту реальним умовам деформування бетону. Для того, щоб умови експерименту відповідали реальним умовам напружено-деформованого стану бетону, випробування проводили за допомогою установки, яка показана на рис. 3 при нагріві попередньо стиснутих бетонних зразків з навантаженням величини 0,8, 0,7, 0,6, 0,5, 0,3, 0,2 від межі бетону на стискання, які визначені раніше.

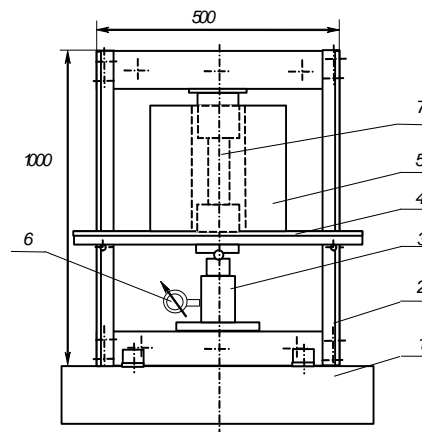


Рисунок 3 - Схема установки для комбінованих випробувань: 1 – фундамент; 2 – опорна рама; 3 – гідравлічний домкрат; 4 – система закріплення муфельної печі; 5 – муфельна піч; 6 – манометр; 7 – зразок для випробувань.

Після проведення комбінованих випробувань було отримано значення зусиль, які були прикладені до губок домкрату в процесі експерименту. За отриманими значеннями зусиль, було розраховано значення середніх напружень, які виникали в бетонних зразках та побудовано графіки залежності зусиль від часу та температури і середніх напружень від часу та температури при комбінованих випробуваннях нагріву бетонних зразків. Характерні залежності середніх напружень від температури при комбінованих випробуваннях нагріву бетонних зразків, в умовах стискання показано на рис. 4. Криві середніх напружень на даних графіках зростають по мірі збільшення температурних деформацій та мають ділянку, яка спадає зі зменшенням опору бетону по мірі наростання тріщин в бетоні. В процесі експерименту спостерігалось значне збільшення зразків в поперечних розмірах з набуванням зразків випуклої форми, тобто ефекту дилатації бетону.

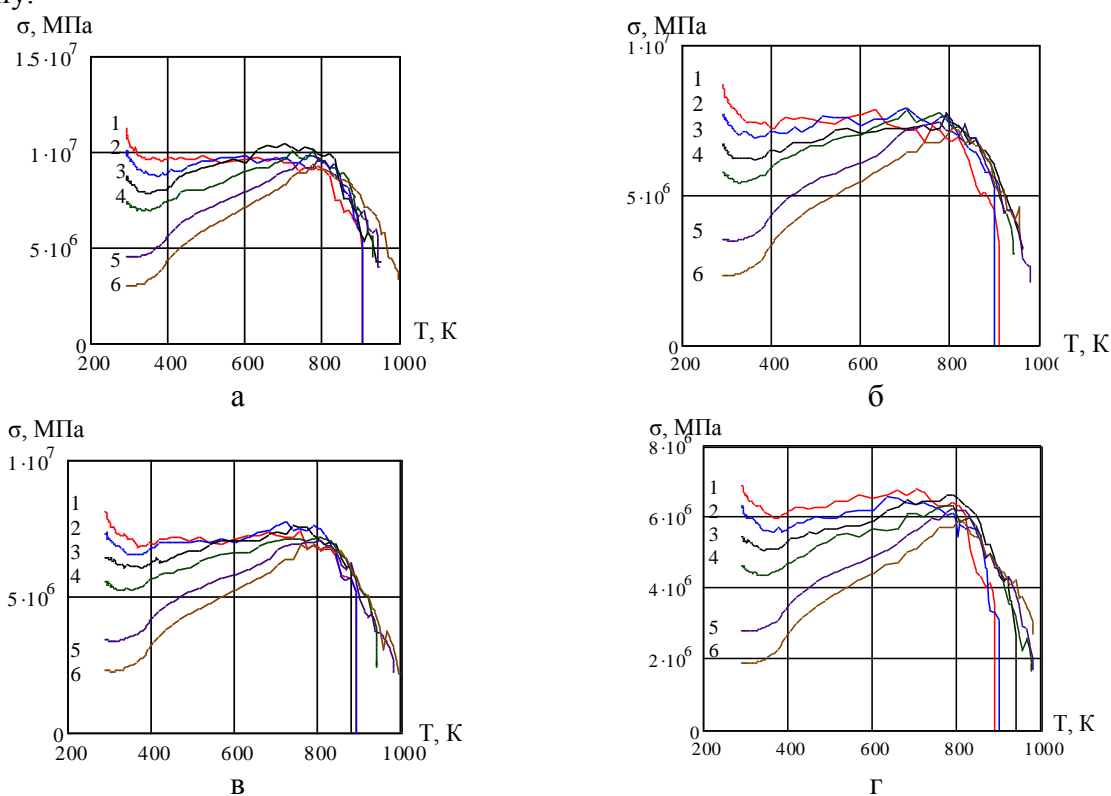


Рисунок 4 - Залежність середніх напружень від температури при випробуваннях зразків бетону зістареного на 20 років на стискання при дії температури (а – зразок 4, б - зразок 3, в - зразок 2, г - зразок 1) в умовах стискання (1 — $0,8 \cdot R_b$, 2 — $0,7 \cdot R_b$, 3 — $0,6 \cdot R_b$, 4 — $0,5 \cdot R_b$, 5 — $0,3 \cdot R_b$, 6 — $0,2 \cdot R_b$)

Для визначення пружно-пластичних характеристик зістареного бетону була застосована методика, заснована на ідентифікації коефіцієнту зниження міцності під дією температури, що описана в роботі [7]. Використовуючи дану методику були ідентифіковані залежності даного коефіцієнту від температури нагріву бетону. При цьому, дані залежності, були апроксимовані за допомогою функції, що має вигляд:

$$\gamma_{bt}(T) = \exp \left[-a \left(\frac{T}{1100} \right)^b \right], \quad (1)$$

де a і b – параметри, що варіюються при розв'язку оптимізаційної задачі. В табл. 1 подані значення даних параметрів, а також міцність зістареного бетону.

Таблиця 1 - Механічні властивості бетонних зразків після штучного старіння

Зразок	4*		3*		2*		1*	
	Міцність зразків на стискання, Rb МПа							
Зразки нового бетону	16,6		17,3		16,9		16	
	Коефіцієнти функції, апроксимуючої коефіцієнт зниження міцності							
	a	b	a	b	a	b	a	b
	3,97	2,52	3,92	2,55	3,99	2,54	3,96	2,53
Зразки бетону зістарені на 5 років	Міцність зразків на стискання, Rb МПа							
	16,9		16,1		14,8		15,1	
	Коефіцієнти функції, апроксимуючої коефіцієнт зниження міцності							
	a	b	a	b	a	b	a	b
	3.94	2.57	4.07	2.45	4.37	2.31	4.12	2.38

Продовження табл. 1

Зразки бетону зістарені на 10 років	Міцність зразків на стискання, Rb МПа							
	16,4		12,9		12,9		11,3	
	Коефіцієнти функції, апроксимуючої коефіцієнт зниження міцності							
	a	b	a	b	a	b	a	b
3.92	2.5	4.27	2.32	4.4	2.19	4.35	2.15	
Зразки бетону зістарені на 15 років	Міцність зразків на стискання, Rb МПа							
	15,6		11,8		11,3		10,3	
	Коефіцієнти функції, апроксимуючої коефіцієнт зниження міцності							
	a	b	a	b	a	b	a	b
3.55	2.42	4.3	2.29	4.33	2.25	4.45	2.16	
Зразки бетону зістарені на 20 років	Міцність зразків на стискання, Rb МПа							
	14,7		11,3		11,2		9,4	
	Коефіцієнти функції, апроксимуючої коефіцієнт зниження міцності							
	a	b	a	b	a	b	a	b
3.43	2.36	4.33	2.29	4.32	2.22	4.45	2.25	

* дані відповідають шару бетону, що визначені на рис. 1.

Розрахунок меж вогнестійкості залізобетонних колон з урахуванням уточнених характеристик бетонних зразків з нового та штучно зістареного бетону, проводиться на основі побудованої кінцево-елементної моделі для колони, розрахункова схема якої показана на рис. 5. Уточнені характеристики бетону, які отримано в результаті комбінованих випробувань, накладаються при розрахунку, на переріз залізобетонної колони, враховуючи симетрію, як показано на рис. 5 (б).

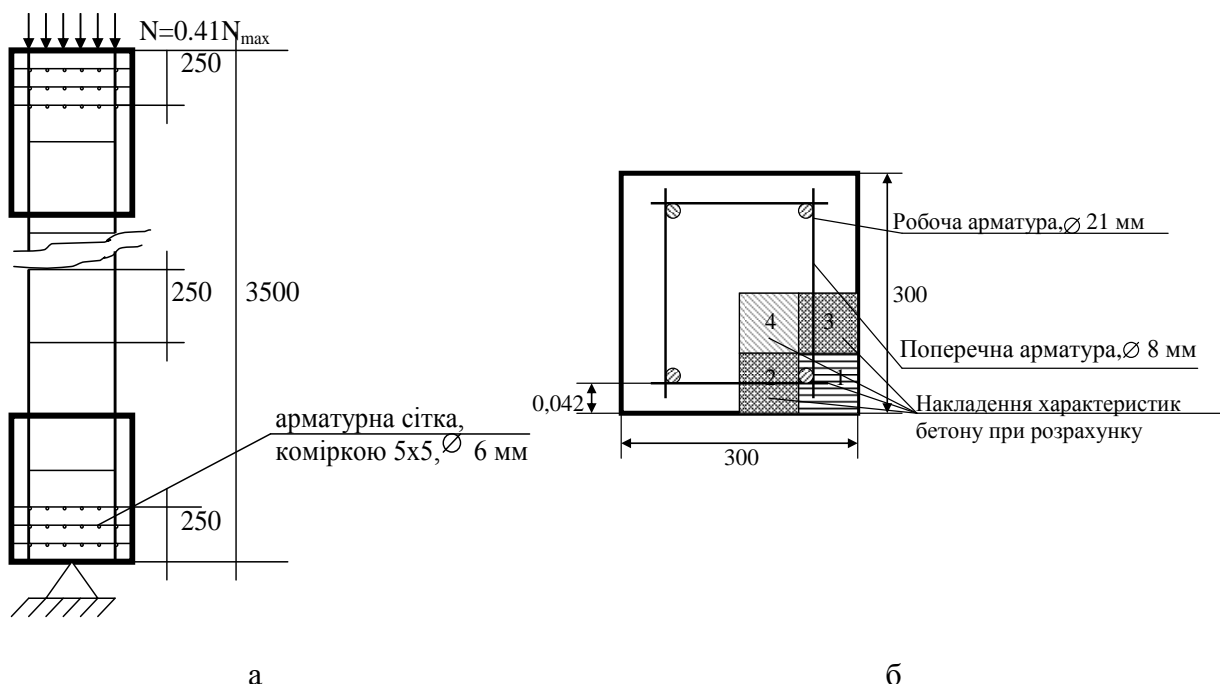


Рисунок 5 - Розрахункова схема колони для проведення розрахунку вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності (а – повздовжній вигляд, б – поперечний вигляд).

Розрахунок в середовищі ANSYS Multiphysics проводився методом кінцевих елементів з урахуванням всіх чинників, які можуть виникати в залізобетоні при температурно-силових впливах. Кінцево-елементна модель даної колони представлена на рис. 6. При розрахунку враховувалася фізична та геометрична нелінійність. Основні моделі поведінки залізобетону представлені у табл. 2.

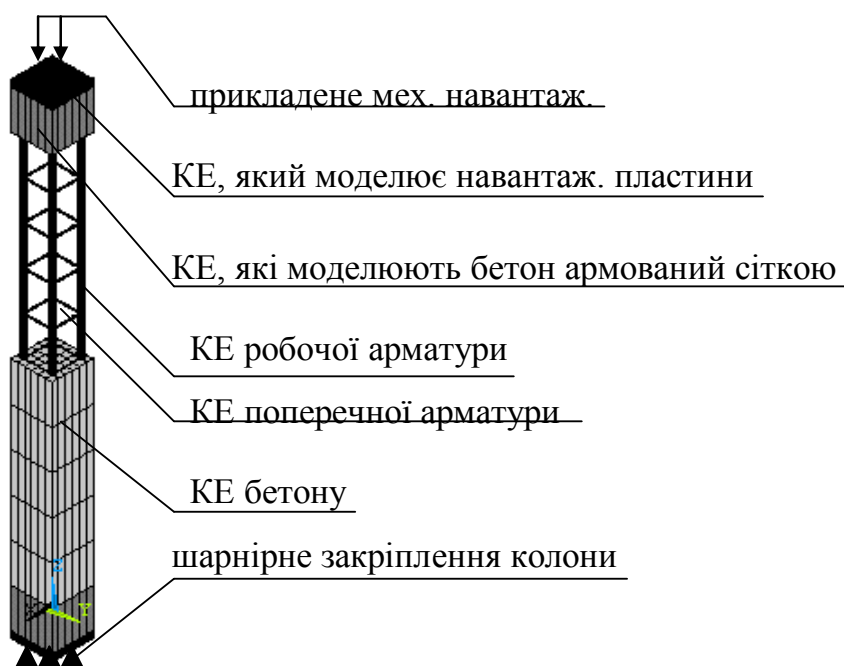


Рисунок 6 - Кінцево-елемента модель залізобетонної колони для розрахунку на вогнестійкість.

Таблиця 2 - Основні розрахункові математичні моделі напружено-деформованого стану залізобетону

Особливість поведінки залізобетону	Мат. модель, що використовується	Джерело
Базові рівняння НДС	Розрішуючі рівняння МКЕ	[7]
Пластична деформація сталі	Багатошарова модель Беселінга асоціативної теорії пластичності	[7]
Фізич. і геом. нелінійність поведінки.	Ітеративний метод Ньютона-Рафсона	[7]
Критерій руйнування бетону	Складений критерій Віллема і Варнке	[7]

В результаті проведеного розрахунку отримано залежності повздовжньої та поперечної деформацій від часу (рис. 7), за якими методом дотичних, визначено межі вогнестійкості досліджуваних колон (див. табл. 3).

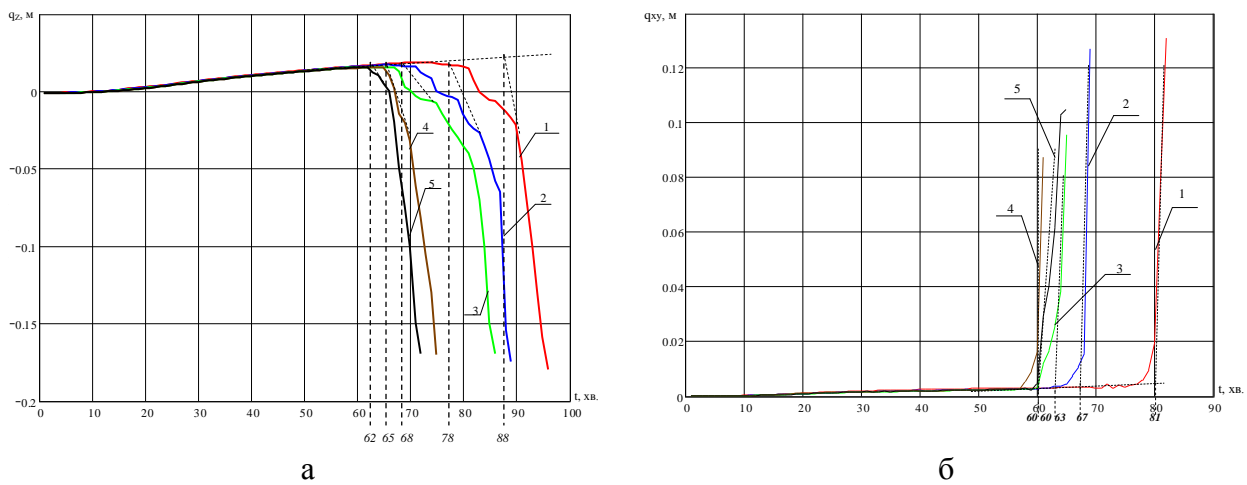


Рисунок 7 - Залежності повздовжніх (а) та поперечних (б) деформацій залізобетонних колон від часу при розрахунку межі вогнестійкості.

За даними (рис. 7), отриманими в результаті розрахунку, отримано залежність зниження межі вогнестійкості залізобетонних колон від часу впливу агресивних факторів оточуючого середовища (рис.8 (а)) та розраховано поправочний коефіцієнт втрати вогнестійкості залізобетонних колон (2) під впливом агресивних факторів оточуючого середовища (табл. 3, рис. 8 (б)).

Таблиця 3 - Межі вогнестійкості та коефіцієнт втрати вогнестійкості залізобетонних колон з нового та штучно зістареного на 5, 10, 15 та 20 років

№ п/п	Час впливу кліматичних факторів, роки	Межа вогнестійкості визначена за поздовжніми деформаціями, хв.	Межа вогнестійкості визначена за поперечними деформаціями, хв.	Межа вогнестійкості, хв.	Поправочний коефіцієнт втрати вогнестійкості
1.	0	88	81	84	1
2.	5	78	67	73	0,87
3.	10	68	63	66	0,78
4.	15	65	60	63	0,75
5.	20	62	60	61	0,73

$$K_{в.в.} = R_{з.к.} / R_{н.к.} \quad (2)$$

$R_{з.к.}$ – межа вогнестійкості зістареної колони, хв.;

$R_{н.к.}$ – межа вогнестійкості нової колони, хв..

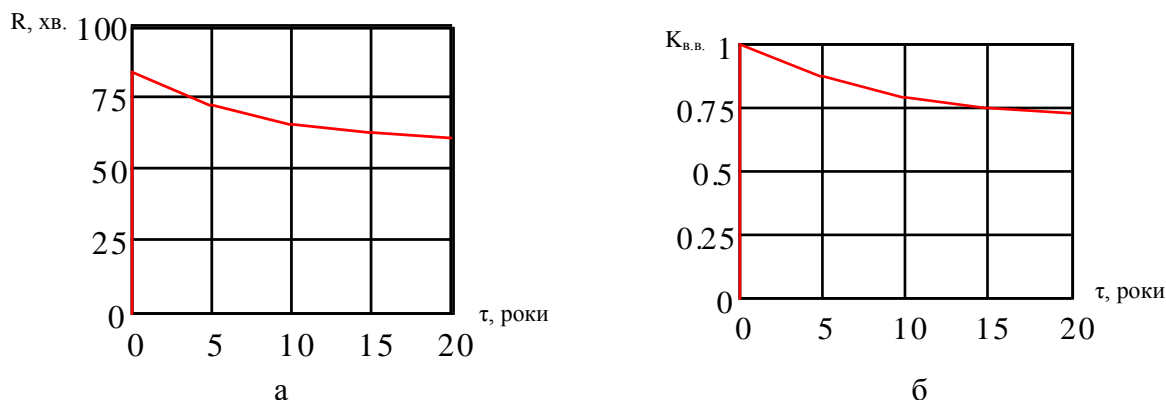


Рисунок 8 - Залежності межі вогнестійкості залізобетонних колон від часу впливу агресивних факторів оточуючого середовища (а) та коефіцієнт втрати вогнестійкості залізобетонних колон (б).

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що вплив агресивних факторів оточуючого середовища знижує вогнестійкість залізобетонних колон. Так, через 20 років кліматичного впливу вогнестійкість знижується на 23 хвилини, що є суттєвим значенням. Отримані результати (табл. 1, рис. 8), роблять необхідним визначення вогнестійкості залізобетонних колон після впливу природних кліматичних факторів та включення методики визначення вогнестійкості зістарених залізобетонних колон у нормативні документи.

У результаті досліджень визначено поправочний коефіцієнт, який враховує зміну вогнестійкості залізобетонних колон, під впливом агресивних факторів оточуючого середовища. За допомогою даного коефіцієнту, можливо визначити вогнестійкість будь-якої залізобетонної колони після тривалого (до 20 років) впливу агресивних факторів оточуючого середовища. Для цього потрібно за довідниковими даними визначити вогнестійкість залізобетонної колони до початку її експлуатації та помножити на поправочний коефіцієнт, який відповідає тривалості впливу кліматичних факторів (рис. 8, табл. 3). Вразі, якщо необхідно визначити величину поправочного коефіцієнту між визначеними значеннями (табл. 3), потрібно використати спосіб інтерполяції.

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).
2. EN 1992-1-2:2004 “Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design” - European Committee for Standardization, Brussels 2004.
3. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций: СТО 36554501-006-2006. – [Действующий от 2006-11-01]. - М.: НИЦ Строительство, 2006.
4. Круковский П. Г. Обратные задачи тепломассопереноса (общий инженерный подход) / Павел Григорьевич Круковский. – Киев : Институт технической теплофизики НАН Украины, 1998. – 218 с.

5. Визначення теплофізичних характеристик штучно зістарених зразків бетону / Гвоздь В.М., Шашенко С.І., Нуянзін В.М. та [ін.] // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. Черкаси:АПБ. – Випуск 5.– 2010. – С. 96-103.
6. Методика вивчення властивості бетону в умовах нагріву після штучного старіння / Поздєєв С.В., Осипенко В.І., Поздєєв А.В., Нуянзін В.М. // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. Черкаси:АПБ. – Випуск 1.– 2008. – С. 94-98.
7. Экспериментально-расчетный метод построения диаграмм деформирования бетона при высоких температурах / Поздеев С.В. // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – Донецк : ДонДТУ. – № 31. – 2011. – С. 275–284.

УДК 624. 012

А.В. Поздеев,
Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля;
С.В. Поздеев, к.т.н., доц.,
Институт государственного управления в сфере гражданской защиты;
М.М. Семерак, д.т.н., проф.,
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности
О.В. Некора, к.т.н., с.н.с.,
Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ БЕТОНА НА СКОРОСТЬ ПРОГРЕВА ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Проведено дослідження впливу модифікаторів бетону на прогрів залізобетонних балок та плит при пожежі. Змодельовано поведінку залізобетонних балок при високотемпературному нагріві в умовах стандартного температурного режиму на основі випробувань зразків. Отримані температурні залежності прогрівання залізобетонної балки з бетонів модифікованими суперпластифікаторами та морозостійкими добавками. Визначено межі вогнестійкості спрощеними розрахунковими методами для залізобетонної балки, що запропоновані в різних нормативних документах.

Ключевые слова: модифицированный бетон, метод конечных элементов, изгибаемые железобетонные конструкции, огнестойкость.

Постановка проблемы. Известно, что огнестойкость железобетонных конструкций определяют экспериментальными, экспериментально-расчетными и расчетными методами. Каждый из этих методов наряду с имеющимися у них преимуществами и недостатками имеют свою область применения.

В работах многих современных авторов изложены и обоснованы методики, которые применяются при определении огнестойкости современных железобетонных конструкций, в том числе и железобетонных балок. Процедуры методов вошли в стандарты и соответствующие нормы многих ведущих стран. Однако в этих методах не предусмотрен учет влияния модификаторов бетона, что может привести к ошибочному определению огнестойкости несущих железобетонных конструкций, в частности, изгибаемых конструкций.

Анализ последних достижений и публикаций. На основе проведенного анализа [1] исследований в области строительства установлено, что за последние годы, значительно возросло число работ в области разработки составов добавок в бетон и их применения в различных отраслях строительства. Так, за последнее двадцатилетие опубликовано несколько тысяч патентов только на составы добавок. Бетоны с добавками используются для изготовления сборных и монолитных армированных и неармированных изделий и конструкций. Ожидаемые эффекты, улучшающие свойства бетона, определяют существование широкого спектра добавок. Анализ их применения [1] показал, что наиболее часто применяются суперпластификаторы, морозостойкие добавки, а также комплексные составы (2 добавки и более). В работах [2-3] проведены экспериментальные исследования режимов прогрева модифицированного бетона. При проведении тепловых испытаний установлено, что наличие модификаторов повышает скорости прогрева бетонных образцов, причем наибольшим эффектом обладают пластификаторы. На основе полученных экспериментальных данных были рассчитаны теплофизические характеристики для модифицированного бетона испытанных образцов.

Постановка задачі и ее решение. На основе температурных зависимостей полученных во время тепловых испытаний бетонных образцов необходимо определить влияние модификаторов на огнестойкость изгибаемых железобетонных конструкций рассчитанную методами, приведенными в различных нормативных документах.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается статья.

Моделирование прогрева изгибаемых железобетонных конструкций на основе модифицированного бетона с последующим определением пределов огнестойкости железобетонной балки расчетными методами из бетона с использованием различных модификаторов. Раскрытие особенностей влияния модификаторов бетона на огнестойкость изгибаемых железобетонных конструкций, определяемую расчетными методами на основе тепловых испытаний модельных образцов.

Выкладка основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.

Для исследования влияния модификаторов бетона на скорость прогрева железобетонных строительных конструкций производился расчет температурных полей в их сечениях при воздействии пожара со стандартным температурным режимом при использовании математического аппарата (1)-(4):

$$T_p = T_0 + 345 \cdot \lg(8\tau + 1), \quad (1)$$

где τ – длительность пожара в мин.

$$c_p(T)\rho(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla(\lambda(T)\nabla T), \quad (2)$$

$$-\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial r} = \alpha(T_p - T_w), \quad (3)$$

$$\alpha = \alpha_p + \alpha_k, \quad (4)$$

где: λ , c_p – соответственно коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость, усредненные для диапазона температур прогрева;

ρ – плотность бетона;

T_p , T_w – соответственно температуры пожарной среды и поверхности элемента;

α_p – коэффициент теплообмена излучением;

$\alpha_k = 25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – коэффициент теплообмена конвекцией;

α – коэффициент теплообмена учитывает действие конвекции и инфракрасного излучения.

Используемые коэффициенты λ , c_p , получены в исследованиях [2-3], значения которых представлены на графиках (рис 1-2).

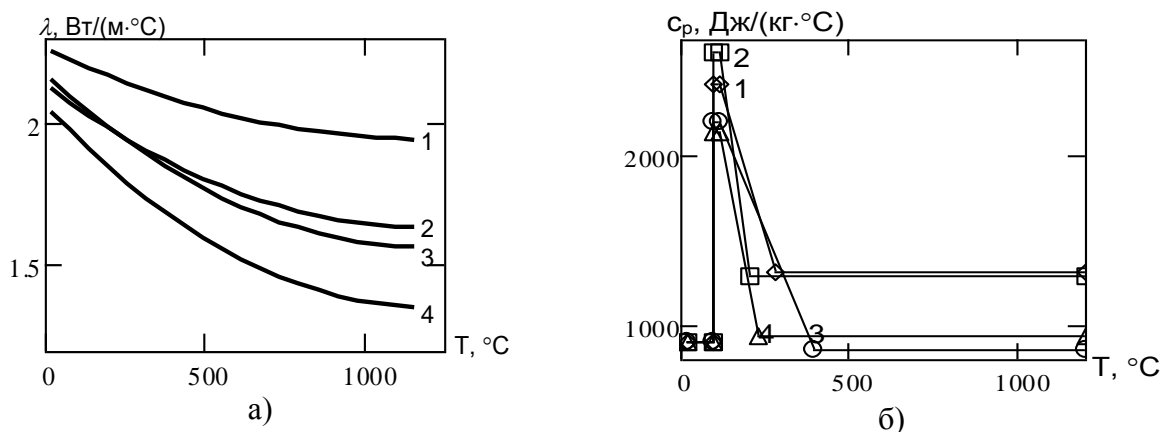


Рисунок 1 - Температурные зависимости коэффициента теплопроводности (а) и удельной теплоемкости (б) цилиндрических бетонных образцов: 1 – суперпластификатор «Coral MasterSILK»; 2 – без добавок; 3 - суперпластификатор «MasterFIX»; 4 - противоморозная добавка «Sika Antifreeze».

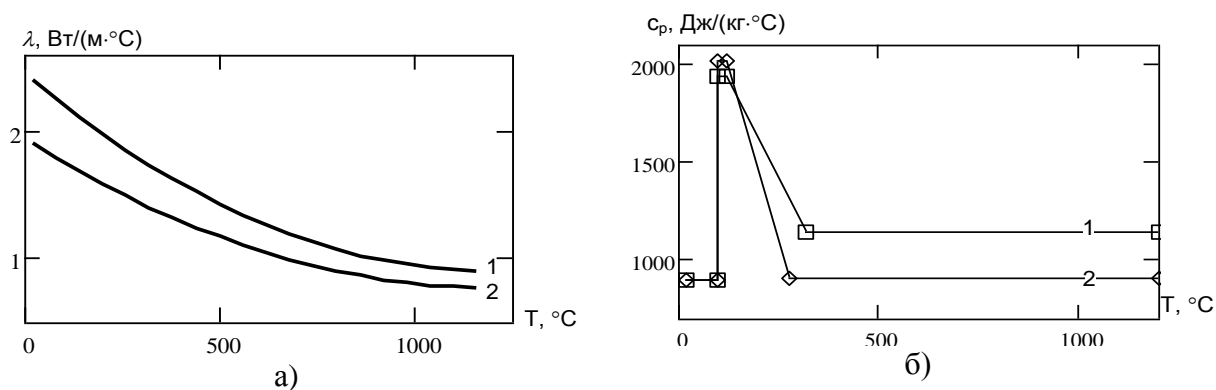


Рисунок 2 - Идентифицированные температурные зависимости коэффициента теплопроводности бетона (а) и удельной теплоемкости (б) кубических образцов: 1 – суперпластификатор «РЕЛАМИКС»; 2 – противоморозная добавка «КРИОПЛАСТ СП15-1».

Коэффициент α_p находят по формуле:

$$\alpha_p = \frac{1}{\frac{1}{C_B} + \frac{1}{\varepsilon C_S} - \frac{1}{C_S}} \cdot \frac{\left[\left(\frac{T_W + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_P + 273}{100} \right)^4 \right]}{T_W - T_P}, \quad (5)$$

где: C_B – коэффициент излучения поверхности;
 C_S – коэффициент излучения абсолютно черного тела;
 ε – степень черноты окружающей среды.

Для расчета были выбраны типовые сечения железобетонных балки и плиты, схемы которых показаны на рис.3.:

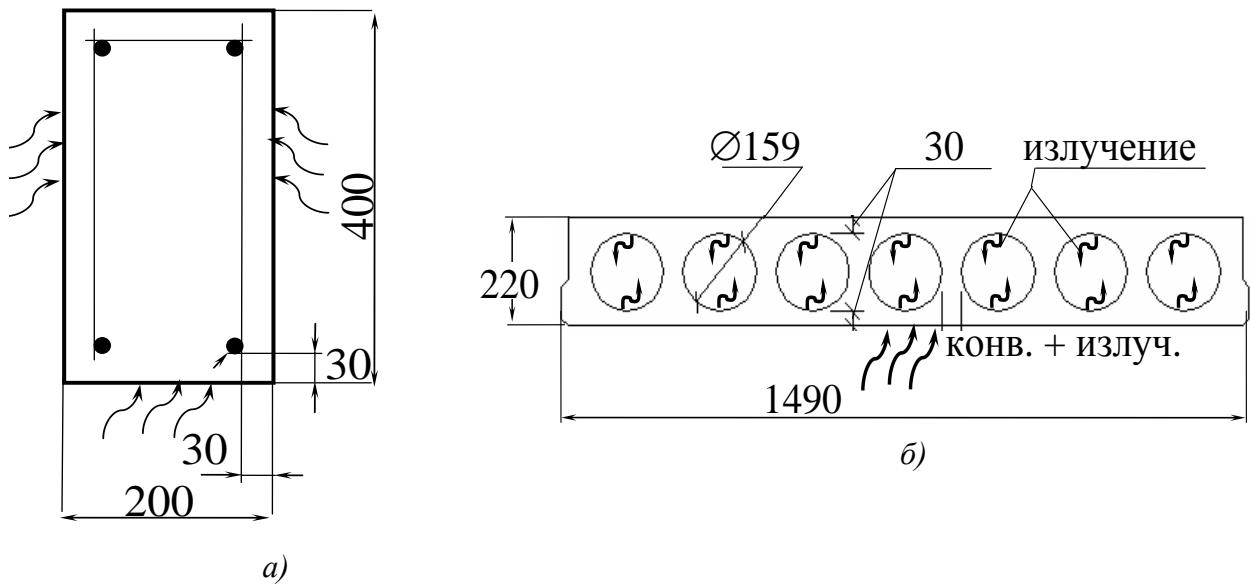


Рисунок 3 - Расчетные схемы сечений железобетонных конструкций:
а – железобетонная балка, б – железобетонная пустотная плита.

Для расчета применялся метод конечных элементов (МКЭ) в комбинации с методом Ньютона–Рафсона с использованием методики предложенной в [4]. В постановке МКЭ граничные условия III рода записываются при помощи выражений:

$$\{Q_{0n}\} = \{Q_n^{\text{конв}}\} + \{Q_n^{\text{излуч}}\}, \quad (6)$$

где: $\{Q_n^{\text{конв}}\}$ – текущий вектор конвективного поверхностного узлового теплового потока, определяемый по формуле:

$$\{Q_n^{\text{конв}}\} = \alpha_k (\{T_{Wn}\} - \{T_{Pn}\}) A_e; \quad (7)$$

$\{Q_n^{\text{излуч}}\}$ – текущий вектор радиационного поверхностного узлового теплового потока, определяемый по формуле:

$$\{Q_n^{\text{конв}}\} = \varepsilon \sigma (\{T_{Wn}^4\} - \{T_{Pn}^4\}) A_e; \quad (8)$$

$\{T_{Wn}\}$ – вектор поверхностных узловых температур;

$\{T_{Pn}\}$ – вектор, члены которого равны температуре пожарной среды.

При наличии полости с взаимным теплообменом поверхностей посредством излучения решается уравнение обмена энергией излучением в виде:

$$\sum_{j=1}^N (\delta_{ij} - F_{ij}) \sigma T_j^4 = \sum_{j=1}^N \frac{1}{A_j} \left(\frac{\delta_{ij}}{\varepsilon_j} - F_{ij} \frac{1 - \varepsilon_i}{\varepsilon_j} \right) q_j \quad (9)$$

где δ_{ij} – параметр, который равен 0, если $i \neq j$, и равен 1, если $i = j$;

q_j – поверхностный тепловой поток через i -тую поверхность, которая обменивается излучением с j -той поверхностью.

F_{ij} – лучевые форм-факторы, зависящие от взаимного расположения i -той и j -той площадей поверхностей, обменивающихся излучением, которые определяются по формуле:

$$F_{ij} = \frac{1}{A_i} \int_{A_i} \int_{A_j} \frac{\cos \theta_i \cos \theta_j}{\pi r^2} dA_j dA_i. \quad (10)$$

В формуле (10) используются величины:

θ - угол между нормалью к элементу и линией, соединяющей элементы i и j ;
 r - расстояние между центрами элементов i и j .

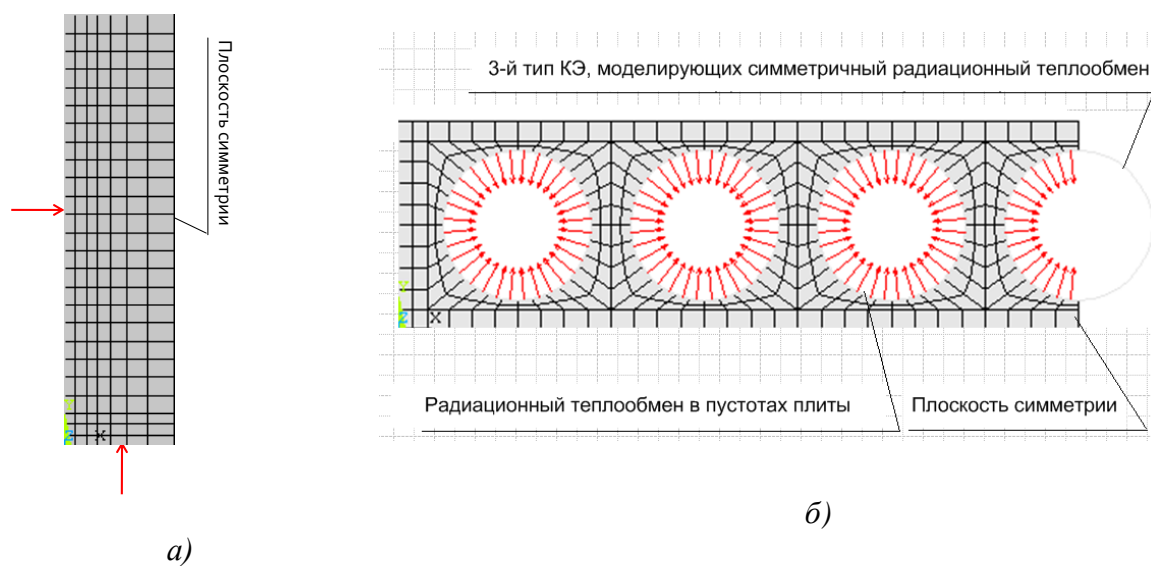


Рисунок 4 - Конечно-элементные схемы сечений несущих железобетонных конструкций:
 а – железобетонная балка, б – железобетонная пустотная плита.

Для расчета были созданы сеточные модели сечений, которые показаны на рис. 4.

После проведения расчета были получены температурные распределения в сечении элементов, которые позволили построить зависимости температуры прогрева внутренних слоев от времени. На рис. 5 и рис. 6 показаны температуры прогрева внутренних слоев железобетонной балки и железобетонной пустотной плиты.

Анализ прогрева приарматурного слоя железобетонной балки показал, что наличие суперпластификаторов сильно влияет на скорость прогрева. В табл. 1 и табл. 2 показаны результаты сравнительного анализа скорости прогрева приарматурного слоя, которые показали, что к наибольшим скоростям приводит наличие суперпластификаторов «MasterFIX», «Coral MasterSILK» и «РЕЛАМИКС». В меньшей степени приводит к увеличению скоростей наличие противоморозных добавок.

Таблица 1 - Сравнительный анализ влияния добавок в бетон на скорость прогрева приарматурного слоя железобетонной балки.

Добавка	Среднее относительное откл. от температуры бетона без добавок, %	Относительное отклонение времени достижения 500°C, %
«MasterFIX»	8,2	13,3
«Coral MasterSILK»	12,9	10,2
«Sika Antifreeze»	3,4	5,5
«РЕЛАМИКС»	7,2	9,5
«КРИОПЛАСТ СП15-1»	2,2	4,1

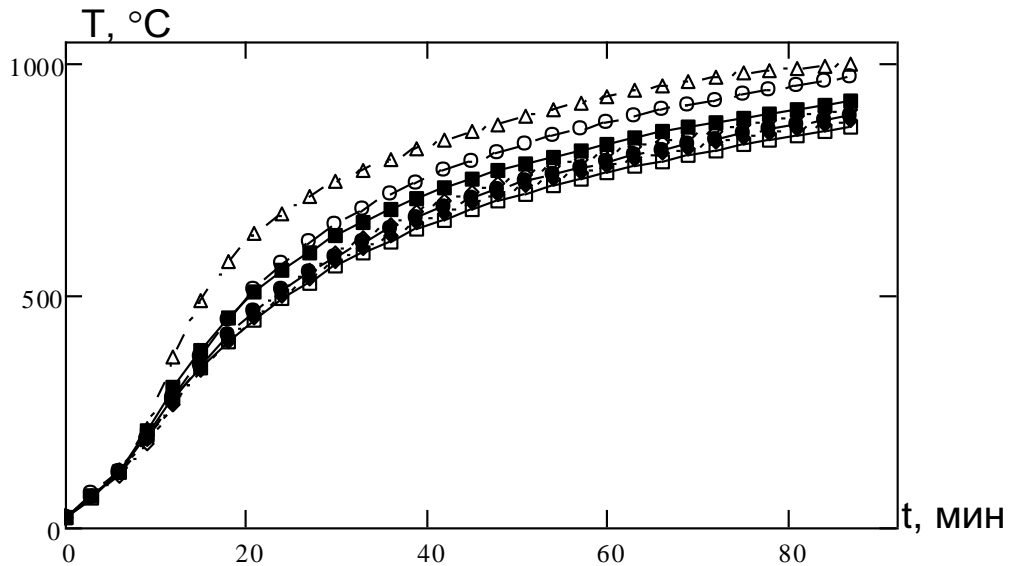


Рисунок 5 - Температура прогрева приарматурного слоя железобетонной балки из модифицированного бетона:

- ▣▣▣ - бетон с характеристиками Eurocode 2;
- ◊◊◊ - бетон без добавок;
- △△△ - бетон с суперпластификатором «MasterFIX»;
- ⊖⊖⊖ - бетон с суперпластификатором «Coral MasterSILK»;
- ▲▲▲ - бетон с противоморозной добавкой «Sika Antifreeze»;
- ■ ■ - бетон с суперпластификатором «РЕЛАМИКС»;
- - бетон с противоморозной добавкой «КРИОПЛАСТ СП15-1».

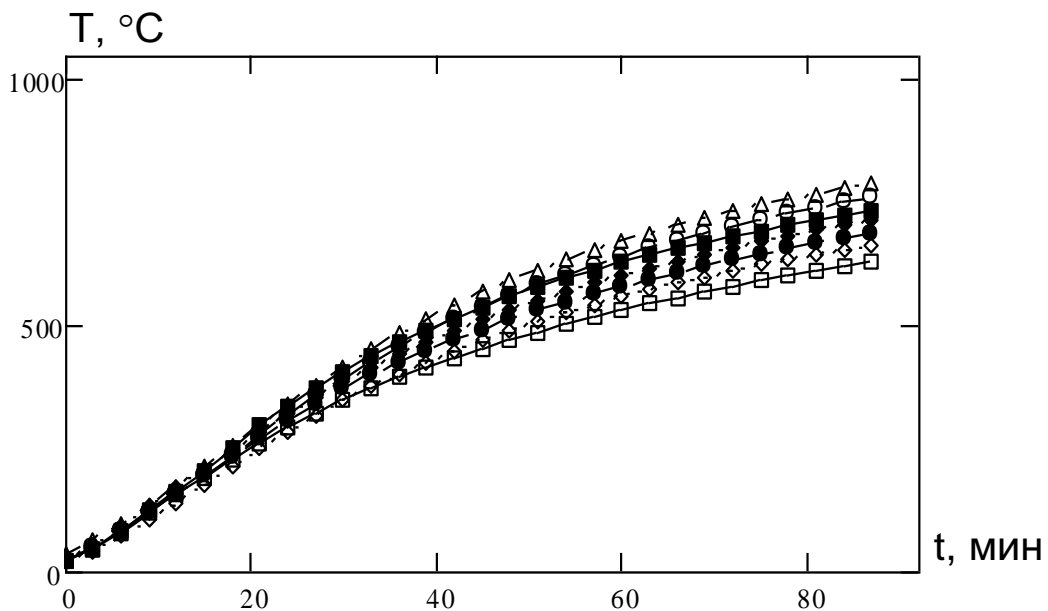


Рисунок 6 - Температура прогрева приарматурного слоя железобетонной плиты из модифицированного бетона:

- ▣▣▣ - бетон с характеристиками Eurocode 2;
- ◊◊◊ - бетон без добавок;
- △△△ - бетон с суперпластификатором «MasterFIX»;
- ⊖⊖⊖ - бетон с суперпластификатором «Coral MasterSILK»;
- ▲▲▲ - бетон с противоморозной добавкой «Sika Antifreeze»;
- ■ ■ - бетон с суперпластификатором «РЕЛАМИКС»;
- - бетон с противоморозной добавкой «КРИОПЛАСТ СП15-1».

Таблиця 2 - Сравнительный анализ влияния добавок в бетон на скорость прогрева приарматурного слоя железобетонной плиты.

Добавка	Среднее относительное откл. от температуры бетона без добавок, %	Относительное отклонение времени достижения 500 °С, %
«MasterFIX»	5,6	9,1
«Coral MasterSILK»	4,8	8,5
«Sika Antifreeze»	2,4	3,2
«РЕЛАМИКС»	4,4	8,1
«КРИОПЛАСТ СП15-1»	1,2	2,3

На рис. 7 и рис. 8 приведены расчетные температурные распределения в разные моменты времени воздействия пожара для железобетонной балки, изготовленной из бетона без добавок и модифицированного бетона.

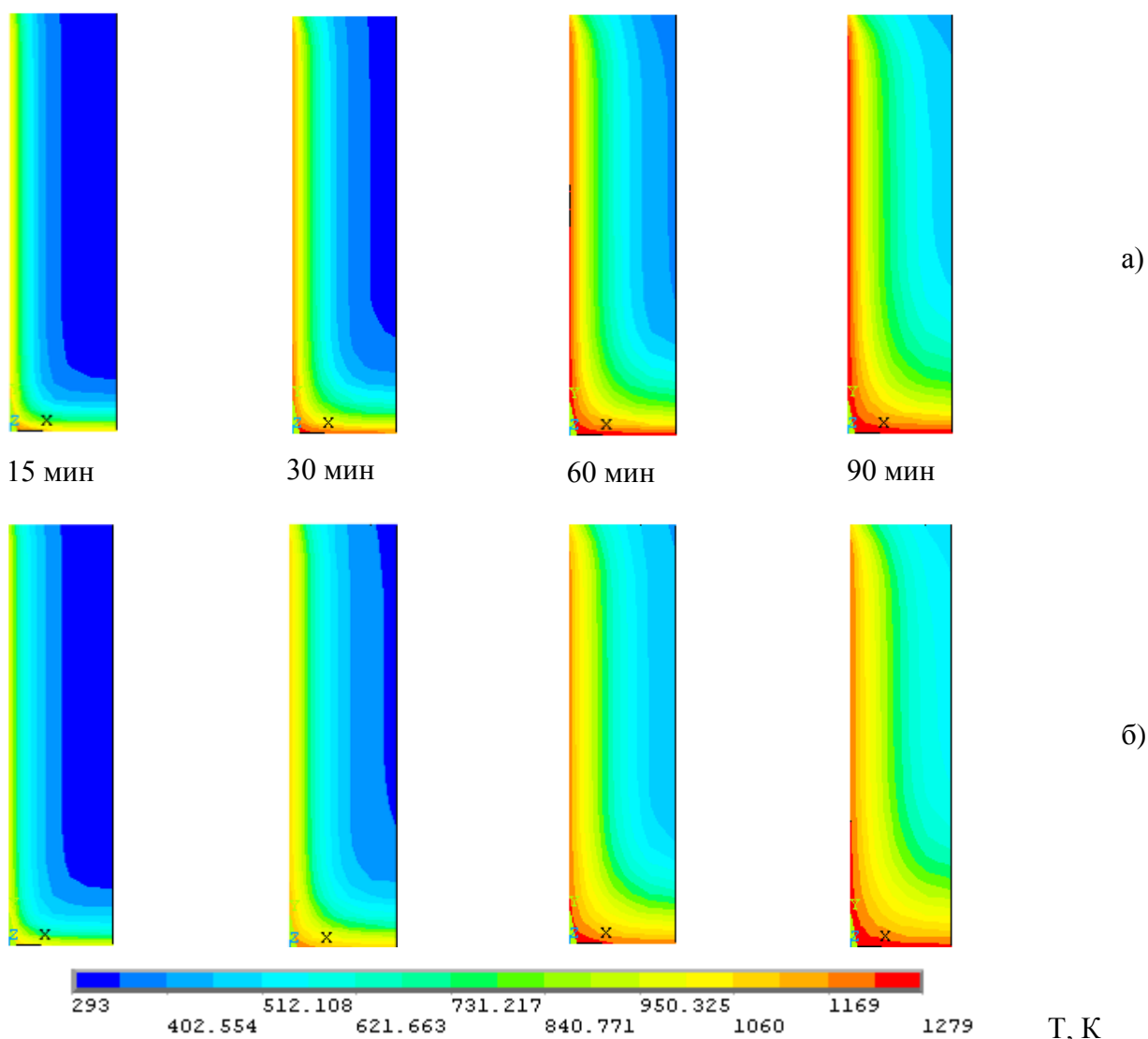


Рисунок 7 - Температурные распределения, рассчитанные для сечения железобетонной балки из бетона без добавок (а) и бетона с суперпластификатором «MasterFIX» (б).

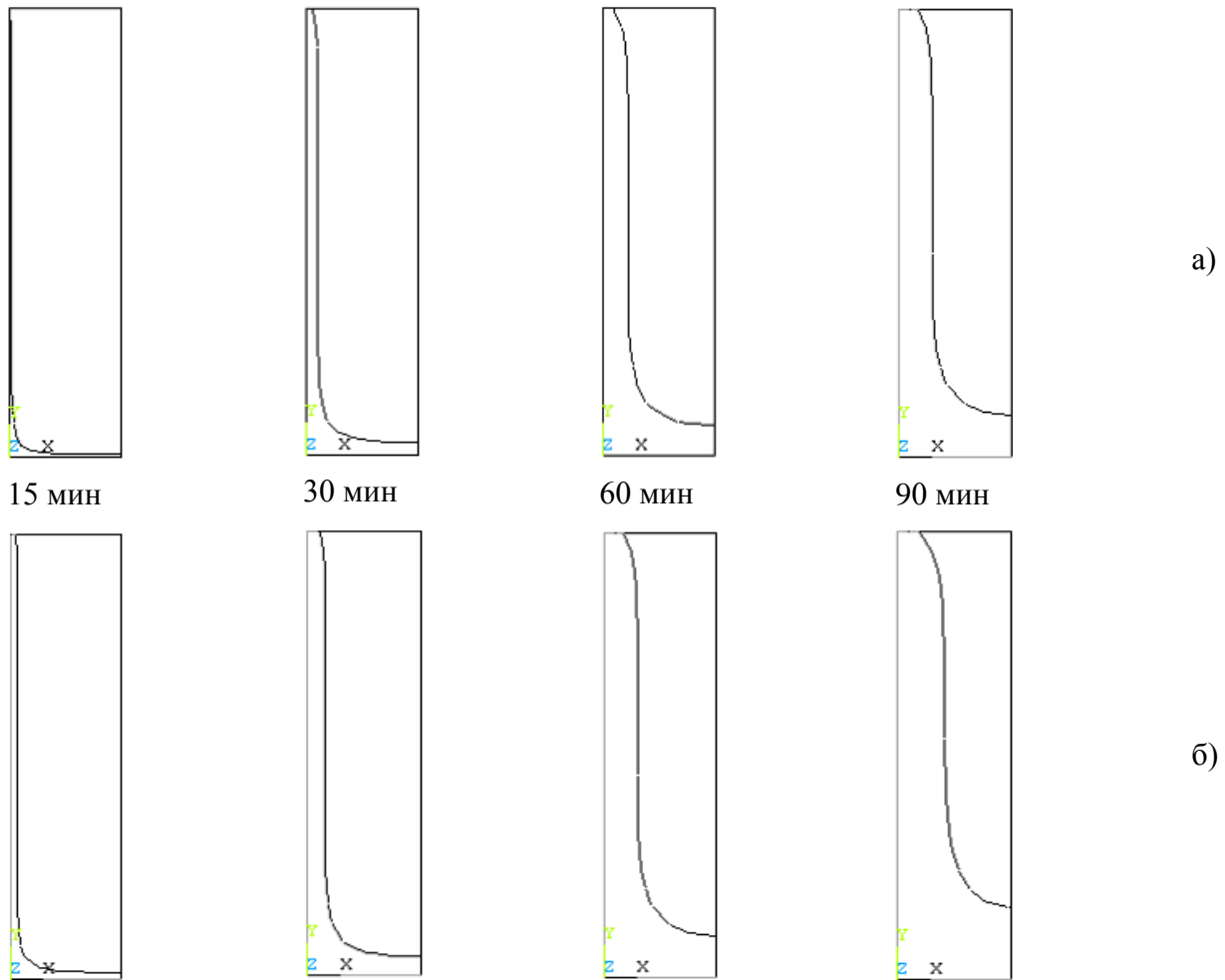


Рисунок 8 - Положения изотермы 500 °С в сечении железобетонной балки из бетона без добавок (а) и бетона с использованием суперпластификатора «MasterFIX» (б).

Согласно данным рис. рис. 7, 8 изотерма 500 °С в сечении железобетонной балки из модифицированного бетона с добавкой «MasterFIX» движется заметно быстрее. Это лишний раз подтверждает, что наличие добавок в бетон может снижать пределы огнестойкости по всем предельным состояниям. Такие же данные были получены и для железобетонной плиты. Для анализа влияния добавок на пределы огнестойкости указанных железобетонных конструкций была проведена его оценка при помощи упрощенных расчетных методов на основе прочностных характеристик бетона марки В30 с упругопластическими свойствами бетона и арматурной стали на основе стандартных диаграмм « σ - ϵ », построенных по моделям Eurocode 2.

Таблица 3 - Пределы огнестойкости, полученные упрощенными расчетными методами для железобетонной балки.

Расчетный метод	Нормативный документ	Модификатор	Предел огнестойкости, мин	Отн. откл. *, %
Изотермич. метод	Eurokode 2 EN 1992-1-2: 2004	Без добавок	67	-
		«MasterFIX»	54	19
		«Coral MasterSILK»	57	15
		«Sika Antifreeze»	59	12
		«РЕЛАМИКС»	57	15
		«КРИОПЛАСТ СП15-1»	62	7
Зональный метод	Eurokode 2 EN 1992-1-2: 2004	Без добавок	69	-
		«MasterFIX»	57	17
		«Coral MasterSILK»	61	12
		«Sika Antifreeze»	62	10
		«РЕЛАМИКС»	62	10
		«КРИОПЛАСТ СП15-1»	64	7
Метод на основе деформ. модели	СТО 36554501-006-2006	Без добавок	72	-
		«MasterFIX»	61	15
		«Coral MasterSILK»	63	13
		«Sika Antifreeze»	65	10
		«РЕЛАМИКС»	64	12
		«КРИОПЛАСТ СП15-1»	67	7

*Относительно результатов расчета для бетона без добавок

Выводы: Учитывая полученные данные, можно сделать вывод о том, что наличие добавок в составах бетонов оказывает ощутимое влияние на огнестойкость железобетонных балок и плит, поскольку отклонение пределов огнестойкости для железобетонных конструкций из модифицированного бетона по отношению к конструкциям из немодифицированного бетона составляет в среднем 11%, что составляет около 6 минут.

Перспективы дальнейших исследований. Использованные расчетные методы не могут учесть напряженно-деформированное состояние железобетонных конструкций в полной мере. Таким образом, необходимо осуществление математического моделирования поведения железобетонных балок в условиях высокотемпературного нагрева под действием статической нагрузки и определение пределов огнестойкости на основе расчета напряженно-деформированного состояния строительных конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поздеев А.В., Осипенко В.И., Гвоздь В.М., Стащенко С.И., Нуянзин В.М. Влияние модифицирующих добавок в бетоны на обеспечение огнестойкости железобетонных строительных конструкций // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. Черкаси: АПБ. – Випуск 7. - 2011 - С. 123-129.
2. Поздеев А.В. Определение теплофизических характеристик модифицированного бетона расчетно-экспериментальным методом // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2011. – № 2(24). – С. 104-112.
3. Влияние добавок, повышающих подвижность бетонной смеси на теплофизические характеристики при пожаре / Поздеев А.В., Тищенко А.М., Некора О.В. [и др.] // Пожежна безпека: теорія і практика. – 2011. – № 9. – С. 106-114.
4. Круковский П.Г. Обратные задачи тепломассопереноса (Общий инженерный подход) / Круковский П.Г. – К.: НАНУ Институт технической теплофизики, 1998. – 224 с.

УДК 614.841

В.М. Рудницький, д. т. н., проф., О.О. Дядюшенко, к. т. н., О.В. Міненко,
Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ТА ФІКСАЦІЇ ДАНИХ ЗА ФАКТОМ ПОЖЕЖІ

У статті розглядається розробка інформаційної технології для підвищення достовірності безпомилкової роботи при оформленні звітної службової документації за причинами та наслідками пожеж державним інспектором з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки на основі теорії вірогідності та математичної статистики.

Ключові слова: показники якості, первинна обробка даних, державний інспектор з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки.

Постановка проблеми. Здійснення повсякденної діяльності державним інспектором з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки полягає у проведенні перевірок протипожежного стану об'єктів різних форм власності та населених пунктів, розробкою попереджувальних заходів і підготовкою службової документації та звітних матеріалів, що відбирає значну частину робочого часу інспектора, тим самим зменшує ефективність його роботи [1]. Одним з найбільш важливих напрямків діяльності державного інспектора з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки полягає проведенні пожежно-технічних розслідувань за фактом пожежі. [2]. Тому впровадження інформаційних технологій саме у процес моніторингу причин та наслідків пожеж є пріоритетним питанням у розвитку даної галузі службової діяльності органів Держтехногенбезпеки України.

Метою роботи є розробка математичного забезпечення для визначення достовірності безпомилкової роботи державним інспектором з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки при оформленні звітної службової документації за результатами моніторингу причин та наслідків пожеж.

Виклад основного матеріалу досліджень.

Технічні переваги використання комп'ютерних технологій для моніторингу причин і наслідків пожеж та забезпечення автоматизації процесу звітності державним інспектором з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки полягають у наступному:

- можливості автоматичної швидкої первинної обробки даних, оперативного контролю і надання консультативної допомоги у випадку виникнення колізій;
- автоматичне документування й архівація процесу з можливістю наступного аналізу будь-якої його стадії, у тому числі й оцінки дій персоналу і представлення інформації в зручному для користувача вигляді;
- можливість створення контурів керування об'єктами з мінливими в часі характеристиками, а також систем адаптивного керування і реалізації алгоритмів нечіткої логіки.
- виключається чи знижується вплив людського фактора, поліпшується зовнішній вигляд отриманих даних і в остаточному підсумку підвищується можливості збереження і передачі інформації;
- знижується і стає стабільним використанням витратних матеріалів для підготовки службової документації, що створює можливість не тільки заощаджувати витратні матеріали, але і вести плановані їхні закупівлі;
- економічні переваги використання автоматизації у виробництві впливають з технічних переваг.

Серед показників якості щодо первинної обробки даних при визначенні причин і наслідків пожеж виділяються:

1. Час реєстрації та обробки інформації для підготовки рішення.
2. Кількість затрачених ресурсів для підготовки рішення.
3. Достовірність отриманої інформації.
4. Імовірність підготовки правильного проекту рішення тощо.

Серед вибраних показників для забезпечення автоматизації процесу підготовки проекту рішення найбільш доцільно використати час реєстрації інформації та достовірність.

Час первинної обробки даних для підготовки рішення (T) складається з чотирьох етапів:

$$T = \sum_{i=1}^k \tau_i^{\partial n} + \sum_{l=1}^n \tau_l^{nn} + \sum_{g=1}^p \tau_g^{ng} + \sum_{j=1}^m \tau_j^{nj}, \quad (1)$$

де k – кількість завдань, інформацію про виконання яких інспектор фіксує до прибуття на місце пожежі, $\tau_i^{\partial n}$ – час виконання i -го завдання до прибуття на місце пожежі; τ_l^{nn} – час виконання l -го завдання під час гасіння пожежі; n – кількість завдань, інформацію про виконання яких державний інспектор з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки фіксує на місці пожежі під час її гасіння; p – кількість завдань, інформацію про виконання яких інспектор фіксує при розслідуванні причин виникнення пожежі; τ_g^{ng} – час виконання g -го завдання при розслідуванні причин виникнення пожежі; m – кількість завдань, інформація про виконання яких повинна надійти державному інспектору з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки від служб та відомств, що можуть бути залучені до процесу розслідування пожеж; τ_j^{nj} – час виконання j -го завдання при оформленні документів про результати розслідування пожежі [3].

Розглянемо процес первинної обробки даних і заповнення звітної документації більш детально. Умовно цей процес зображений на рис. 1,

де $\tau^{\partial n}$, τ^{nn} , τ^{ng} , τ^{nj} – моменти часу визначення та фіксації даних про пожежу на етапах роботи до прибуття на місце пожежі, після прибуття на місце пожежі, після закінчення гасіння пожежі та під час заповнення звітної документації.

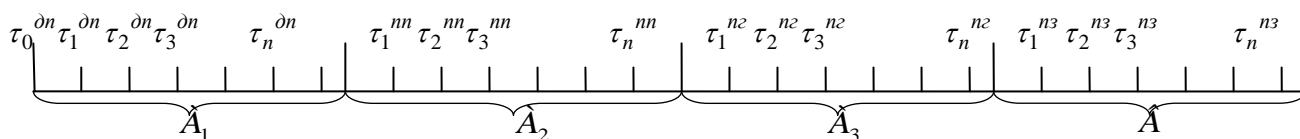


Рисунок 1 - Етапи збирання інформації інспектором ДПН за фактом пожежі та підготовки звітної документації.

Перші три етапи роботи державного інспектора з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки відбуваються безпосередньо на місці виникнення пожежі.

Нехай A_1 – відсутність помилки у фіксації даних на першому етапі;

$\overline{A_1}$ – наявність помилки у фіксації даних на першому етапі;

A_2 – відсутність помилки у фіксації даних на другому етапі;

$\overline{A_2}$ – наявність помилки у фіксації даних на другому етапі;

A_3 – відсутність помилки у фіксації даних на третьому етапі;

$\overline{A_3}$ – наявність помилки у фіксації даних на третьому етапі.

Тоді повна множина подій

$$\Omega = \left\{ \begin{array}{l} H_1, H_2, H_3, H_4 \\ H_5, H_6, H_7, H_8 \end{array} \right\} \quad (2)$$

Повна ймовірність виникнення помилки при підготовці картки обліку пожежі:

$$P(B) = \sum_{i=1}^8 P(H_i) \cdot P_{H_i}(B), \quad (3)$$

де B – заповнення картки обліку без помилок;

$P_{H_i}(B)$ – ймовірність заповнення картки обліку без помилок (визначається експертним шляхом);

H_i – події, при яких:

$$H_1 = A_1 A_2 A_3; \quad H_2 = \overline{A_1} A_2 A; \quad H_3 = A_1 \overline{A_2} A_3; \quad H_4 = A_1 A_2 \overline{A_3}; \quad H_5 = \overline{A_1} A_2 A_3;$$

$$H_6 = \overline{A_1} A_2 \overline{A_3}; \quad H_7 = A_1 \overline{A_2} \overline{A_3}; \quad H_8 = \overline{A_1} \overline{A_2} \overline{A_3}.$$

$$P(H_1) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3);$$

$$P(H_2) = P(\overline{A_1}) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3);$$

$$P(H_3) = P(A_1) \cdot P(\overline{A_2}) \cdot P(A_3);$$

$$P(H_4) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(\overline{A_3});$$

$$P(H_5) = P(\overline{A_1}) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3);$$

$$P(H_6) = P(\overline{A_1}) \cdot P(A_2) \cdot P(\overline{A_3});$$

$$P(H_7) = P(A_1) \cdot P(\overline{A_2}) \cdot P(\overline{A_3});$$

$$P(H_8) = P(\overline{A_1}) \cdot P(\overline{A_2}) \cdot P(\overline{A_3}).$$

$P(A_i)$, $P(\bar{A}_i)$ вимірюється експериментальним шляхом на основі статистичних даних.

Визначимо найбільш важливі показники, які впливають на якість виконання завдань державним інспектором з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки на етапах його роботи при розслідуванні [4].

На I етапі час підготовки даних не є критичним, тому що він пов'язаний з часом прибуття на місце пожежі, проте важливе значення має достовірність фіксації часових проміжків і первинного оброблення попередньої інформації.

На II етапі завдання пов'язані з фіксацією процесу гасіння пожежі. На цьому етапі час підготовки даних також не є критичним.

На III етапі критичними є і час отримання даних, і їх достовірність. Зменшення часу первинного оброблення даних дасть інспектору можливість швидше виконати поставлену задачу, залишити місце пожежі і перейти до виконання інших завдань згідно з планом роботи.

На IV етапі критичним є час, тому що інформація надається різними службами та відомствами на основі власної діяльності.

Висновки:

Запропоноване математичне забезпечення, що розроблено на основі методів теорії вірогідності та математичної статистики для підвищення достовірності роботи державного інспектора з контролю у сфері пожежної та техногенної безпеки під час моніторингу причин та наслідків пожеж.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Наказ МНС України від 25.05.2012 року №863 «Порядок проведення перевірок органами Державної інспекції техногенної безпеки».
2. Наказ МНС України від 27.04.2004 року №187 «Про затвердження Положення про органи дізнання в системі МНС України».
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1997. – 479 с.
4. В.А. Колемаев, О.В. Староверов, В.Б. Турундаевский; Под ред. В.А. Колемаева. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 1991. – 400 с.

УДК 614.842.83 (007.5); 681.3

С.В. Стась, к.т.н., доц., В.В. Зайвий, к.і.н., с.н.с., І.В. Бурляй, О.М. Мирошник,
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

УТОЧНЕННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНО-ФІДЕРНИХ ПРИСТРОЇВ ДІАПАЗОНУ 145-150МГЦ СИСТЕМ КОНВЕНЦІОНАЛЬНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ

В роботі розглядається проблема дослідження існуючих конвенціональних систем радіозв'язку аварійно-рятувальних підрозділів та знаходження шляхів для підвищення їх експлуатаційних характеристик.

Ключові слова: метод моментів, антена, фідерний пристрій, канал зв'язку, ультракороткі хвилі.

Обґрунтування доцільності проведення досліджень. Створення нових підходів до організації та удосконалення системи управління оперативною діяльністю підрозділів Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи (МНС) в багаторівневій структурі сучасних телекомунікаційних систем є в даний час однією із актуальних проблем і дає можливість значного резерву підвищення ефективності управління аварійно-рятувальними підрозділами МНС [1]. Важливою ланкою в автоматизованих системах управління (АСУ) є засоби передачі інформації. Апаратура передачі інформації необхідна в спеціалізованих інформаційних системах, таких як автоматизована система оперативного управління (АСОУ) підрозділами оперативно-рятувальної служби (ОРС) МНС. На сьогодні, дослідження і вирішення питань, пов'язаних зі створенням методики аналізу системи зв'язку та її модернізацією, є необхідним кроком в напрямку покращення технічного оснащення оперативно-рятувальної служби.

Аналіз останніх досліджень з даної проблематики. Діяльність підрозділів ОРС пов'язана з виконанням широкого спектру завдань, які вимагають відповідного інформаційного забезпечення. Для організації оперативного зв'язку найбільш широко застосовуються системи професійного рухомого радіозв'язку (СПР або PMR - Private mobile radio – приватний (професійний) рухомий радіозв'язок).

Проте, стан забезпеченості професійним мобільним радіозв'язком та його якість в МНС знаходиться на рівні середини ХХ сторіччя за технічним оснащенням та за рівнем організації. Тому є малоймовірною, у випадку виникнення надзвичайної ситуації великого масштабу, організація якісного зв'язку з чітко визначеною ієрархією в межах однієї служби, не кажучи вже про організацію взаємодії між декількома службами, наприклад підрозділами МНС, Міністерства внутрішніх справ та підрозділами швидкої допомоги. Тому постає питання розробки та впровадження таких систем зв'язку, які адекватні завданням, що покладено на аварійні підрозділи.

Можливим варіантом розвитку систем радіозв'язку є використання СПР на базі цифрових транкових систем (TetraPol, APCO 25, TETRA тощо), які розроблювалися із врахуванням досвіду експлуатації систем радіозв'язку силовими підрозділами.

Не можна розглядати як альтернативу СПР використання загальнодоступних засобів стільникового зв'язку. Так, наприклад, під час руйнування Всесвітнього торгового центру в Нью-Йорку у вересні 2001 року компанія Verizon, найбільший провайдер послуг зв'язку, втратила 200 тис. телефонних ліній, 150 тис. ліній відомчих автоматичних телефонних станцій, 3,7 млн. ліній передачі даних (data circuits) і 10 стільникових ретрансляторів. Ці втрати стосувалися понад 30 тис. абонентів [2].

Проте, розгортання повномасштабної системи цифрового транкового радіозв'язку потребує значних капіталовкладень та часу. Тому в даний час, *постає проблема*

дослідження існуючих конвенціональних систем радіозв'язку ОРС МНС та знаходження шляхів для підвищення їх експлуатаційних характеристик.

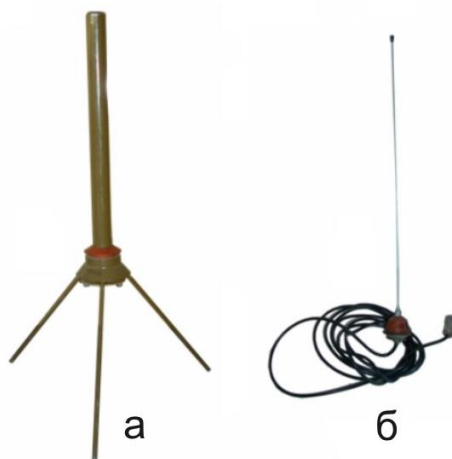


Рисунок 1- Антенні пристрої:

а) базової радіостанції; б) мобільної радіостанції.

Постановка завдання. В підрозділах ОРС експлуатується конвенціональна система радіозв'язку в ультракороткохвильовому (УКХ) діапазоні. Для організації зв'язку використовуються стаціонарні базові станції та мобільні радіостанції встановлені на автомобілях.

Базові антенні пристрої (рис. 1 а) є широкодіапазонними, тобто забезпечується прийнятний рівень експлуатаційних характеристик в достатньо широкому радіочастотному діапазоні (до 30 МГц). Це дозволяє використовувати їх при перестроюванні з основних робочих частот на резервні, або при роботі на інших частотах при взаємодії з підрозділами МВС, швидкої допомоги тощо, без погіршення тактико-технічних характеристик комплексів радіозв'язку в цілому. Для забезпечення роботи мобільних радіостанцій використовують в основному вертикальний чвертьхвильовий штир (рис. 1 б, рис. 2).

Довжина чвертьхвильового штиря розраховується на одну робочу частоту. Але зважаючи на особливості діяльності підрозділів ОРС, може виникати необхідність роботи на суміжних частотах або в певному радіочастотному діапазоні для забезпечення взаємодії з спеціальними службами. Таким чином, виникає необхідність дослідження характеристик антено-фідерних пристроїв мобільних радіостанцій в межах розширеного діапазону, необхідного для забезпечення сумісної роботи підрозділів ОРС зі службами взаємодії.

Вирішення завдання. Чвертьхвильовий штир складається із вертикально розміщеного вібратора, електрична довжина якого рівна $\lambda/4$ (λ - довжина електромагнітної хвилі, м). Як відомо, найкоротша передавальна антена повинна мати довжину $\lambda/2$.

$\lambda/4$ штир також є напівхвильовим випромінювачем; чвертьхвильовий відрізок вібратора, якого немає, утворюється дзеркальним відображенням антени (рис. 2).

В основу систем радіозв'язку АСОУ ОРС покладено енергетичний розрахунок умов забезпечення встановлення зв'язку, який проводиться за формулою Введенського [3]:

$$E = \frac{4\pi\sqrt{60P \cdot D}}{\lambda r^2} h_1 h_2,$$

де E – напруженість електричного поля, створюваного радіопередавачем в точці прийому, мкВ/м; P – потужність, яка випромінюється антеною радіопередавача, Вт; h_1 та h_2 – висоти

підйому антени передавача та приймача, m ; r – відстань між передавачем та приймачем, км; D – коефіцієнт спрямованої дії передавальної антени.

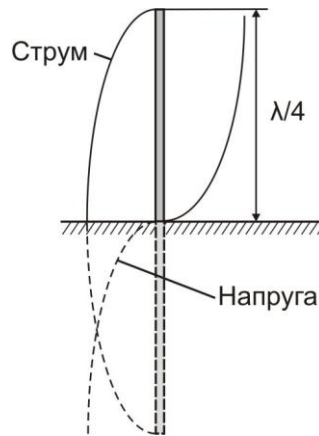


Рисунок 2 - Вертикальний чвертьхвильовий штир.

З виразу видно, що умови забезпечення радіозв'язку перебувають в залежності від потужності P передавача, яка може бути суттєво знижена в тракці антено-фідерної лінії, внаслідок поганого узгодження лінії передачі з антеною (рис. 3).

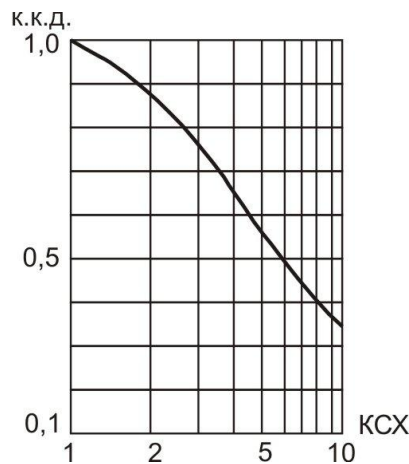


Рисунок 3 - Коефіцієнт корисної дії потужності лінії передачі в залежності від неузгодження між генератором та навантаженням [4].

Показником, який характеризує ступінь узгодження генератора та лінії передачі є *коефіцієнт стоячої хвилі (КСХ)*. В свою чергу, КСХ залежить від узгодження електричних розмірів вібратора з частотою генератора (за умови відповідності даних параметрів $КСХ \rightarrow 1$ [4]).

Для розрахунку УКХ чвертьхвильових вібраторів використовують спрощену формулу [4]:

$$l = \frac{141}{2f}, \quad (1)$$

де l - довжина вібратора, м; f - частота, МГц.

Для вирішення завдання дослідження характеристик антено-фідерних пристроїв мобільних радіостанцій шляхом комп'ютерного моделювання було використано оболонку MMANA 2.03 з обчислювальним ядром MININEC3. Достовірність отриманих даних в

результаті комп'ютерного моделювання підтверджується багаторічною професійною перевіркою на практиці [5].

Спочатку перевірялася точність формули (1) для розрахунку геометричних розмірів антен. В оболонці MMANA 2.03 була створена модель чвертьхвильового вібратора (рис. 4), матеріал – залізо, товщина вібратора – 1,5мм. За формулою (1) для діапазону робочих частот 145-150МГц з кроком 1МГц знайдено відповідні довжини вібраторів l (табл.1).

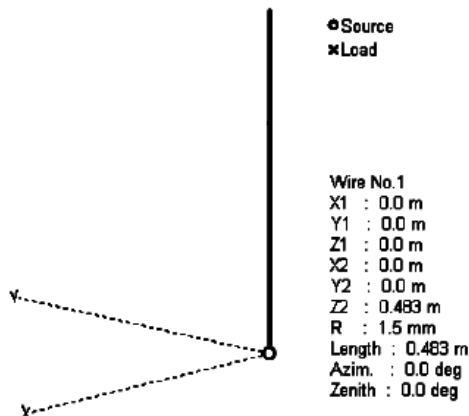


Рисунок 4 - Модель чвертьхвильового вібратора представлена в оболонці MMANA 2.03.

Після цього в оболонці MMANA 2.03 на ядрі MININEC3 було проведено моделювання роботи чвертьхвильового штиря із розрахованими значеннями довжини на відповідних частотах. Як результат, отримано значення КСХ для кожного випадку комп'ютерного моделювання, результати занесено до таблиці 1.

Таблиця 1 - Отримані за допомогою комп'ютерного моделювання значення КСХ для вібраторів розрахованих за формулою (1).

№ п/п	Робоча частота, МГц	Довжина вібратора, м	КСХ
1	145	0,4862	1,41
2	146	0,4829	1,41
3	147	0,4796	1,41
4	148	0,4764	1,41
5	149	0,4732	1,41
6	150	0,4700	1,41

За допомогою вбудованої в оболонку функції оптимізації антено-фідерних систем було проведено розрахунку з метою підвищення к.к.д. системи. Отримані результати було зведено до таблиці 2.

За результатами порівняння даних таблиці 1 та 2 було зроблено поправку розрахункової формули для визначення довжини антени типу чвертьхвильовий штир:

$$l = \frac{144}{2f}. \quad (2)$$

Наступним етапом дослідження антено-фідерних пристроїв системи рухомого радіозв'язку стало дослідження моделей антен з метою виявлення максимальної ширини робочої смуги на якій зберігаються прийнятні характеристики узгодження лінії передачі та генератора ($КСХ < 2$).

Таблиця 2- Отримані за допомогою оптимізації значення КСХ та геометричні розміри для чвертьхвильового вібратора.

№ п/п	Робоча частота, МГц	Довжина вібратора, м	КСХ
1	145	0,4966	1,28
2	146	0,4932	1,28
3	147	0,4898	1,28
4	148	0,4865	1,28
5	149	0,4832	1,28
6	150	0,4800	1,28

В якості першої антени досліджувалася модель з такими характеристиками: резонуюча частота – 148,5 МГц; геометрична довжина – 0,4848 м; товщина вібратора – 1,5 мм; матеріал – залізо. Для обох випадків в якості землі використовувалися реальні значення діелектричної проникності середовища $\epsilon = 13$ та провідності $mS/m = 5$ (середня якість землі).

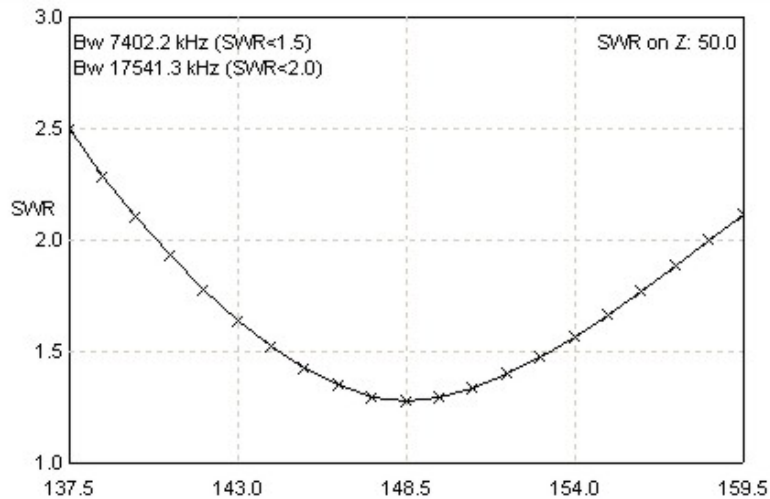


Рисунок 5 - Графік залежності КСХ АФП від частоти для вібратора товщиною 1,5 мм.

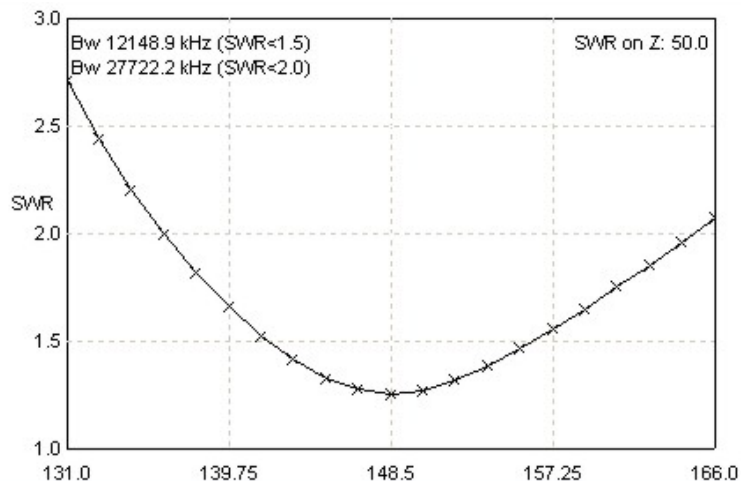


Рисунок 6 - Графік залежності КСХ АФП від частоти для вібратора товщиною 10 мм.

В результаті комп'ютерного моделювання отримано графік залежності КСХ антени від частоти генератора в досить широкому діапазоні 137,5-159,5 МГц (рис. 5).

В інших випадках проводилося моделювання вібратора із збільшеною товщиною до 10 та 15 мм. При цьому, було проведено оптимізацію геометричних розмірів антени з метою приведення їх до резонуючої частоти 148,5 МГц (рис. 6).

Зведені характеристики роботи антено-фідерних систем отримані в результаті моделювання подано в таблиці 3.

Таблиця 3- Характеристики роботи АФП отримані в результаті комп'ютерного моделювання.

Модель антени	Товщина вібратора, мм	Геометричні розміри вібратора, м	Резонуюча частота, МГц	КСХ на резонуючій частоті	Ширина діапазону де $КСХ < 1,5$, МГц	Ширина діапазону де $КСХ < 2$, МГц
№1	1,5	0,4848	148,5	1,28	7,4022	17,5413
№2	10	0,4825	148,5	1,26	12,1489	27,7222
№3	20	0,4850	148,5	1,11	18,9148	35,0421

Висновки. За результатами комп'ютерного моделювання, даних таблиць 1, 2, 3 та з наведених на рис. 5, 6 графіків залежності КСХ можна зробити **головні висновки та надати такі рекомендації:**

1. Для уточнення розрахункових формул геометричних розмірів антен для конкретного робочого діапазону може бути використана спеціалізована програмна оболонка MMANA 2.03 ядра MININEC3.
2. Типові антени (товщина вібратора 1,5-2 мм) мобільних УКХ радіостанцій мають достатньо вузький діапазон робочих частот (де $КСХ < 2$) і не можуть задовольнити специфічних вимог продиктованих можливістю роботи радіостанцій ОРС на частотах служб взаємодії (з різницею в рознесенні частот більше 15-20 МГц).
3. Для збільшення робочого діапазону антен мобільних радіостанцій потрібно використовувати вібратор із збільшеним до 10-20 мм значенням товщини (подальше збільшення товщини вібратора ускладнене конструктивним виконанням антени та її кріплення а також особливостями експлуатації).
4. Для забезпечення сумісної роботи аварійно-рятувальних підрозділів ОРС зі службами взаємодії слід провести узгодження вибору резонуючої частоти антени та її геометричних розмірів (товщини) відповідно до Національної таблиці розподілу радіочастот (з метою охоплення робочих частот підрозділів ОРС та інших відомств робочою смугою антени де $КСХ < 2$).

Перспективами використання результатів дослідження є:

1. Визначення оптимальних характеристик антено-фідерних систем пожежно-рятувальних автомобілів.
2. Визначення оптимальних робочих частот підрозділів ОРС ЦЗ та служб взаємодії з огляду на сумісну роботу.
3. Подальші дослідження ефективності професійних систем конвенціонального радіозв'язку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Комплексна програма розвитку системи зв'язку, оповіщення та інформатизації МНС України на 2004-2010 роки [Текст] / Додаток до Наказу МНС України від 04.03.04 №109-р.
2. Проблемы использования систем сотовой связи в чрезвычайных ситуациях [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.sagatelecom.ru/encyclopedia/protocol/detail.php?SECTION_ID=28&ID=22 – Назва з екрана.
3. Шаровар Ф.И. Автоматизированные системы управления и связь в пожарной охране. [Текст] – М.: ВИПТШ МВД СССР/Радио и связь, 1987.- 304 с.
4. Ротхаммель К. Антенны: Пер. с нем. – 3-е изд., доп. [Текст] – М.: Энергия, 1979. – 320 с.
5. Гончаренко И.В. Антенны КВ и УКВ. Часть 1. Компьютерное моделирование. MMANA. [Текст] – М.: ИП РадиоСофт, Журнал «Радио», 2004. – 128 с.

УДК 532.628:614.843

М.Ю. Стриганова, к.т.н.
Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ, ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ АВАРИЯХ

При чрезвычайных ситуациях на гидротехнических сооружениях напорного фронта особенностью является образование волны прорыва. В результате гидродинамического моделирования неустановившегося движения потока при разрушении плотины и экспериментальных исследований разработана методика прогнозного расчета динамики параметров волны прорыва, позволяющая определить зоны затопления, что позволяет повысить эффективность мероприятий по защите населения и объектов при гидродинамических авариях.

Ключевые слова: волна прорыва, разрушение плотины, зоны затопления

Конец XX и начало XXI века характеризуется в истории развития человеческого общества опасным ростом количества и масштабов различных аварий и катастроф. Наиболее опасными являются аварии на крупных экологически уязвимых объектах, к которым относятся многие водохозяйственные сооружения (плотины, водохранилища, дамбы).

На территории Республики Беларусь подпорными сооружениями на водохранилищах являются грунтовые плотины или дамбы. При авариях, катастрофах, антропогенных причинах разрушение грунтовых плотин, происходит очень динамично за короткий промежуток времени. Особенностью разрушения таких гидротехнических сооружений является образование волны прорыва, которая образуется при наложении двух процессов: падения вод водохранилища из верхнего в нижний бьеф и резкое увеличение объема воды в месте падения. Следствием гидродинамических аварий является катастрофическое затопление местности и таранное воздействие волны прорыва на людей и сооружения.

Основой формирования защиты населения является зонирование территории по видам и степени возможной опасности при катастрофическом затоплении волной прорыва. Для прогнозирования инженерной обстановки при прохождении волны прорыва необходим расчет ее основных параметров, к которым относятся: максимальная высота волны прорыва; максимальная скорость тела волны; скорость фронта волны прорыва; скорость хвоста волны прорыва; времена добегания характерных точек волны прорыва (фронта, гребня, хвоста) до расчетных створов.

Для эффективной защиты населения, объектов и территорий необходимы методика и программа расчета параметров волны прорыва и зон затопления, применительно к гидроморфометрическим условиям Республики Беларусь.

Теоретическая база основана на исследовании движения волны прорыва при гидродинамической аварии на гидротехнических сооружениях напорного фронта. Рассмотрено медленно изменяющееся неустановившееся движение потока жидкости на участке dl некоторого русла с площадью живого сечения в начале потока S . Расчетная схема движения волны прорыва представлена на рисунке 1.

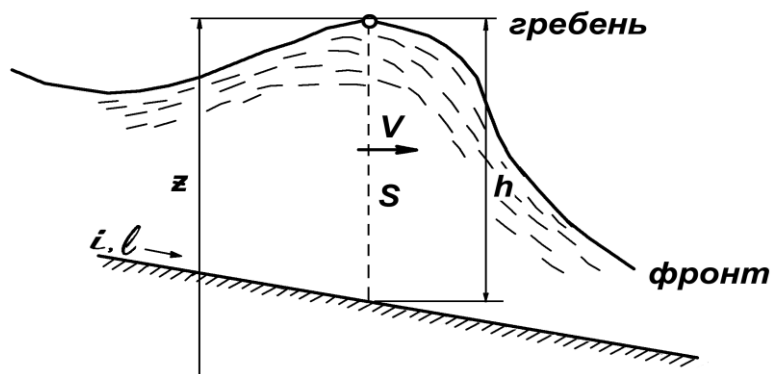


Рисунок 1 – Расчетная схема движения волны прорыва.

Координата свободной поверхности потока в начальном сечении обозначена через z , а средняя скорость в этом сечении через v . На расстоянии dl координата z и скоростной напор $\frac{\alpha v^2}{2g}$ получают следующие приращения: dz и $d\left(\frac{\alpha v^2}{2g}\right)$ соответственно (α - коэффициент Кориолиса) [1, 2].

Для рек Республики Беларусь продольный уклон для русел относительно мал, поэтому для потока волны прорыва ускорение, равное $\frac{\alpha_0 \partial v}{\partial t}$ (с учетом неравномерности распределения скоростей в сечении), действует вдоль оси l (α_0 – коэффициент Буссинеска; t – время движения потока, с).

В соответствии с рисунком 1 с учетом работы силы инерции, отнесенной к единице веса жидкости, на участке dl , уравнение сохранения полной удельной энергии для сечения с координатой z и сечения на приращении dl при неустановившемся движении тела волны прорыва имеет вид

$$z + \frac{\alpha v^2}{2g} = z + dz + \frac{\alpha v^2}{2g} + d\left(\frac{\alpha v^2}{2g}\right) + i_{TP} \cdot dl + \frac{\alpha_0}{g} \frac{\partial v}{\partial t} dl \quad (1)$$

или

$$d\left(z + \frac{\alpha v^2}{2g}\right) = -i_{TP} \cdot dl - \frac{\alpha_0}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial t} dl \quad (2)$$

где i_{TP} – уклон трения:

$$i_{TP} = \frac{Q^2}{K^2}, \quad (3)$$

где Q – расход в сечении, m^3/c ;

K – расходная характеристика, m^3/c , $K = SC\sqrt{R}$.

R – гидравлический радиус, м;

S – площадь живого сечения потока, m^2 ;

C – коэффициент Шези, $m^{0.5}/c$, $C = \frac{1}{n} R^y$;

n – коэффициент шероховатости водотока, $c/m^{0.25}$.

Для расчета открытых русел Н.Н. Павловский рекомендует значения $y = 0,2 - 0,25$. Для расчетов в работе приняли $y = 0,25$.

Разделив обе части уравнения (2) на dl с учетом уклона трения, получим следующее уравнение

$$\frac{\partial z}{\partial l} + \frac{\alpha v}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial l} + \frac{\alpha_0}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{Q^2}{K^2} = 0. \quad (4)$$

где $\frac{dz}{dl} = I = i - \frac{\partial h}{\partial l}$ – уклон свободной поверхности;

i – уклон дна водотока;

h – глубина потока, м.

Уравнение такого типа получило название динамического уравнения неустановившегося движения [6].

После преобразований уравнение (4) принимает вид уравнения Сен-Венана [6].

$$i - \frac{\partial h}{\partial l} = \frac{\alpha v}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial l} + \frac{\alpha_0}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{Q^2}{K^2} \quad (5)$$

или

$$i - \frac{\partial h}{\partial l} = \frac{\alpha v}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial l} + \frac{\alpha_0}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{v^2}{C^2 R} \quad (6)$$

С учетом вышеизложенного уравнение (6) приобретает вид

$$i - \frac{\partial h}{\partial l} = \frac{\alpha v}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial l} + \frac{\alpha_0}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{n^2 v^2}{h \sqrt{h}}, \quad (7)$$

а так как

$$\frac{\partial h}{\partial l} = \frac{1}{b} \cdot \frac{\partial S}{\partial l}, \quad (8)$$

получим

$$\left(i - \frac{n^2 v^2}{h \sqrt{h}} \right) g = \frac{g}{b} \cdot \frac{\partial S}{\partial l} + \alpha v \frac{\partial v}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t} \quad (9)$$

В рассмотренном случае отток или приток жидкости по нормали к оси потока отсутствует. Это вызывает изменение расхода на участке dl на величину dQ , поэтому количество движения Δq , отнесенное к единице веса жидкости, в волне прорыва, получает приращение :

$$\Delta q = \frac{\alpha_0 v \cdot dQ}{g \cdot S \cdot dl} \quad (10)$$

Учитывая, что

$$dQ = d(v \cdot S) = S \cdot dv + v \cdot dS \quad (11)$$

Выражение (10) в частных производных можно записать в следующем виде

$$\Delta q = \frac{\alpha_0 v^2}{g \cdot S} \cdot \frac{\partial S}{\partial l} + \frac{\alpha_0 v}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial l} \quad (12)$$

С учетом выражения (12) уравнение движения волны прорыва (9), записанное для тела волны примет вид

$$\left(i - \frac{n^2 v^2}{h\sqrt{h}}\right) g = \frac{g}{b} \cdot \frac{\partial S}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t} + \alpha v \frac{\partial v}{\partial l} + \alpha_0 \frac{v^2}{S} \cdot \frac{\partial S}{\partial l} + \alpha_0 v \cdot \frac{\partial v}{\partial l} \quad (13)$$

или

$$\left(i - \frac{n^2 v^2}{h\sqrt{h}}\right) g = \left(\frac{g}{b} + \alpha_0 \frac{v^2}{S}\right) \cdot \frac{\partial S}{\partial l} + (\alpha + \alpha_0) \cdot v \frac{\partial v}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t}. \quad (14)$$

Последнее уравнение представляет собой динамическое уравнение пространственно изменяющегося неустановившегося движения волны прорыва.

К полученному уравнению добавим известное уравнение неразрывности, которое для неустановившегося движения и прямоугольного или достаточно широкого русла имеет вид [6]

$$\frac{\partial(b \cdot h)}{\partial t} + \frac{\partial(b \cdot h \cdot v)}{\partial l} = 0. \quad (15)$$

Разработанная математическая модель гидродинамической аварии при внезапном исчезновении преграды, а такой вариант наиболее опасен, предполагает разрушение грунтовой плотины или быстротечный ее размыв с образованием прерывной волны. Вследствие того, что при удалении от гидросооружения, волна приобретает пологий характер и движение волны будет плавно изменяющимся, можно считать разработанную математическую модель приемлемой для расчетов максимальных параметров волны прорыва.

Анализ физической сути задачи позволил сделать вывод, что систему уравнений (14) и (15) необходимо решать при следующих начальных и граничных условиях:

$$\begin{aligned} h(l; 0) &= \begin{cases} 0,6H; & l=0 \\ 0; & l \rightarrow \infty \end{cases} & h(0; t) &= 0,6H \\ v(l; 0) &= 0 & v(0; t) &= \sqrt{2gH} \end{aligned} \quad (16)$$

где H – напор на сооружении.

Решение задачи (14)–(15) в области $l \in (0; \infty)$ и $t \in (0; \infty)$ осуществлялось путем численного интегрирования методом сеток в относительных величинах, предложенных Б.Л. Историком и В.М. Лятхером. [7]. В качестве продольной координаты принято расстояние l от плотины до искомого створа. Интегрирование проводилось при различных значениях напора H и уклона i . Относительная безразмерная максимальная скорость определялась по зависимости

$$v'_{\max} = \frac{v_{\max}}{\sqrt{\frac{gH}{\Psi}}} \quad (17)$$

где v_{\max} – максимальная скорость волны прорыва, м/с;
 Ψ – параметр, характеризующий русло

$$\Psi = \frac{\lambda \theta}{2i}, \quad (18)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения.

Коэффициент гидравлического трения был рассчитан по формуле [7]

$$\lambda = 2g \cdot n^2 R^{-1/3}. \quad (19)$$

Параметр θ – параметр, характеризуючий форму русла (для умов Республіки Беларусь форма русла приймалась прямокутальною і широкою, $\theta = 1$) [4]. Гідравлічний радіус приймался рівним $R = H/\theta$ [4].

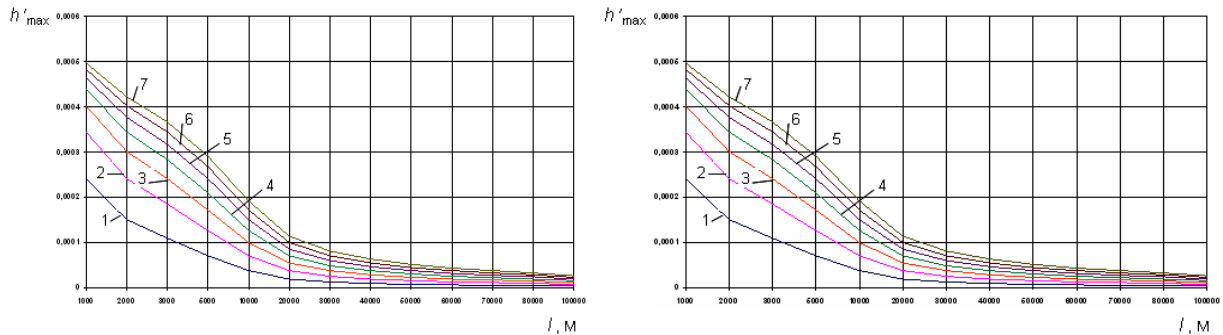
Відносна максимальна глибина хвилі приймалась рівною:

$$h'_{\max} = \frac{h_{\max}}{H}, \quad (20)$$

де h_{\max} – максимальна висота хвилі прорива, м.

Інтегрування проводилось в діапазоні відстаней 10^3 – 10^5 м і діапазоні уклонів $i = 0,01$ – $0,005$ для різних значень напора H .

Результати чисельного інтегрування при $i = 0,01$ представлені на рисунку 2.



1 – $H = 2$ м; 2 – $H = 4$ м; 3 – $H = 6$ м; 4 – $H = 8$ м; 5 – $H = 10$ м;
6 – $H = 12$ м; 7 – $H = 14$ м

Рисунок 2 – Результати чисельного інтегрування рівняння руху хвилі прорива при $i = 0,01$.

Після апроксимації результатів чисельного інтегрування з використанням багатовимірного методу найменших квадратів були отримані залежності для визначення максимальних значень швидкості і висоти хвилі прорива відповідно [6–8]:

$$v_{\max} = \frac{\beta_{\max} \sqrt{H^{1,33} \cdot i}}{n \left(\frac{l \cdot i}{H} \right)^{0,37}}, \quad (21)$$

де $\beta_{\max} = 0,6$ – розмірний коефіцієнт, $m^{0,085}$.

$$h_{\max} = \frac{2H^2}{l \cdot i + 3,3H}. \quad (22)$$

При переливі через гребінь плотини, розмив відбувається по всьому фронту, якщо це руйнування місцевого характеру, то в земляній плотині воно розповсюджується по довжині плотини також дуже швидко. Тому при розробці методики розрахунку часу опорожнення водохранилища прийнятий найнеблагоприятніший випадок – тобто перелив починається по всьому фронту плотини з урахуванням того, що тіло плотини в динаміці розмива буде зменшуватися по висоті і довжині.

По фронту плотина ділиться на три частини за висотою, форма яких приймається прямокутальною. Форма дзеркала водохранилища може бути довільною, але пропорційною площі при послідовному опорожненні.

В основу визначення часу опорожнення водохранилища покладено відома формула для опорожнення резервуарів при змінному напорі і змінній площі

горизонтального сечения резервуара [8, 9]. В рассматриваемом случае эта формула будет иметь вид:

$$t = \int_0^H \frac{\Omega \cdot dz}{m_{np} \omega_{np} \sqrt{2g \cdot z}}, \quad (23)$$

где Ω – площадь горизонтального сечения, m^2 ;

z – высота размываемой плотины (текущая координата), м

m_{np} – коэффициент расхода водослива (прорана) (водослив принимается трапецеидального профиля по сечению плотины);

ω_{np} – текущая площадь живого сечения прорана, m^2 , $\omega_{np} = h_i \cdot b_i$; $h_i = H / 3$ – высота участка интегрирования;

b_i – промежуточная ширина плотины в каждом из трех участков по высоте, на которые разбита плотина по фронтальному сечению, м;

H – начальный напор на водохранилище, м.

Интегрирование проводилось по трем участкам, отличающимся коэффициентом расхода.

Многочисленными экспериментами [6, 8, 9] установлено, что при размыве плотины низовой откос деформируется и приобретает вид конфигурации водослива практического профиля, очерченного по координатам Кригера-Офицерова и повторяющего форму струи потока

Суммарное время опорожнения водохранилища определяется по формуле

$$T_0 = \frac{4,5 \Omega_{зерк}}{B \sqrt{2g \cdot H}}, \quad (24)$$

где $\Omega_{зерк}$ – площадь зеркала водохранилища до опорожнения, m^2 ;

B – ширина плотины по фронту, м.

Расчет времени опорожнения водохранилища необходим при определении времени добегания характерных точек волны прорыва до расчетных створов.

При распространении волны прорыва по водотоку на изменение ее параметров влияет зарегулированность реки, то есть наличие нижележащих водохранилищ и озер по ходу движения волны прорыва. Наличие их может, как ослабить, так и увеличить поражающее действие волны. На настоящий момент не существует каких-либо рекомендаций по учету зарегулированности реки. При расчете волны прорыва на зарегулированном водотоке предложены следующие подходы.

1. Скорость распространения волны прорыва по нижележащему водохранилищу с учетом растекания тела волны по водохранилищу при подходе к нижележащему гидроузлу определяется по формуле

$$v_0 = \frac{\beta_k \cdot \sqrt{\left(\frac{B_{ниж}}{b_c} H\right)^{1,33} \cdot i}}{n \left(\frac{l \cdot i}{H}\right)^{0,37}}, \quad (25)$$

где $B_{ниж}$ – максимальная ширина нижележащего водохранилища, м;

b_c – средняя ширина нижележащего водохранилища, м;

$\beta_k = 0,6$ – размерный коэффициент, $m^{0,085}$.

2. Высота волны прорыва при подходе к плотине нижележащего гидроузла определяется по формуле

$$h_{\max}^{\text{каск}} = \frac{\Phi_{\text{каск}} H^2}{l \cdot i + \Psi_{\text{каск}} H}, \quad (26)$$

где $h_{\max}^{\text{каск}}$ – максимальная высота волны прорыва при подходе к нижележащему гидроузлу при каскадном расположении водохранилищ;

$\Phi_{\text{каск}}$ – отношение максимальной ширины к средней ширине водохранилища ($\Phi_{\text{каск}} = 1,2-1,3$).

$\Psi_{\text{каск}}$ – отношение длины береговой линии к длине водохранилища ($\Psi_{\text{каск}} = 3-4$).

Напор для последующего расчета H_i следует считать как сумму высоты волны прорыва при подходе к гидроузлу и напора на гидроузле нижележащего водохранилища [10]:

$$H_i = h_{\max}^{\text{каск}} + H_{\text{водх}}, \quad (27)$$

где $H_{\text{водх}}$ – напор на нижележащем гидроузле.

3. Начальную скорость (скорость фронта новой волны прорыва второго гидроузла) считать по формуле Егиазарова [8] с учетом H_i , т.е.

$$c_i^{\text{фр}} = v_0 + \sqrt{g \cdot h_{\bar{o}}} \left(1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{H_i}{h_{\bar{o}}} \right), \quad (28)$$

где $h_{\bar{o}}$ – глубина реки в нижнем бьефе, м.

Причем отсчет расстояния для расчета параметров новой волны прорыва берется от второго гидроузла.

Следует отметить, что указанные рекомендации дают максимальное (наихудший вариант) значение волны прорыва при прохождении по нижележащему водохранилищу. Высота волны может быстро уменьшиться при прохождении водохранилища вследствие растекания по его зеркалу. С другой стороны резкое падение в близкорасположенное нижележащее водохранилище волны прорыва может вызвать «волну вытеснения», которая может превысить высоту пришедшей волны прорыва.

Выход волны прорыва на пойменные участки будет оказывать влияние на параметры волны прорыва [11–13]. Часть расхода будет распространяться по пойме, и высота волны будет уменьшаться. Уменьшение высоты волны предлагается учитывать соответствующими коэффициентами.

Высота волны при этом, исходя из формулы (22), будет равна

$$h_{\max}^n = \frac{\Phi_n H^2}{l \cdot i + \Psi_n H}, \quad (29)$$

где Φ_n и Ψ_n – коэффициенты, учитывающие заболоченность и залесенность поймы, при этом

$$\Phi_n = \frac{1}{\delta_{\bar{o}}^2} \text{ и } \Psi_n = \frac{1}{\delta_n^2},$$

где $\delta_{\bar{o}}$ – коэффициент заболоченности;

δ_n – коэффициент залесенности (существующие справочные данные принимаются по специальным атласам Республики Беларусь, которые имеются в корпоративной ГИС МЧС).

Тогда глубина потока в расчетных створах в пределах пойменных участков

$$H_i^n = h_{\max i}^n + h_{\bar{o}}, \quad (30)$$

где h_{gi}^n – высота волны прорыва в расчетном створе на пойменном участке.

Максимальная скорость тела волны (гребня) незначительна, поскольку волна прорыва будет двигаться вдоль русла по тракту с минимальным гидравлическим сопротивлением. Скорость волны на пойменных участках равна

$$v_n = \frac{\beta_n \sqrt{(0,8H)^{1,33} \cdot i}}{n \left(\frac{l \cdot i}{H} \right)^{0,37}}, \quad (31)$$

где $\beta_n = 0,77$ – размерный коэффициент, $m^{0,085}$.

Тогда скорость течения в расчетном створе на пойменном участке равна:

$$v_i^n = v_0 + v_n. \quad (32)$$

Средняя скорость движения гребня волны прорыва на пойменном участке определяется по формуле.

$$v_{ср}^{sp} = \frac{\beta_n \sqrt{(0,8H)^{1,33} \cdot i}}{n \left(\frac{l \cdot i}{3,5H} \right)^{0,37}}. \quad (33)$$

Следует отметить, что, несмотря на относительно большие размеры поймы по сравнению с руслом, влияние ее будет незначительно сказываться на высоте волны, и, в зависимости от залесенности и заболоченности, будет составлять уменьшение скорости порядка 20-30%. Основная масса расхода волны прорыва будет продолжать движение вдоль призматических русел (которые характерны для рек территории Республики Беларусь), где гидродинамическое сопротивление минимально.

Результаты экспериментальных исследований в гидравлическом лотке с прозрачными стенками позволили установить взаимосвязь изменения высоты волны прорыва во времени в различных створах и уточнить теоретические зависимости высоты и скорости волны от параметров русла (размеры, шероховатость, средний уклон), напора и удаления расчетного створа от подпорного сооружения. Получено удовлетворительное совпадение экспериментальных данных и результатов расчета по разработанной математической модели.

По результатам разработанных математических моделей движения волны прорыва и опорожнения водохранилища разработана методика расчета параметров волны прорыва.

В соответствии с картой местности, по которой возможно прохождение волны прорыва, водоток (река) разбивается на участки расчетными створами. Створы рационально проводить нормально к динамической оси потока, в местах расположения населенных пунктов, ответственных сооружений, промышленных предприятий. Нулевым створом принимается створ разрушенного гидроузла, первый расчетный участок начинается от нулевого створа и оканчивается 1-м створом, второй участок от нулевого створа до 2-го створа и т.д.

1. Определение высоты волны и глубины потока.

2. Определение скорости движения волны прорыва в расчетных створах и на расчетных участках.

3. Определение времени прохождения волны прорыва через створ разрушенного гидроузла, через расчетные створы и определение времени добегания до расчетных створов.

Определяем параметры волны в нулевом створе.

1. Высота волны прорыва в нулевом створе [14].

2. Время прохождения волны через створ разрушенного гидроузла.

Рассчитываем параметры движения, характеризующие волну прорыва на первом участке и в 1-м створе.

1. Максимальную высоту волны в 1-м створе.
2. Для определения степени разрушения зданий и сооружений в зависимости от динамического напора волны прорыва находим максимальную скорость тела волны.
3. Среднюю скорость волны на 1-м участке.
4. Скорость распространения волны на 1-м участке с учетом скорости течения реки.
5. Время добегания волны до 1-го створа.
6. Скорость фронта волны в первом створе.
7. Время прохождения волны через 1-й створ.
8. Время добегания хвоста волны до 1-го створа. Это время определяет начало восстановительных работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Аналогично рассчитываются параметры движения волны прорыва, характеризующие волну прорыва на втором участке и во 2-м створе и т.д.

Для оперативной оценки последствий аварий на гидротехнических сооружениях напорного фронта разработана программа расчета параметров волны прорыва. Программа предназначена для определения всех необходимых параметров, которые используются при прогнозировании последствий аварий и чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях напорного фронта.

В окне ввода данных пользователь имеет возможность ввода данных с клавиатуры или экспортировать данные из базы данных, установленной с программой. Выбор производится по названию водохранилища.

В программе предусмотрен расчет параметров волны прорыва для 14-ти створов. Также в программе предусмотрено задание расстояния между створами в автоматическом режиме. Расстояние между створами задается с определенным шагом, который указывается в соответствующем поле.

После того как заданы и введены все исходные данные можно выполнять расчет. Программа производит расчет и выводит данные в таблицу расчетных параметров. Расчетные данные возможно экспортировать в MS Excel для дальнейшей работы.

Для оценки опасности и возможных размеров катастрофических наводнений разработано программное обеспечение для расчета и визуализации на электронной карте зон затопления при прорыве гидротехнических сооружений напорного фронта. Программное обеспечение предназначено для работы в составе корпоративной ГИС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Программное обеспечение построено по модульному принципу [15,16] и состоит из совместимых с ГИС MapInfo функциональных модулей, перечень которых с требованиями по выполняемым функциям включает:

1. Электронную базу данных по гидротехническим сооружениям, которая предназначена для расчета всех параметров волны прорыва.
2. Программный модуль расчета исходных данных для построения зон затопления.
3. Программный модуль визуализации зон затопления.

После расчета получаем контурное изображение зон затопления различной глубины. Расчет можно повторить для заданного ряда времен. Наложение друг на друга одновременных зон дает суммарную картину зоны катастрофического затопления при чрезвычайной ситуации.

Точность расчета динамики волны прорыва определяется количеством используемых расчетных створов и масштабом цифровой карты.

Кроме этого программа производит автоматический расчет параметров волны прорыва в любой точке зоны затопления, отмеченной курсором, с выводом данных на экран в этой точке и трансформацию их в *Excel* для составления отчета.

С помощью разработанного программного обеспечения были рассчитаны и смоделированы в ГИС МЧС зоны затопления для наиболее крупных и гидродинамически опасных водохранилищ Республики Беларусь.

На рис. 3 представлено приклад зони надзвичайно небезпечної затоплення (15 хвилин після аварії), побудованої для Заславського водохранилища.

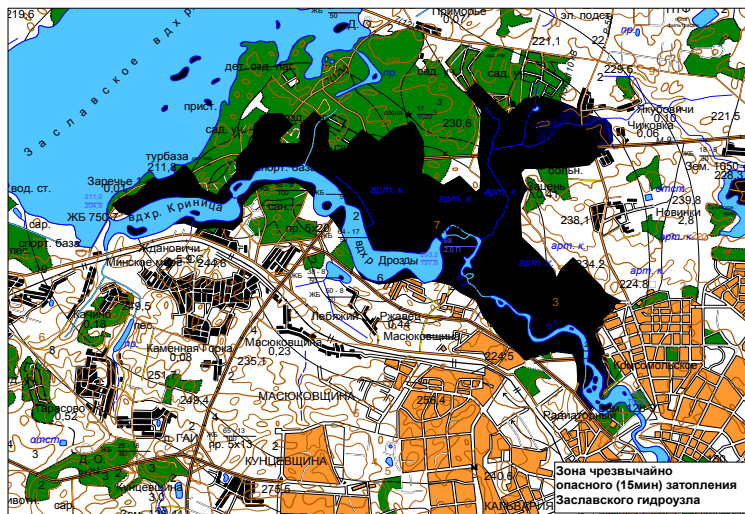


Рисунок 3 – Зона надзвичайно небезпечної затоплення (15 хвилин після аварії на Заславському гідроузлі).

На рис. 4 представлено приклад зони небезпечної затоплення (80 хвилин після аварії), побудованої для Заславського водохранилища.

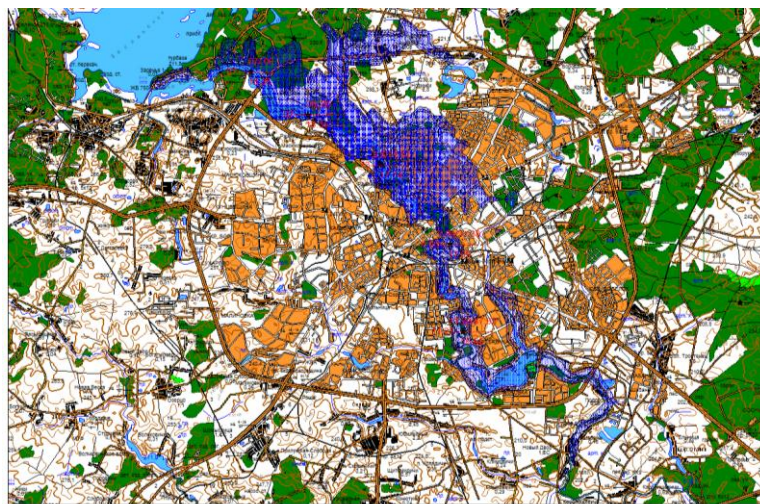


Рисунок 4 – Зона небезпечної затоплення (80 хвилин після аварії на Заславському гідроузлі).

Теоретично досліджено рух хвилі прориву при гідродинамічній аварії на гідротехнічних спорудах напорного фронту. Розроблено математичну модель просторово змінюючого неусталеного руху тіла хвилі прориву для призматических русел.

На основі розробленої математичної моделі руху хвилі прориву і залежностей, запропонованих Н.Н.Павловським, визначено основні оціночні

параметры волны прорыва, определяющие ее распространение по водотоку вдоль русла реки. Определены максимальные параметры тела волны.

Получено выражение для определения времени опорожнения водохранилища при разрушении земляной плотины в случае перелива через ее гребень с последующим размывом на базе разработанной математической модели.

Исследовано влияние зарегулированности водотока при каскадном расположении водохранилищ и наличие пойменных участков водотока с учетом их заболоченности и залесенности на параметры волны прорыва. Впервые предложены методы расчета параметров для указанных случаев. На основании чего показано, что высота волны прорыва вследствие растекания потока по нижележащему водохранилищу может уменьшаться на 60-70%, а с учетом пойменных участков – на 20-30%.

Разработана методика расчета параметров волны прорыва, позволяющая определять все количественные характеристики (высоту волны, глубину потока, скорости фронта, гребня хвоста волны), а также все необходимые временные характеристики волны прорыва (время опорожнения водохранилища при аварии, время прохождения волны через расчетный створ, времена добегания фронта, гребня и хвоста волны).

Разработаны и внедрены в РЦУРЧС МЧС Республики Беларусь программы расчета параметров волны прорыва и построения на электронных картах зон затопления в корпоративной ГИС МЧС Республики Беларусь.

Программный комплекс, внедренный в Республиканском центре управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь использован для расчета и построения зон затопления для 97 водохранилищ Республики Беларусь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стриганова, М.Ю. Математическая модель неустановившегося движения волны прорыва и экспериментальные исследования потока в призматическом нижнем бьефе / М.Ю. Стриганова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2010. – № 2(28). – С. 83–93.
2. Карпенчук, И.В. Математическая модель неустановившегося движения волны прорыва гидротехнических сооружений напорного фронта / И.В. Карпенчук, М.Ю. Стриганова // Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту: матеріали IV Міжнарод. наук.-практ. конф. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2010. – С. 57–60.
3. Карпенчук, И.В. Расчет параметров волны прорыва применительно к конкретному случаю / И.В. Карпенчук, М.Ю. Стриганова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2005. – № 7(17). – С. 131–136.
4. Карпенчук, И.В. Определение скорости и глубины потока в расчетном створе при ЧС на искусственных водных объектах напорного фронта /И.В. Карпенчук, М.Ю. Стриганова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: тез. докл. II Международной науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. 2 / Ред. кол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Мн., 2003. – С. 69–70.
5. Карпенчук, И.В. Определение максимальных параметров волны прорыва / И.В. Карпенчук, М.Ю. Стриганова, А.И. Красовский // Наука – образованию, производству, экономике: рефераты докл. междунар. науч.-техн. конф. В 2 т. Т. 2 / Ред. кол.: Б.М. Хрусталеv [и др.]. – Мн., 2003. – С. 46.
6. Богомолов, А.И. Гидравлика / А.И. Богомолов, К.А. Михайлов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1972. – 648 с..
7. Гидравлика, гидрология, гидрометрия: учеб. для вузов: В 2 ч. Ч. II. Специальные вопросы / Н.М. Константинов, Н.А. Петров, Л.И. Высоцкий. –М.: Высш. шк., 1987. – 431 с.

8. Караушев, А.В. Речная гидравлика / А.В. Караушев. – Л.: Гидрометеорол. изд-е, 1969. – 416 с.
9. Агроскин, И.И. Гидравлика / И.И. Агроскин, Г.Т. Дмитриев, Ф.И. Пикалов. – М.: Госэнергоиздат, 1950. – 430 с.
10. Карпенчук, И.В. Разработка методики и программного средства для прогнозирования воздействия волны прорыва при разрушении гидротехнических сооружений напорного фронта по теме: «Разработка методов расчета определения времени прохождения волны прорыва через створ разрушенного гидроузла Учет зарегулированности водотока при определении параметров волны прорыва» (Отчет о НИР № ГР 2006681) [Электронный ресурс] / И. В. Карпенчук, С. М. Палубец, М. Ю. Стриганова ; НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси. – Мн., 2007. – 44 с.: 1 рис. – Рус. – Деп. в ГУ «БелИСА» 29.01.07 г., № Д20079.
11. Киен Ле-Ван Об основной специфике пойменного русла и его пропускной способности / Ле-Ван Киен // Тр. – 1973. – Т. 33. – С. 77-82. (Вып. «Гидравлика и гидротехнические сооружения»).
12. Букреев, В.П. Выявление характерных мгновенных режимов неустановившегося движения воды по пойме / В.П. Букреев, С.Н. Корюкин, Ю.М. Натальчук // Тр. МГМИ. – 1975. – Т. 43. – С. 99–105.
13. Грушевский, М.С. О влиянии пойм на распластывание волн попусков (по материалам наблюдений ГГИ на р. Тверце) / М.С. Грушевский // Тр. ГГИ. – 1964. – Вып. 117. – С. 56–62.
14. Шойгу, С.К. Обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций / С.К. Шойгу. – М.: ЗАО «Папирус», 1998. – 404 с.
15. Евграфов, А.В. О расчете неустановившегося движения воды в речной системе (бассейн Нерли Волжской) с применением ГИС / А.В. Евграфов // Природоохранное обустройство территорий: сб. материалов науч.-техн. конф., Москва, 23-25 апреля 2002 г. – М.: МГУП, 2002.
16. Евграфов, А.В. Об использовании специальной ГИС для расчета неустановившегося движения воды в реке // Экологическая устойчивость природных систем и роль природообустройства в ее обеспечении: сб. материалов Всеросс. науч.-техн. конф., 23-25 апреля 2003 г. – М.: МГУП, 2003.

УДК 159.91:654.071.004.15(048)

П.В.Теслюк, к. психол. н., доц., М.І. Омельченко,
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

МІЖСОБИСТІСНІ КОНФЛІКТИ В ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛАХ, ЇХ ПРИЧИНИ І ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ

Будь-який пожежно-рятувальний підрозділ складається з працівників, які відрізняються один від одного віком, освітою, стажем служби, фаховим і життєвим досвідом, цілями, а також засобами досягнення цілей, функціями і обов'язками, різноманітними особистісними властивостями, цінностями, установками, поглядами на проблеми, що виникають в процесі служби. В результаті всіх цих розходжень у колективах з'являється можливість виникнення конфліктних ситуацій і конфліктів. Профілактика міжособистісних конфліктів в пожежно-рятувальних підрозділах виступає важливою складовою психологічного забезпечення службової діяльності рятувальників.

Ключові слова: міжособистісний конфлікт, структура конфлікту, соціально-психологічний клімат, психологічне забезпечення службової діяльності.

Постановка проблеми. В структурі МНС з кожним роком зростає плінність кадрів. Не відкидаючи соціально-економічні причини плінності кадрів, слід визнати безпосередній зв'язок цього явища з відсутністю психологічного благополуччя працівників на робочому місці, що обумовлюється, зокрема, конфліктними стосунками у колективі. Міжособистісний конфлікт визначається як вагомий негативний фактор професійної діяльності працівників МНС України в нормативних документах міністерства, зокрема в Інструкції з організації психологічного забезпечення службової діяльності аварійно-рятувальних служб [2]. Таким чином, проблема міжособистісних конфліктів в пожежно-рятувальних підрозділах МНС України є актуальною як у теоретичному, так і в практичному відношенні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розрізняють чотири основні дослідницькі підходи, з позицій яких проводиться розробка проблематики міжособистісного конфлікту: мотиваційний, когнітивний, діяльнісний та організаційний.

В основі мотиваційного підходу лежить ідея протиборства несумісних намірів, цілей, які спрямовують поведінку учасників міжособистісної взаємодії. Своім оформленням мотиваційний підхід завдячує класичним дослідженням М. Дойча в галузі кооперативної та конкурентної поведінки.

В межах когнітивного підходу, який представлено невеликою кількістю робіт, мова йде про так званий когнітивний конфлікт. Виникнення когнітивного конфлікту обумовлене, на думку спеціалістів, структурою задачі, когнітивними структурами сторін, що протидіють, ступенем узгодженості тих стратегій, які вони використовують.

Згідно діяльнісного підходу (Т.А. Полозова, М.А. Іванов та ін.), рівень розвитку групи як колективу, ступінь ефективності спільної діяльності розглядаються в якості провідного фактору виникнення та перебігу внутрішньогрупового конфлікту. Відокремивши два типи конфліктів – предметно-ділові та особисто-прагматичні, дослідники на підставі отриманих даних доходять висновку, що в групах більш високого рівня розвитку особисто-прагматичні інтереси рідше виступають причиною міжособистісних конфліктів і, крім того, зі зростанням ефективності спільної діяльності зростає кількість внутрішньогрупових конфліктів, що мають своїм субстратом предметно-ділові суперечності. У високорозвинених та ефективних групах, де домінують ділові протиріччя, конфлікт не призводить до розриву міжособистісних відносин і не супроводжується емоційним негативізмом, як це має місце у випадку протиріч особистого характеру.

Низку моделей організаційного конфлікту, які широко відомі серед спеціалістів в

галузі психології управління, запропонував Л. Понді. Розроблені ним теоретичні конструкти («конфлікт переговорів», «бюрократичний конфлікт», «системний конфлікт») можуть бути використані в характеристиці конфліктів, які відображають суперництво сторін за володіння дефіцитними ресурсами; які розгортаються на рівні вищого управлінського апарату, у вертикальному (між керівниками та підлеглими) та горизонтальному (між рівностатусними індивідами) зрізі внутрішньоорганізаційних відношень. З сучасних пояснювальних схем організаційного конфлікту відзначимо підхід, який сформував Б. Кабанофф. Згідно моделі, яку він розглядає, конфлікт виникає в тому випадку, коли має місце неузгодженість між можливостями суб'єкта і конкретними умовами, в яких він діє. Інша сучасна модель організаційного конфлікту розроблена Н.В.Гришиною, яка орієнтувалася в своїх дослідженнях на вивчення міжособистісних протиріч в первинному виробничому колективі. В основу моделі та типології конфліктів покладено аналіз взаємозв'язків (функціональних, соціальних, психологічних), які виникають між людьми, включеними в процес отримання єдиного виробничого продукту.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Разом з тим, проблематику міжособистісних конфліктів в пожежно-рятувальних підрозділах, вплив специфіки професійної діяльності рятувальників на виникнення та перебіг міжособистісних конфліктів, розроблено недостатньо.

Постановка завдання. Враховуючи особливості професійної діяльності рятувальників, класифікувати міжособистісні конфлікти в пожежно-рятувальних підрозділах, а також розкрити засоби попередження та вирішення конфліктних ситуацій.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. *Конфлікт* (від лат. *conflictus*) у самому загальному виді визначається як відкрите протистояння між членами взаємодії, яке виникає внаслідок взаємно суперечливих інтересів. При цьому в якості його форм виділяються внутрішньоособистісні, міжособистісні і міжгрупові конфлікти.

В основі будь-якого конфлікту лежить об'єктивна суперечність інтересів, цінностей, потреб учасників взаємодії. На психологічному рівні ця суперечність виявляється в негативних переживаннях учасників щодо ситуації, опонентів і самих себе [1].

Два основних структурних компоненти конфлікту – це сторони конфлікту і його об'єкт.

Сторони конфлікту представлено конкретними людьми і їх цілями, які знаходяться в суперечності з цілями опонентів. Учасників конфлікту може бути багато, а сторін – не менше двох. Кожна сторона займає в конфлікті певну позицію. *Внутрішня позиція* – це сукупність мотивів, реальних інтересів, цінностей, що спонукають людину або групу приймати участь у конфлікті. Внутрішня позиція може не усвідомлюватись учасниками, частіше вони пред'являють собі і спостерігачам *зовнішню позицію*. Вона являє собою мотивацію, яка є соціально схвальною (прийнятною) [3].

Об'єкт соціально-психологічного конфлікту – це реальний або ідеальний предмет, заволодіти яким прагнуть всі учасники даної взаємодії. Об'єкт має властивості, які перетворюють його в епіцентр розбіжностей. Він є неподільним і, на думку опонентів, може належати тільки одній стороні весь цілком. Він також має різну ступінь доступності для учасників. Кожен намагається засобами, що є у його розпорядженні, зробити об'єкт більш доступним для себе і менш доступним для іншого.

Щоб конфлікт почав розвиватися, необхідний інцидент, коли одна із сторін починає діяти, ігноруючи інтереси іншої сторони. Якщо протилежна сторона відповідає тим же, конфлікт з потенційного переходить в актуальний.

Об'єктивна суперечність перетворюється у психологічний конфлікт через стадії ідентифікації і формування суб'єктивного образу конфліктної ситуації.

Під *ідентифікацією* розуміється знаходження осіб, що перешкоджають досягненню цілі. Ідентифікація може бути істинною і помилковою. В першому випадку

інша людина дійсно є опонентом і претендує на той самий об'єкт. У випадку помилкової ідентифікації опонент вибирається не правильно. Якщо в цьому випадку опонент втягується в конфліктні відносини, то виникає так званий помилковий конфлікт, який розв'язувати дуже складно, бо він не має ніякої об'єктивної основи, окрім емоційного неприйняття.

При формуванні в опонентів суб'єктивного образу конфліктної ситуації, тобто уявлень про себе в конфлікті, про опонентів та ін., можливі викривлення об'єктивної ситуації конфлікту. Дослідники виділяють декілька напрямків викривлення об'єктивної конфліктної ситуації в її суб'єктивному образі [1].

- *Схематизація*, спрощення реального конфлікту. Так як конфліктні відносини надмірно експресивні, вимагають від людини багато психічних сил, і на аналіз багатоманітних аспектів взаємовідносин їх не вистачає, виникає неусвідомлена тенденція до суб'єктивного звужування відносин. Людина виділяє і концентрується на одній із ліній відносин, тій, де їй найпростіше розгорнути конфлікт.

- *Викривлення і зменшення перспективи розвитку взаємодії*. У свідомості учасників конфліктні відносини немовби втрачають своє майбутнє. Небезпека такого викривлення в тім, що опоненти, здійснюючи свої дії один до одного, не прораховують, ігнорують їх наслідки, що приводить до ескалації проблеми.

- *Поляризація* оцінок і суджень. Стосовно власної поведінки і намірів партнера починають діяти чорно-білі категоричні судження.

- *Комунікативні викривлення*. В комунікації опонентів спрацьовують різноманітні бар'єри, які фільтрують інформацію, надають словам вигаданого смислу.

- *Атрибутивні викривлення*. Виявляються у приписуванні собі і іншому мотивів, особистісних властивостей, намірів, в спрощенні відносин. У процесі розвитку конфлікту часто гіперболізуються недоліки і негативні риси особистості опонента, свій же образ наділяється позитивними рисами.

Чому потрібен аналіз образів конфліктної ситуації? Це визначається двома обставинами: 1) саме образи, а не реальність протиріччя сама по собі безпосередньо визначають конфліктну поведінку; 2) існує реальний і ефективний засіб профілактики виникнення конфлікту за рахунок зміни цих образів, що здійснюється шляхом зовнішнього впливу на учасників конфлікту.

При переході конфлікту з потенційного в актуальний він може розвиватися як конструктивний або ж неконструктивний.

Неконструктивний міжособистісний конфлікт виникає тоді, коли один з опонентів застосовує засоби боротьби, які морально засуджуються, прагне подавити партнера, дискредитує і принижуючи його в очах оточуючих. Звичайно це викликає опір іншої сторони, діалог супроводжується взаємними образами, рішення проблеми стає неможливим, руйнуються міжособистісні відносини.

Конструктивним міжособистісним конфліктом вважається той, при якому опоненти не виходять за рамки ділових аргументів, відносин і не торкаються особистісних якостей партнерів. При цьому можуть спостерігатися різноманітні стратегії поведінки. Конструктивний конфлікт виникає у випадку, коли зіткнення стосується не особистісної несумісності, а виявлення різних точок зору на якусь проблему і способи її вирішення. У цьому випадку конфлікт сприяє формуванню більш глибокого розуміння проблеми, а також мотивації партнерів. Факт права на існування точки зору опонента сприяє становленню кооперативної взаємодії всередині конфлікту. Тим самим стає можливим його розв'язання шляхом дискусії.

Існує п'ять основних стилів поведінки у конфліктній ситуації. Вони описані К. Томасом та Р. Кілменом у 1972 році. Стиль поведінки в конкретному конфлікті визначається тою мірою, якою людина хоче задовольнити власні інтереси (діючи пасивно чи активно) та інтереси іншої сторони (діючи сумісно чи індивідуально).

Якщо представити це у графічній формі, можна отримати так звану сітку Томаса-Кілмена, що дозволяє визначити місце для кожного з п'яти основних стилів вирішення конфлікту [4].

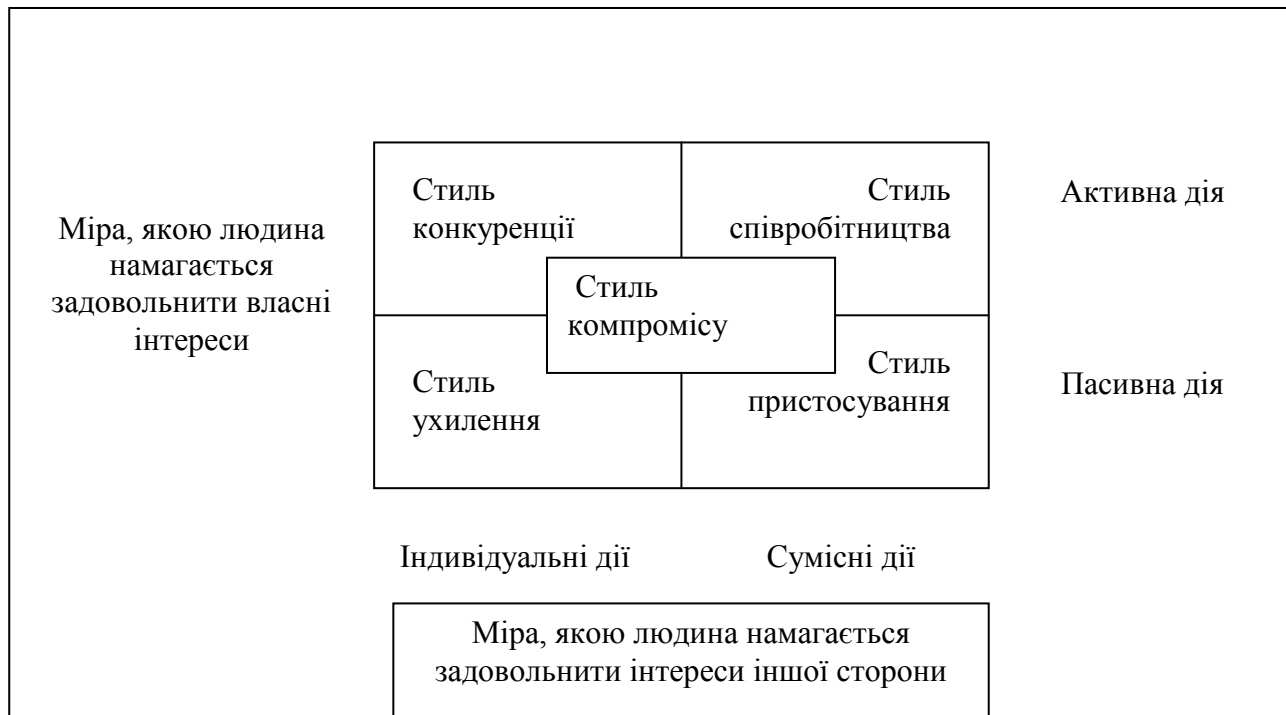


Рисунок 1 - Схема – Сітка Томаса-Кілмена

Аналізуючи конфлікти, американський дослідник Д. Майєрс зазначає, що взаємовідносини або організації, в яких немає конфліктів, очевидно, приречені на згасання. Конфлікти породжують відповідальність, рішучість і небайдужість. Будучи зрозумілими і розв'язаними, вони можуть стимулювати оновлення і поліпшення відносин між людьми.

Вивчення виробничих конфліктів дозволяє відокремити в колективах пожежно-рятувальних підрозділів:

- конфлікти, що виникають як реакція на перешкоду до досягнення основних цілей трудової діяльності;
- конфлікти, які виникають як реакція на перешкоду до досягнення особистих цілей у спільній праці;
- конфлікти, що виникають як реакція на поведінку, яка не відповідає прийнятним нормам відношень людей у спільній трудовій діяльності, не відповідає їх очікуванням;
- конфлікти, що виникають в силу психологічних особливостей членів колективу пожежно-рятувального підрозділу.

За ступенем гостроти протиріч, що виникають, конфлікти у пожежно-рятувальних підрозділах можуть набувати наступних проявів: невдоволення; розбіжність; суперечка; сутичка; скандал; ворожнеча; війна.

Емпіричне дослідження психологічних особливостей міжособистісних конфліктів в пожежно-рятувальних підрозділах проводилося на базі підрозділів Головного управління МНС України в Дніпропетровській області.

Дослідження полягало в опитуванні та тестуванні працівників з подальшою статистичною обробкою отриманих результатів.

В опитуванні взяли участь 45 працівників, серед них 29 пожежних-рятувальників, 8 командирів відділення і 8 начальників караулу ОРС цивільного захисту.

У ході опитування пожежним-рятувальникам було запропоновано оцінити за п'ятибальною системою:

- 1) фахову компетентність начальників та колег по роботі;
- 2) готовність взаємодіяти з колегами на рівних;
- 3) ввічливість і тактовність колег.

З'ясувалося, що рядові працівники пожежно-рятувальних підрозділів мають високу думку про фахову компетентність більшості колег, але не завжди задоволені стилем, який лежить в основі їх взаємодії. Такий результат опитування – прямий наслідок тривалого панування у свідомості багатьох працівників виразного авторитарного менталітету, звільнення від якого, на нашу думку, можливе за допомогою формування навичок рефлексії, адекватної самооцінки, звички прислухатися до думки інших, пильніше стежити за своїм настроєм тощо.

Опитування начальників караулу ОРС цивільного захисту щодо використання психологічних засобів «силового тиску» підлеглих у ситуації конфлікту дозволило виділити наступні найбільш характерні прийоми:

- постійно вишукують на начальника «компромат» і намагаються використовувати його в найуразливішій для нього ситуації;
- роблять постійно скривджений вид, мотивуючи тим, що їхні права й інтереси постійно зазнають утиску;
- з будь-якої дрібниці роблять проблему, обвинувачують начальника, що він не керує, а тільки вимагає;
- оцінюють свої вчинки так: «Усі вважають мене підготовленим фахівцем, крім Вас»;
- провокують маленький конфлікт, втягують у нього якнайбільше людей і ставлять начальника перед великою конфліктною ситуацією;
- прагнуть будь-що об'єднати навколо себе усіх, хто не задоволений начальником, створити проти начальника опозицію;
- загрожують скаргою на безпосереднього начальника вищому начальнику;
- періодично обурюються і наголошують, що «раніш, при попередньому начальникові такого не було», що нового начальника ніхто не розуміє.

Проведене опитування дозволило також виявити основні причини міжособистісних конфліктів у пожежно-рятувальних підрозділах, а також оцінити їх питому вагу. На запитання «Спробуйте оцінити причини конфліктних стосунків у підрозділі, в яких Ви були задіяні безпосередньо або опосередковано» учасники дали відповіді, які дозволили нам згрупувати названі причини у наступні категорії:

- 1) пов'язані з недоліками в організації служби (організаційні);
 - 2) пов'язані з недоліками в розвитку комунікативної сфери працівників, зокрема, таким стилем спілкування, який ображає людську гідність: брутальністю, нетактовністю та ін. (комунікативні);
 - 3) пов'язані з розбіжністю в ціннісних орієнтаціях працівників, коли відбувається з'ясування стосунків в категоріях «порядний-непорядний» (ціннісні);
 - 4) конфлікти, причину яких учасники не можуть чітко визначити (помилкові).
- Питома вага кожної з названих категорій представлена на діаграмі.

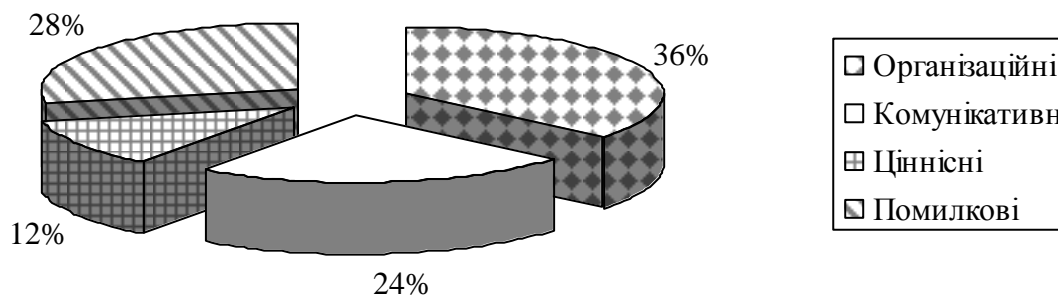


Рисунок 2 - Діаграма – Питома вага основних причин міжособистісних конфліктів у пожежно-рятувальних підрозділах

Отримані результати вказують на необхідність популяризації психологічних знань серед працівників пожежно-рятувальних підрозділів, а також удосконалення організації службової діяльності працівників з метою профілактики міжособистісних конфліктів у підрозділах.

Тестове дослідження проводилося за допомогою тесту К.Томаса і опитувальника для визначення рівня конфліктності особистості.

У тестуванні взяли участь 28 працівників зі стажем служби в МНС від 1 до 15 років, серед них 18 пожежних – рятувальників, 3 командира відділення і 7 начальників караулу ОРС цивільного захисту. Серед учасників дослідження було виділено дві категорії: начальники (10 осіб) і підлеглі (18 осіб). Результати тестування показали, що найчастіше у працівників пожежно-рятувальних підрозділів переважає якийсь один стиль поведінки у конфліктній ситуації, у той час, як оптимальною стратегією в конфлікті вважається така, коли у рівній мірі застосовуються всі можливі стилі поведінки. Це говорить про певну психологічну ригідність рятувальників, відсутність гнучкості у конфліктних ситуаціях. Також було з'ясовано, що стиль суперництва у конфлікті є більш вираженим у начальників (у 70 % учасників дослідження цей стиль виявився провідним), ніж у підлеглих (є провідним у 28 % учасників дослідження).

Для оцінки статистичної значимості відмінностей у вираженості стилю суперництва в конфліктній ситуації у начальників і підлеглих було застосовано непараметричний U – критерій Манна-Уїтні. Статистичний аналіз результатів, отриманих в емпіричному дослідженні, показав, що в конфліктних ситуаціях в пожежно-рятувальних підрозділах начальники переважно використовують стиль суперництва, у той час, як для підлеглих цей стиль не є характерним ($P < 0,05$). Таким чином, очевидно, що психологам МНС України необхідно проводити роботу з начальницьким складом підрозділів, спрямовану на розширення арсеналу поведінкових проявів у конфлікті, зокрема, напрацювання стилю співробітництва. Проведене дослідження також показує, що всіх працівників за схильністю до конфліктів можна розділити на три групи: 1) стійкі до конфліктів, 2) працівники, які утримуються від конфліктів і 3) конфліктні працівники. Чисельність третьої групи складає, за нашими даними, 16,6 % від усієї сукупності працівників. Це група «важких» у спілкуванні людей, що створює різноманітні ексцеси в системі управління. Приблизно такі ж пропорції відзначаються психологами інших країн.

Важливим моментом у прогнозуванні, попередженні та вирішенні конфліктних ситуацій в колективі пожежно-рятувального підрозділу є уміння начальника визначати:

- хто потенційні учасники можливої конфліктної ситуації і чи спроможні вони спровокувати інцидент;

- чи є проблема (об'єкт);
- чи назріває і в якому напрямку розвивається конфліктна ситуація;
- яка можливість виникнення інциденту.

Ефективним є попередження розвитку конфліктної ситуації на ранніх стадіях і, насамперед, на стадії її зародження. Цьому може сприяти:

- здоровий морально-психологічний клімат колективу;
- значимість особистого прикладу начальника підрозділу;
- повага до гідності особистості кожного співробітника;
- усунення з арсеналу ділового спілкування суджень і оцінок, що утискають честь і гідність співрозмовника;
- недопущення при діловому спілкуванні суперечки;
- уміння слухати співрозмовника, яке включає пасивне вислуховування (невтручання в розмову) та активне вислуховування (уточнення слів співрозмовника);
- поважна манера розмови.

Велике значення для профілактики конфлікту має чітка організація праці, безперебійний режим службової діяльності, моральне задоволення працівників. Конфлікти можна попередити систематичною виховною роботою в колективі. Чим більш згуртований колектив, тим менше можливості виникнення в ньому конфліктів. У кожному колективі є всі умови для забезпечення здорового психологічного клімату, які дозволяють уникнути конфліктів з негативною спрямованістю. У цьому плані вирішальну роль грає начальник підрозділу, який здійснює організаторську і виховну діяльність. Для розв'язання конфлікту начальник пожежно-рятувального підрозділу повинен використовувати адміністративні, психологічні і педагогічні заходи

Висновки. Професійна діяльність працівників пожежно-рятувальних підрозділів характеризується, значною мірою, як суб'єкт-суб'єктна сфера взаємодії її учасників. Вона сповнена конфліктами різного рівня, але домінуючими, як показало наше дослідження, є міжособистісні конфлікти, тому необхідно кожному працівнику знати соціально-психологічну природу конфлікту, його структуру і динаміку, ефективні шляхи його розв'язання. Зокрема, необхідно вміти розрізняти внутрішню і зовнішню позицію учасників конфлікту для того, щоб побачити за зовнішнім і ситуативним внутрішнє, суттєве. Керівнику, що проводить роботу з профілактики конфліктів, варто своєчасно виявляти потенційних конфліктних особистостей, які порушають спокій, ставити бар'єр у нападках цих людей на колег і спрямовувати їхню енергію на співробітництво. Добре організована спільна діяльність колективу буде тим могутнім засобом, за допомогою якого можна вирішити завдання попередження будь-якого конфлікту, що назріває.

Перспективи подальших досліджень пов'язані, на нашу думку, з вивченням глибинно-психологічних передумов міжособистісних конфліктів у пожежно-рятувальних підрозділах та їх врахуванням в організації відповідної психопрофілактичної роботи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Корнєв М.Н., Коваленко А.Б. Соціальна психологія: Підручник. – К.: МАУП, 1995. – 304 с.
2. Наказ МНС України від 23.02.2004 р. № 89 «Про затвердження Інструкції з організації психологічного забезпечення службової діяльності аварійно-рятувальних служб». - К.: МНС України, 2004. – 44 с.
3. Орбан-Лембрик Л.Е., Гридзук Д.М. Соціальна психологія особистості: практичні поради діловим людям. – К.: Банк "Україна", 1997. – 108 с.
4. Хасан Б.И. Психотехника конфликта и конфликтная компетентность // <http://www.konfliktmanagement.ru>.

УДК 614.841.42

О.М.Тищенко, к.т.н., доц., М.В.Андрієнко, к.і.н., І.О.Трояновська,
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

МЕТОДИЧНИЙ АПАРАТ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

У роботі розглянуто методичні апарати аналізу ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, а також методи оцінювання ризиків та методичний апарат їх прогнозування.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, ризики, небезпека, безпека, прогнозування.

Постановка проблеми. У світовій практиці загальноприйнятою мірою визначення рівня небезпеки для життєдіяльності населення та функціонування окремих об'єктів є ризик.

Проблема дослідження прояву ризиків є однією з найбільш актуальних як у теоретичному, так і в практичному аспектах. У сучасних наукових концепціях загальне поняття ризиків трактується як “характеристика ситуації або дії, коли можливо багато висновків, існує невизначеність у відношенні конкретного результату. [1]. Такий стан (невизначеності) можливий у будь-якій суспільно-економічній ситуації, і тим паче в умовах сучасного світу.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Взагалі, розуміння терміну «ризик» кожною особою асоціюється з усвідомленням небезпеки, загрози, ненадійності, непевності, випадковості та збитку. На думку дослідників, він походить від латинського слова «rescum» - скеля або небезпека зіткнення з нею [2].

Практичні уявлення про ризик, як чинник (фактор) суспільного життя, склалися почергово. Спочатку цікавість проявили математики при обробці статистичної інформації в оцінках прогнозних тенденцій. Потім - економісти, юристи, екологи і, нарешті, управлінці. Вважалося, що можна створити абсолютно безпечну систему будь-якої складності. Проте, згодом стало очевидним, що потрібна побудова сучасної науки про безпеку. Для прийняття ефективних заходів необхідна кількісна інформація про рівні небезпек та загроз і їхньої залежності від різних факторів [3].

Постановка задачі та її розв'язання. Очевидно, що принципово неможливо всі ризики, пов'язані з тим або іншим об'єктом захисту, звести до нуля, тобто забезпечити 100% безпеку об'єкту захисту. Можливо лише спробувати зменшити його до такого рівня, з яким суспільство (на даному етапі історичного розвитку) змушене буде погодитися (психологічно буде готове його прийняти).

Такі значення ризиків називають припустимими або прийнятними. Звідси стає зрозумілим, що “абсолютної” безпеки (відсутність усякої небезпеки) будь-якого об'єкта захисту домогтися в реальному світі неможливо.

Таким чином, проблема ризиків, як “вісника” екстремальних ситуацій, стає однією з невід'ємних характеристик національної безпеки. Актуальність даного питання наголошує на необхідності проведення наукових досліджень, спрямованих на поглиблене вивчення існуючої системи прогнозування та оцінювання ризиків, створення новітніх технологій, стійких до навантажень від можливих небезпечних явищ, а також новітніх матеріалів, засобів та способів попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Сучасне визначення терміну «ризик» трактується, як ступінь імовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки або за його межами [4].

Розмаїття досліджень, які проводяться науковцями, свідчить, що механізми виникнення та прояву ризиків досі залишаються недостатньо розкритими, до кінця невизначено поняття терміну “ризик”, а також відсутня загально визнана система термінів у сфері теорії ризиків. Головною проблемою наукового визначення поняття “ризик” є його комплексний характер, який вимагає врахування усіх факторів, що сприяють виникненню надзвичайних ситуацій та аналізу всіх наслідків, до яких вони можуть призвести.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням ориманих наукових результатів. Розвиток системи попередження небезпечних явищ, способів зменшення небезпеки та пом’якшення наслідків від надзвичайних ситуацій вважається однією з пріоритетних завдань держави в напрямку забезпечення безпеки будівель і споруд. Таким чином, необхідне прийняття заходів, які повинні бути базовані на теорії аналізу і оцінювання ризиків, завдяки яким можливе забезпечення стійкого розвитку нашої держави, зокрема шляхом зменшення збитку від надзвичайних ситуацій.

Методологія оцінки та прогнозування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій в світі розвивається досить давно, і на теперішній час визнано, що вона є тим науковим інструментом, який дозволяє служити основою для підтримання (обґрунтування) прийняття рішень практично у всіх сферах людської діяльності.

При дослідженні ризиків зазвичай виділяють три основні аспекти проблеми: аналіз ризиків, оцінка ризиків та управління ризиками [5]. Оцінка ризиків передбачає процедуру кількісного визначення його величини. Управління ризиками – це сукупність заходів, націлених на попередження виникнення надзвичайних ситуацій, в разі їх виникнення – ліквідацію та мінімізацію наслідків.

Методичний апарат аналізу ризиків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру можна схематично представити наступним чином (рис.1).

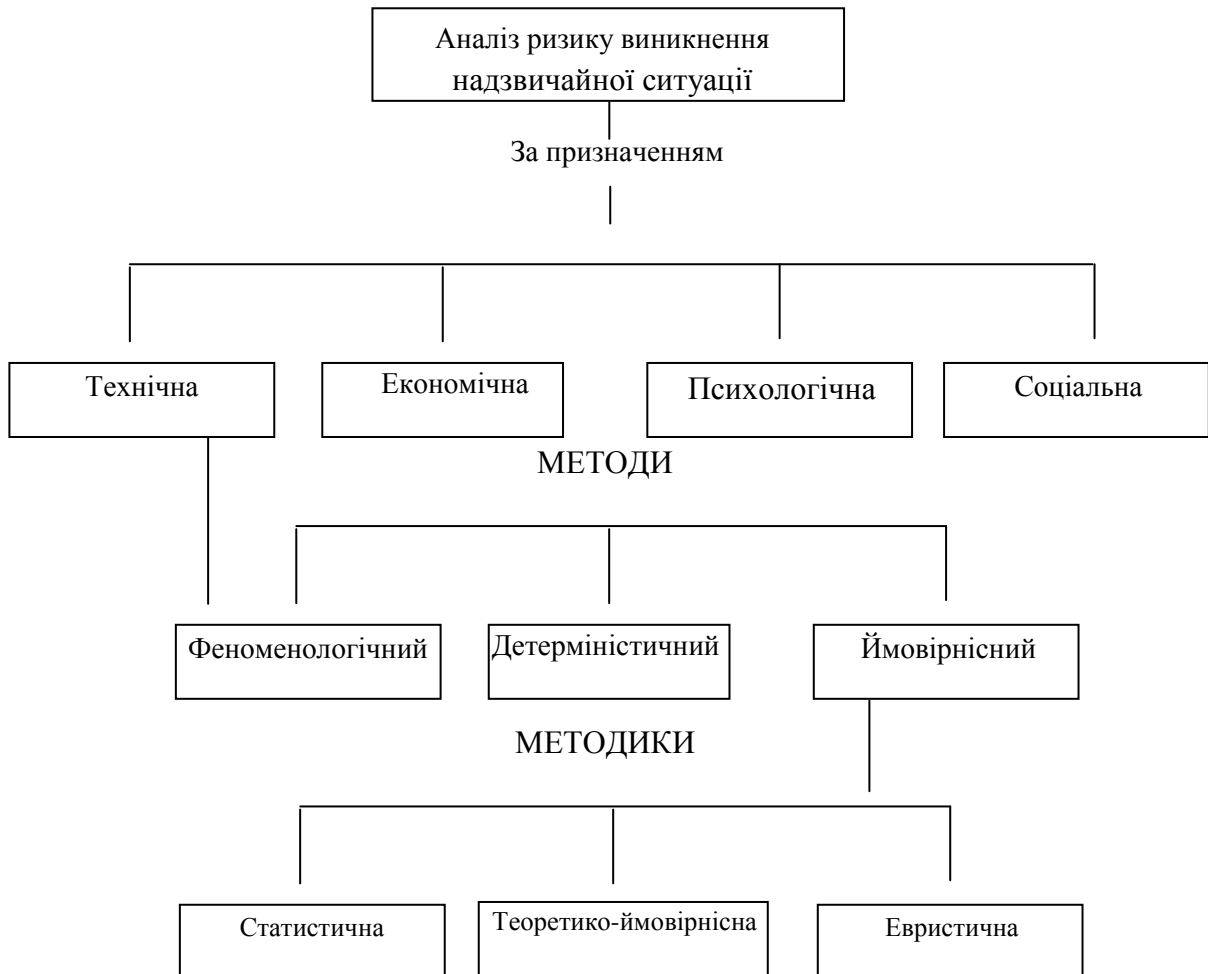


Рисунок 1 - Методичний апарат аналізу ризиків виникнення надзвичайних ситуацій.

Аналіз, що включає ідентифікацію, оцінювання та прогнозування ризиків – це дослідження, направлені на виявлення і кількісне визначення різних видів ризиків при здійсненні будь-яких видів діяльності [5].

Аналіз ризиків починається з його ідентифікації – виявлення небезпек на певній території як причин ризиків у випадку їх реалізації, що ґрунтується на аналізі статистичних даних про небезпечні природні та техногенні явища, стихійні лиха, аварії, катастрофи, а також механізми можливого негативного впливу їх факторів на різні групи населення у випадку реалізації небезпек.

Визначення оцінок ризиків має ґрунтуватися на результатах контролю технічного стану небезпечних техногенних об'єктів, даних моніторингу небезпечних геологічних і гідрометеорологічних процесів, стану природних комплексів тощо, статистичних даних про відмови, інциденти, аварії і НС техногенного та природного характеру, а також на результатах моделювання відповідних небезпечних подій та ситуацій.

Оцінювання ризиків заключається у його кількісному визначенні, тобто визначенні можливих наслідків реалізації небезпек для будівель і споруд. Оцінювання ризиків виникнення надзвичайної ситуацій на певному об'єкті чи території проводиться періодично з метою володіння інформацією та в інтересах управління ризиками. Оцінювання ризиків, а також раціональність прийняття тих чи інших заходів захисту, обґрунтовується на оцінці повторюваності надзвичайних ситуацій і збитків від них (масштабів наслідків для здоров'я людей, майна та довкілля). Знаючи ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, очікувану величину втрат та здійснюючи ряд управлінських заходів, можна уникнути важких аварій і катастроф, послабити їхню силу, а також передбачити ефективні компенсаційні заходи.

На теперішній час відома певна кількість методів оцінювання ризиків, в тому числі пов'язаних з надзвичайними ситуаціями природно-техногенного характеру, серед яких виділяють феноменологічні, детерміністичні та ймовірнісні [5]. Вибір конкретної математичної моделі оцінки ризиків залежить від окремої ситуації. Наслідком цього є значна кількість методів та підходів щодо визначення оцінювання, але недосконало досліджено як саме проводиться оцінка ймовірних небажаних подій на певному об'єкті чи території, та які саме превентивні заходи необхідно вжити з метою мінімізації можливості виникнення надзвичайних ситуацій та масштабів їх наслідків.

Серед методів оцінювання природно-техногенного ризиків феноменологічний метод найбільш простий у застосуванні, базований на визначенні можливості протікання катастрофічних процесів, що впливають з результатів аналізу необхідних умов, пов'язаних з тими чи іншими природними явищами та подіями. Незважаючи на простоту застосування методу, він дає найбільш точні та надійні результати. Феноменологічний метод оцінювання ризиків найбільш прийнятний у випадку порівняння рівня безпеки потенційно небезпечних об'єктів та реалізовується шляхом застосування фундаментальних закономірностей.

Детерміністичний метод передбачає аналіз послідовності етапів розвитку надзвичайної ситуації, починаючи від початкової події через послідовність ймовірних стадій відмов, деформацій і руйнувань компонентів до кінцевого стану системи. Хід процесу надзвичайної ситуації вивчається за допомогою математичного моделювання, побудови імітаційних моделей та проведення складних розрахунків. Даний підхід забезпечує наочність та психологічну прийнятність, так як дає змогу виявити основні фактори, які визначають хід процесу. Але слід відмітити і недоліки методу, а саме: наявність потенційної можливості не помітити при розвитку надзвичайної ситуації важливих подій, які рідко реалізуються; складність побудови достатньо адекватних математичних моделей; складність та коштовність проведення експериментальних досліджень при тестуванні розрахункових програм. Результати оцінювання, проведені із застосуванням детерміністичного методу, дають певний запас надійності, проте величина цього запасу може стати причиною нераціональних затрат для забезпечення безпеки об'єкту.

Ймовірнісний метод передбачає як оцінювання ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій в будівлях і спорудах так і розрахунок відносних ймовірностей різних шляхів її розвитку. Розрахункові математичні моделі при застосуванні цього методу значно простіші у порівнянні з раніше розглянутими методами. Процес виникнення надзвичайної ситуації в будівлях і спорудах вивчається та аналізується за допомогою системного моделювання. Особливістю цього методу є побудова «дерев подій» та «дерев відмов», які на сьогодні в Україні використовуються найбільше [6]. «Дерева подій» та «дерева відмов» – це логічні представлення ймовірнісних подій, які можуть або призвести, або навпаки, запобігти виникненню небажаних наслідків надзвичайних ситуацій. Використання цього методу дає можливість отримати якісну оцінку і кількісні значення ризиків будівель і споруд. Даний метод вважається одним з найбільш корисних аналітичних інструментів під час оцінювання надзвичайно складних або деталізованих систем. Завдячуючи тим, що він використовує дедуктивний логічний метод (тобто поступово рухається від загального до конкретного), він досить корисний при дослідженні можливих умов, які можуть викликати небажані наслідки, або певним чином вплинути на ці наслідки. Метод аналізу «дерева подій» та «дерева відмов» реалізований різноманітними програмними кодами. Один з найбільш поширених з них – це код «IRRAS», описаний в роботі [7], а також більш сучасна його версія «SAPHFIR».

Дерево подій – це i сценарій можливого розвитку аварії з n можливих, з розрахунком можливих відмов, які мають k систем безпеки. Дерево відмов відображає логіку розвитку «небажаної події» (відмови k системи безпеки), за участі j елементів, що входять до складу системи. Програма дозволяє, при відомих ймовірних характеристиках базисних подій j елементів, отримати не лише ймовірність відмови кожної з k систем, але і ймовірності сполучення з j елементів – мінімальні перетини (C_j), які призводять до відмови системи. Таким чином, отримуємо не лише кількісні, але і якісні оцінки – в результаті розрахунку виявляються найбільш небезпечні сполучення відмов елементів системи. Відмітимо, що кількість мінімальних перетинів (m) має степінну залежність від j , і уже при $j \sim 50$, може досягати безліч значень, тобто без застосування комп'ютерних програм провести розрахунок задачі в принципі неможливо. За ймовірність відмови системи приймається верхня границя мінімальних перетинів, яка оцінюється за формулою:

$$S = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - C_j)$$

Крім названих результатів, програма дозволяє отримати важливість кожного з j елементів системи, з позицій збільшення чи зменшення ризиків (коефіцієнти Бірнбаума і Фусели-Весели), що, в свою чергу, дозволяє розробити науково обґрунтовані заходи по зниженню ризиків з найменшими затратами. Таким чином, надається можливість розрахувати всі можливі n сценарії, об'єднати всі розрахунки в єдину ймовірну модель і отримати дані (з відомою невизначеністю) для декларування безпеки небезпечних об'єктів. На основі аналізу важливості елементів, виділяються об'єкти постійного моніторингу й визначаються періоди моніторингу їх стану [7].

Для отримання оцінок ризиків в будівлях і спорудах, що використовуються для розв'язання прикладних задач в науці та техніці, використовують два показники:

- ймовірність (відносна частота) виникнення події, яка призводить до небажаних наслідків – P ;
- масштаб наслідків для заданої події – W [8].

На сьогодні існує ряд методів прогнозування ризиків в будівлях і спорудах, в тому числі пов'язаних безпосередньо з ризиками надзвичайних ситуацій природно-техногенного характеру. За призначенням їх можна поділити на два види: методи прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій та методи прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій (рис.2) [5].

Методи прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій найбільш часто застосовуються для надзвичайних ситуацій природного характеру, точніше, до природних явищ, що їх викликають. З метою своєчасного прогнозування та виявлення небезпечних природних явищ на стадії їх зародження потрібна добре налагоджена загальнодержавна система моніторингу за початковими ознаками стихійних лих і катастроф.

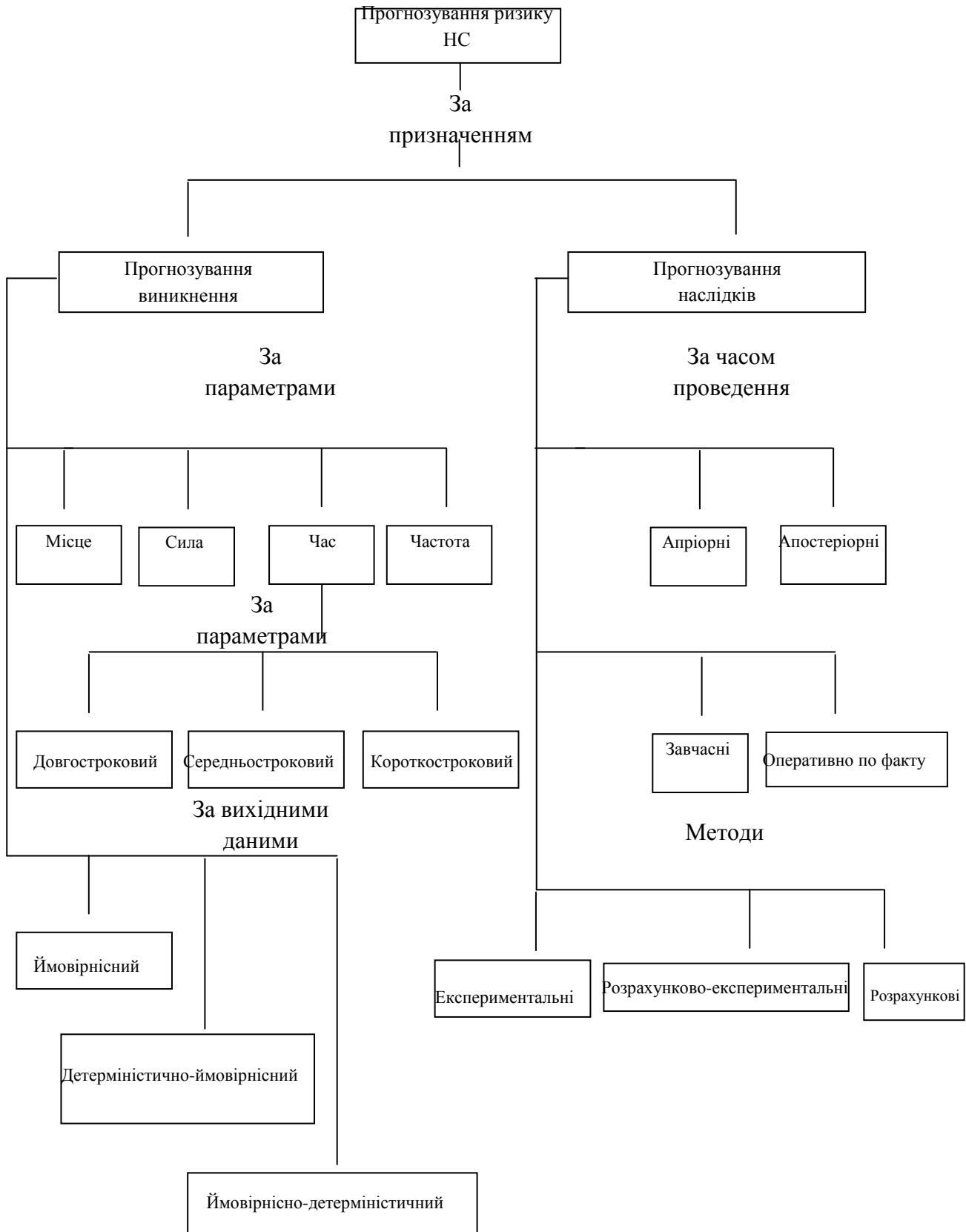


Рисунок 2 - Методичний апарат прогнозування ризиків.

Прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій базується на розгляді можливості виникнення ініціюючих подій та вразливості території, що розглядається. Ініціюючими подіями виникнення надзвичайних ситуацій є прояви характерних джерел небезпек для певної території, зокрема небезпечні природні явища (землетруси, урагани, повені тощо) та небезпечні техногенні явища (аварійні ситуації на об'єктах технологічної сфери, пожежі, вибухи, руйнування тощо).

Вивчення цих подій є однією з найважливіших задач в аналізі та управлінні ризиками, які в свою чергу повинні прийти на заміну вже існуючих методів. В свою чергу методи прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій прийнятні як до надзвичайних ситуацій техногенного характеру, так і до прогнозування надзвичайних ситуацій природного характеру. За часом проведення їх можна розділити на дві групи: методи, основані на апріорному оцінюванні (передбачення наслідків надзвичайних ситуацій, яка може в майбутньому трапитись), а також методи, основані на апостеріорному оцінюванні (передбачення наслідків надзвичайної ситуації, яка вже трапилась).

За вихідними даними методи прогнозування наслідків поділяються на експериментальні (ті, що базуються на обробленні даних надзвичайних ситуацій, які вже мали місце), розрахунково-експериментальні (коли наявні статистичні дані оброблюються за допомогою математичних моделей) та розрахункові (ті, що базуються на застосування лише математичних моделей).

Висновки. Результати оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру в подальшому використовується для:

- прогнозування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій;
- порівняння рівня небезпеки з гранично допустимим значенням ризиків виникнення надзвичайних ситуацій;
- прийняття рішень з розробки додаткових заходів щодо зниження небезпеки у разі перевищення одним чи кількома розрахунковими значеннями ризиків гранично допустимих значень;
- розробці проектної документації і проведення державної експертизи з небезпеки суб'єктів господарювання .
-

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Черкасов В. В. Проблемы риска в управленческой деятельности. - М.: "Рефл-бук", К.: "Ваклер", 2002. - 320 с.
2. Болотських М.В. "Про стан та шляхи удосконалення організації управління в надзвичайних ситуаціях". Тези доповіді. м. Харків. квітень 2010. - <http://www.grinchuk.lviv.ua>.
3. Наказ МНС України від 04 грудня 2003 року № 472 «Про затвердження Положення про організацію науково-технічної діяльності у МНС України».
4. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. - К., 2007. - 311 с.
5. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природных и техногенных сферах. - М.: Деловой экспресс, 2004. - 346 с.
6. Бегун В.В., Осипенко С.И. Предупреждение чрезвычайных ситуаций на основе мониторинга важных для безопасности расчетных параметров безопасности предприятий. - Київ: УАННП "Фенікс", 2007. - 525 с.
7. Биков А.А., Мурзин Н.В. Проблемы анализа безопасности человека, общества и природы. - С.-Пб.: Наука, 1997. - 324с.
8. Указ Президента України від 21 листопада 2003 року № 1328 "Про вдосконалення управління у сфері запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру". - <http://zakon.rada.gov.ua>.

ABSTRACTS / АННОТАЦІЇ

UDC 662.613.12: 669.046.44(024.2)

V.A.Vashchenko, Doctor of technical sciences, Professor, P.I.Zaika, Candidate of technical sciences, lecturer, N.P. Zaika, A.N.Omelchenko, G.I.Vladinova

THE METHODS OF THE TEMPERATURE CALCULATION AND THE COMPOSITION OF THE NITRATE-MAGNESIUM MIXTURES

The methods of the thermodynamic prediction of the flammable qualities of the metalized condensate systems, the calculations of the balance temperature and the composition of the products of combustion of the nitrate-magnesium mixtures are given in the article.

УДК 662.613.12: 669.046.44(024.2)

В.А. Ващенко, д.т.н., проф., П.І. Заїка, к.т.н., доц., Н.П. Заїка, О.М. Омельченко, Г.І. Владінова

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ТЕМПЕРАТУРИ І СКЛАДУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ НІТРАТНО-МАГНІЄВИХ СУМІШЕЙ

Наведено методи термодинамічного прогнозування пожежонебезпечних властивостей металізованих конденсованих систем, розрахунки рівноважної температури і складу продуктів згоряння нітратно-магнієвих сумішей.

UDC 35.083:351.743

Yu. Gorbachenko, Cand. Of Sc. (Eng)

TEORETIKO-CONCEPT ANALYSIS OF CONCEPT FACILITIES OF MANAGEMENT PROJECT RISKS

In the articles analysed methodological aspects of management risks and their classification, analysed pre-conditions of origin of risks and on their basis concept facilities of analysis and minimization are developed in particular, for the methods of prevention of risks on the concrete project of «Shelter» of CHAES.

УДК 35.083:351.743

Ю.Н. Горбаченко, к.и.н.

ТЕОРЕТИКО-ПОНЯТИЙНИЙ АНАЛІЗ ПОНЯТИЙНИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫМИ РИСКАМИ

В статье проанализированы методологические аспекты управления рисками и их классификация, проанализированы предпосылки возникновения рисков и на их основе разработаны понятийные средства анализа и минимизации, в частности для методов предотвращения рисков на конкретном проекте «Укрытия» ЧАЭС.

UDC 614.8

E. Gulida, Dr. Of Sc. (Eng), A. Rencas

DESIGN OF FIRE IN RESIDENTIAL AND CIVIC BUILDINGS IN VIEW OF HEAT AND MASS EXCHANGE WITH THE ENVIRONMENT

Analytical solution of the differential equation of material balance of fire in the building is obtained taking into account heat exchange with the environment through the rectangular hole. The calculation results are compared with experimental results. This method can be applied in determining the time of loss of bearing and insulating ability of building structures during fire.

УДК 614.8

Є.Н. Гулида, д. т. н., проф., А.А. Ренкас

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЖИЛЫХ И
ОБЩЕСТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ТЕПЛОМАССОБМЕН С
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ**

Получено аналитическое решение дифференциального уравнения материального баланса пожара в помещении с учетом тепломассообмена с окружающей средой через прямоугольное отверстие. Результаты расчетов сопоставлены с результатами эксперимента. В дальнейшем данный метод может быть применен при определении времени потери несущей и теплоизоляционной способности строительных конструкций в помещении при пожаре.

UDK 624. 01.001:624.15: 622.693.26

M.S. Ivanova, Candidate of Technical Sciences, docent, [A.P. Ivanov,] Candidate of Technical Sciences, docent, V.A. Uslistaya, Chief Project Engineer, V.A. Loza, Engineer for inspection of buildings and structures.

**ON PRACTICAL EXPERIENCE REMOVE SUBSIDENCE GROUNDS IN THE
PERIOD CONSTRUCTION AND OPERATION OF BUILDINGS**

The work is devoted to the study of ground in complex engineering-geological conditions, as well as ways to improve the stability of the stacked ground subsidence.

The authors much attention to paid to the practice of building in the local regions and influences in the reliability of the technical solutions adopted in the design and production of works of zero cycle of buildings and structures.

This article provides important practical advice that will enable them to apply for different events with similar conditions ground a design and construction of foundations

Key words: ground, subsidence, undermining research, testing methods, sustainability, cramped conditions.

УДК 624. 01.001:624.15: 622.693.26

М.С. Іванова, к.т.н., доцент, [А.П. Іванов] к.т.н., доц., В.А. Лоза, В.А. Услиста

**ПРО ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД УСУНЕННЯ ОСАДОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ГРУНТІВ В ПЕРІОД ЗАБУДОВИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПОРУД**

Робота присвячена дослідженню ґрунтів у складних інженерно-геологічних умовах, а також шляхів підвищення стійкості основ, складених з просадних ґрунтів. Авторами приділяється велика увага практиці будівництва в місцевих регіонах, де визначальний вплив йде на надійність прийнятих технічних рішень при проектуванні і виробництві робіт нульового циклу будівель і споруд. У статті даються важливі практичні рекомендації, які дозволять застосувати їх при різних будівництвах з подібними ґрунтовими умовами і не дозволять нести подальших витрат експлуатованих споруд, що допоможе зменшити проблеми, які виникають при проектуванні та зведенні фундаментів в містах з проявами просадних властивостей ґрунтів.

Ключові слова: ґрунти, що просідають, та підроблювані ґрунти, дослідження, методи випробування, обмежені умови.

UDC 662.613.12:669.046.44(024.2)

Kirichenko O. V., Cand. Of Sc. (Eng)

**EXPERIMENTAL-STATISTICAL MODELS FOR RECEIPT OF DATA-BASE ON
TEMPERATURE OF SELF-IGNITION OF PARTICLES OF METALLIC FUELS IN
GASEOUS PRODUCTS OF THERMAL DECOMPOSITION OF NITRATE-
CONTAINING OXIDANTS**

A new laws of the complex influencing of different guided parameters to the law on the temperature of self-ignition of particles of magnesium, aluminium and zirconium in the products of thermal decomposition of nitrate-containing oxidants are set. The experimental-statistical models for prognostication of influencing of the guided parameters on the temperature of self-ignition of particles of metals for forming of data-base on the fire-dangerous properties of pyrotechnic wares in the conditions of external thermo-influences are first developed.

Keywords: thermal decomposition, pyrotechnic mixture, nitrate-containing oxidants.

УДК 662.613.12:669.046.44(024.2)

О. В.Кириченко, к.т.н.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
БАЗЫ ДАННЫХ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ЧАСТИЦ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГОРЮЧИХ В ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТАХ
ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ НИТРАТОСОДЕРЖАЩИХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ**

Установлены новые закономерности комплексного влияния различных управляемых параметров на температуру воспламенения частиц магния, алюминия и циркония в продуктах термического разложения нитратосодержащих окислителей. Впервые разработаны экспериментально-статистические модели для прогнозирования влияния управляемых параметров на температуру воспламенения частиц металлов для формирования базы данных по пожароопасным свойствам пиротехнических изделий в условиях внешних термовоздействий.

Ключевые слова: термическое разложение, пиротехническая смесь, нитратосодержащие окислители.

UDC 614.841.332

P.G. Krukovskii, Doctor of Engineering Science, Professor, A.I. Kovalov, Candidate of Science (Engineering), Ye.V. Kachkar, Candidate of Science (Engineering)

**CHARACTERISTICS DETERMINATION OF INTUMESCENT FIREPROOFING
COATING “FENIX-STV” ACCORDING TO THE TESTS DATA ON FIRE-
RETARDING QUALITY OF SOLID-CAST COVERING**

It was determined the thermal characteristics and characteristic of fireproof capability of intuscement fire-resistant coating “Fenix STV” produced by Ltd “PTK “A+B Ukraine” according to the temperature measurement on unheated surface of solid-cast concrete covering during the tests of its fireproofing. The influence of thermal characteristics of concrete and fire-resistant coating on fireproofness of solid-cast coverings is presented.

УДК 614.841.332

П.Г. Круковський, д.т.н., проф., А.І. Ковальов, к.т.н., Є.В. Качкар, к.т.н.

**ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВОГНЕЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ, ЩО
СПУЧУЄТЬСЯ, «ФЕНІКС СТВ» ЗА ДАНИМИ ВИПРОБУВАНЬ НА
ВОГНЕСТІЙКІСТЬ МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ**

Визначено теплофізичні характеристики і характеристика вогнезахисної здатності вогнезахисного покриття, що спучується, «Фенікс СТВ» виробництва ТОВ «ПТК» А + В Україна за даними вимірювання температур на необігрівій поверхні монолітного бетонного покриття в процесі його випробування на вогнестійкість. Показано вплив теплофізичних характеристик бетону і вогнезахисного покриття на вогнестійкість монолітних покриттів.

УДК 541.128.12

V.V.Kukueva, PhD of chemistry, associate professor, R.V.Romanyuk

THEORETICAL RESEARCH OF FIRE EXTINGUISHING EFFICIENCY OF FLUORO DERIVATIVES PROPANE

The results of quantum chemical study of the mechanism of extinguishing heptafluoropropane which can be an alternative flame retardants to replace banned halons in modern means of fire fighting.

УДК 541.128.12

V.V.Кукуева, к. х. н., доц., Р.В.Романюк

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОГNETУШАЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ ПРОПАНА

Представлены результаты квантово-химического исследования механизма огнетушащего действия гептафторпропана, который может быть альтернативным ингибитором горения для замены запрещенных хладонов в современных технических средствах пожаротушения.

UDC 624.012

A.L. Lega

CONSTRUCTION OF PHYSICAL SIMILARITY TEST STRUCTURES ON FIRE.

An analysis of factors affecting the manifestation of the scale effect for brittle construction conglomerate, the main tasks for the solution of the conditions of the construction of physical similarity in the fire test of compressed concrete elements.

УДК 624.012

A.L. Lega

ПОБУДОВА ФІЗИЧНОЇ ПОДІБНОСТІ ПРИ ВИПРОБУВАННІ КОНСТРУКЦІЙ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ

Проведений аналіз факторів, які впливають на прояв масштабного ефекту для крихких будівельних конгломератів, сформульовані основні задачі для розв'язання умов побудови фізичної подібності для випробування на вогнестійкість стиснутих бетонних елементів.

UDC 624.012

V. Nuyanzin, A.I. Kovalov, Candidate of Science (Engineering), V. Gvozd, Candidate of Science (Engineering)

ACCOUNT OF THE PROTRACTED INFLUENCE OF AGGRESSIVE FACTORS OF ENVIRONMENT AT DETERMINATION OF VOGNESTIYKISTI REINFORCE-CONCRETE COLUMNS

On the basis of the refined experimental data about thermophysical and micnisni descriptions of concrete by the komp"yuternoy program ANSYS Multiphysics are conducted calculation of limits of fire-resistance of reinforce-concrete columns which was added the protracted influence of aggressive factors of environment. As a result of the conducted calculation dependence of decline of limit of fire-resistance of reinforce-concrete columns is got on time of action on them of aggressive factors of environment.

УДК 624.012

В.М.Нуянзин, А.И. Ковалев, к.т.н., В.М. Гвоздь, к.т.н., доц.

**УЧЕТ ДЛИТЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ АГРЕССИВНЫХ ФАКТОРОВ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОГНЕСТОЙКОСТИ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОЛОННЫ**

На основе уточненных экспериментальных данных о теплофизических и силовых характеристиках бетона с помощью компьютерной программы ANSYS Multiphysics проведены расчеты пределов огнестойкости железобетонных колонн, которые поддавались длительному влиянию агрессивных факторов окружающей среды. В результате проведенного расчета получена зависимость снижения предела огнестойкости железобетонных колонн от времени действия на них агрессивных факторов окружающей среды.

UDC 614.012

A.V. Pozdejev, S.V. Pozdejev, Cand. Of Sc. (Eng), M.M. Semerak, Drt. Of Sc. (Eng) O.V. Nekora, Cand. Of Sc. (Eng).

**INFLUENCE OF MODIFIERS OF CONCRETE ON SPEED OF WARMING UP
OF THE BENT REINFORCE-CONCRETE CONSTRUCTIONS**

Research of influence of modifiers of concrete is conducted on warming up of reinforce-concrete beams and flags at a fire. The conduct of reinforce-concrete beams is modelled at the high temperature heating in the conditions of standard temperature condition on the basis of tests of standards. Temperature dependences of warming up of reinforce-concrete beam are got from concretes by the modified superplasticizers and frost-hardy additions. The limits of fire-resistance are certain by the simplified calculation methods for a reinforce-concrete beam, which are offered in different normative documents.

УДК 624. 012

А.В. Поздеев, С.В. Поздеев, к.т.н., доц., М.М. Семерак, д.т.н., проф., О.В. Некора, к.т.н., с.н.с.

**ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ БЕТОНА НА СКОРОСТЬ ПРОГРЕВА
ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Проведено исследование влияния модификаторов бетона на прогрев железобетонных балок и плит при пожаре. Смоделировано поведение железобетонных балок при высокотемпературном нагреве в условиях стандартного температурного режима на основе испытаний образцов. Получены температурные зависимости прогревая железобетонной балки из бетонов модифицированными суперпластификаторами и противоморозными добавками. Определены пределы огнестойкости упрощенными расчетными методами для железобетонной балки, которые предложены в различных нормативных документах.

UDC 614.841

V. Rudnitsky, Ph.D., Professor, A. Dyadyushenko, Cand. Of Sc. (Eng), O. Minenko,

QUALITY PERFORMANCE OF PRIMARY DATA PROCESSING IN FACT OF FIRE

The article deals with the development of information technology to improve the reliability of error-free balance sheet at registration office documents on the causes and consequences of fires state inspector of the fire and technological safety prevention service based on reliability theory and mathematical statistics.

Key words: quality, primary processing, inspector of the fire and technological safety prevention service.

УДК 614.841

В. Н. Рудницький, д. т. н., проф., А.А. Дядюшенко, к. т. н., А.В. Миненко

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ И
ФИКСАЦИИ ДАННЫХ ПО ФАКТУ ПОЖАРА**

В статье рассматривается разработка информационной технологии для повышения достоверности безошибочной работы при оформлении отчетной служебной документации по причинам и следствиям пожаров государственным инспектором по контролю в сфере пожарной и техногенной безопасности на основе теории достоверности и математической статистики.

Ключевые слова: показатели качества, первичная обработка данных, государственный инспектор по контролю в сфере пожарной и техногенной безопасности.

UDC 614.842.83 (007.5); 681.3

S. Stas, Cand. Of Sc. (Eng), V. Zayviy, Cand. Of Sc. (Hist), I. Burliai, O. Myroshnyk

**CLARIFICATION OF PERFORMANCE OF ANTENNA-FEEDER DEVICES OF
RANGE 145-150MHZ OF CONVENTIONAL RADIO SYSTEMS OF RESCUE
SERVICES**

This paper considers the problem of existing conventional studies of wireless emergency departments and finding ways to improve their performance.

УДК 614.842.83 (007.5); 681.3

С.В. Стась, к.т.н., доц., В.В. Зайвий, к.и.н., с.н.с., И.В. Бурляй, О.М. Мирошник

**УТОЧНЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ
УСТРОЙСТВ ДИАПАЗОНА 145-150МГЦ СИСТЕМ КОНВЕНЦИОНАЛЬНОЙ
РАДИОСВЯЗИ ОПЕРАТИВНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ**

В работе рассматривается проблема исследования существующих конвенциональных систем радиосвязи аварийно-спасательных подразделений и нахождения путей для повышения их эксплуатационных характеристик.

UDC 532.628:614.843

M. Yu Striganova, Ph.D.

**THE METHODS FOR ESTIMATING THE PARAMETERS OF A BREAK
WAVE'S DAMAGING EFFECTS AND THE PREDICTION OF THE CONSEQUENCES
IN CASE OF THE DESTRUCTION OF WATERWORKS**

Objective – the development of the assessment of the parameters of the break wave with the consequent prognostication of the emergency situations effects in case of the destruction of waterworks of waterfront.

General methodology provided combination of theoretical experimental researches of the parameters of the brake wave. Mathematic model of spatially changing unsteady movement of the body of the brake wave for wide prismatic channels, which are typical for gidromorfometricheskih options of the rivers of the Republic of Belarus, is developed for the first time, making hydraulic radius equal to the length of the stream.

Mathematic model of determination of the time of emptying of the water reservoir at destruction of the earthen dam in case of spillover over the dam crest with its further washaway is developed. Method of calculation of the brake wave parameters is proposed, taking into account regulation of the water flow at cascaded disposition of the water reservoirs and on inundation plots.

Speed values and wave height are experimentally determined at different distance from zero section line for different moments of time in prismatic conduit at roughness coefficient $n = 0,011-0,013$. Satisfactory hit of calculation and experimental data is proved.

Methodology of construction of a diagram of brake wave passing through the water flow and modeling of the flood zones was developed, the methodology is connecting the depth of the flow with estimated times of passing of the front, crest and wave tail.

results of the dissertation researches can be used at forecasting of the engineer situation and consequences of hydro dynamic accidents at hydro systems.

УДК 532.628:614.843

М.Ю.Стриганова, к.т.н.

**ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ, ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ ПРИ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ АВАРИЯХ**

Целью работы являлась разработка методов оценки параметров волны прорыва с последующим прогнозированием последствий чрезвычайных ситуаций при разрушении гидротехнических сооружений напорного фронта.

Общая методология работы предусматривала сочетание теоретических и экспериментальных исследований параметров волны прорыва. Впервые разработана математическая модель пространственно изменяющегося неустановившегося движения тела волны прорыва для широких призматических русел, характерных для гидроморфометрических параметров рек Республики Беларусь, принимая гидравлический радиус равным глубине потока.

Разработана математическая модель определения времени опорожнения водохранилища при разрушении земляной плотины в случае перелива через гребень плотины с последующим ее размывом. Предложен метод расчета параметров волны прорыва с учетом зарегулированности водотока при каскадном расположении водохранилищ и по пойменным участкам.

Экспериментально установлены значения скорости, и высоты волны при различном удалении от нулевого створа для различных моментов времени в призматическом лотке при коэффициенте шероховатости $n = 0,011-0,013$. Доказано удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных данных.

Разработана методика построения графика прохождения волны прорыва по водотоку и построения зон затопления, которая связывает глубину потока с расчетными временами прохождения фронта, гребня и хвоста волны.

Результаты исследований могут быть использованы при прогнозировании инженерной обстановки и последствий гидродинамических аварий на гидроузлах.

UDC 159.91:654.071.004.15(048)

P.Teslyuk, Cand. Of Sc. (Eng), M. Omelchenko

**INTERPERSONALITY CONFLICTS IN FIRE-RESCUE SUBSECTIONS, THEIR
REASONS AND WAYS OF OVERCOMING**

Any fire-rescue subsection consists of workers, which differ one from other by age, education, experience of service, experience work and vital, and aims, and also facilities of achievement of aims, functions and duties, by various personality properties, by values, by options, by looks on problems, that arise up in the process of service. As a result of all these divergences the possibility of origin of conflict situations and conflicts appears in collectives. The prophylaxis of interpersonality conflicts in fire-rescue subsections comes forward the important constituent of the psychological providing of duty activity of rescuers.

УДК 159.91:654.071.004.15(048)

П.В.Теслюк, к. психол. н., доц., М.І. Омельченко

МЕЖЛИЧНОСТНЫЕ КОНФЛИКТЫ В ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ, ИХ ПРИЧИНЫ И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Любое пожарно-спасательное подразделение состоит из работников, которые отличаются друг от друга возрастом, образованием, стажем службы, профессиональным и жизненным опытом, целями, а также средствами достижения целей, функциями и обязанностями, разнообразными личностными свойствами, ценностями, установками, взглядами на проблемы, возникающие в процессе службы. В результате всех этих расхождений в коллективах появляется возможность возникновения конфликтных ситуаций и конфликтов. Профилактика межличностных конфликтов в пожарно-спасательных подразделениях выступает важной составляющей психологического обеспечения служебной деятельности спасателей.

UDC 614.841.332

A.M. Tishchenko, PhD of Technical sciences, N.V. Andrienko, PhD in History, I.A. Troyanovska

ANALYTICAL TOOLS FOR THE RISK OF NATURAL AND MANMADE EMERGENCY SITUATIONS ASSESSMENT AND PREDICTION

Analytical tools for the risk of natural and manmade emergency situations analysis as well as methods of risk assessment and analytical tools of risk prediction are considered in the article.

Key words: emergency, risk, danger, safety, prediction

УДК 614.841.332

О.М. Тищенко, к. т. н., доц., М.В. Андриенко, к. и. н., И.А. Трояновська

МЕТОДИЧЕСКИЙ АПАРАТ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

В работе рассмотрено методический аппарат анализа рисков возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, а также методы оценки рисков и методический аппарат их прогнозирования.

АВТОРИ (алфавітний покажчик)

Стор.

<i>Андрієнко М.В.</i>	108
<i>Бурляй І.В.</i>	83
<i>Ващенко В.А.</i>	4
<i>Владінова Г.І.</i>	4
<i>Горбаченко Ю.М.</i>	10
<i>Гуліда Е.М.</i>	16
<i>Гвоздь В.М.</i>	61
<i>Дядюшенко О.О.</i>	79
<i>Заїка П.І.</i>	4
<i>Заїка Н.П.</i>	4
<i>Зайвий В.В.</i>	83
<i>Іванова М.С.</i>	25
<i>Іванов А.П.</i>	25
<i>Качкар С.В.</i>	43
<i>Кириченко О. В.</i>	33
<i>Ковальов А.І.</i>	43,61
<i>Круковский П.Г.</i>	43
<i>Кукусва В.В.</i>	52
<i>Лега А.Л.</i>	57
<i>Лоза В.А.</i>	25
<i>Мирошник О.М.</i>	83
<i>Міненко О.В.</i>	79
<i>Некора О.В.</i>	70
<i>Нуянзін В.М.</i>	61
<i>Омельченко М.І.</i>	101
<i>Омельченко О.М.</i>	4
<i>Поздєєв А.В.</i>	70
<i>Поздєєв С.В.</i>	70
<i>Ренкас А.А.</i>	16
<i>Романюк Р.В.</i>	52
<i>Рудницький В.М.</i>	79
<i>Семерак М.М.</i>	61
<i>Стась С.В.</i>	83
<i>Стриганова М.Ю.</i>	89
<i>Теслюк П.В.</i>	101
<i>Тищенко О.М.</i>	108
<i>Трояновська І.О.</i>	108
<i>Услиста В.А.</i>	25

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, лівє – 2,5 см, правє – 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 невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.

Для з'ясування економічної ефективності ГУС необхідно проведення відповідних розрахунків, які дозволять порівняти ГУС і традиційну ВР – воду. Задача ускладнюється тим, що на відміну від виробничих приміщень, складів матеріалів тощо, кількість і склад горючого завантаження у квартирах не регламентується.

Із аналізу роботи [2-4] відомі дані стосовно середньої кількості горючого завантаження в сучасній квартирі. Найбільшу частку горючого завантаження складає деревина та вироби на її основі – 47,1%, оббивка меблів – 34,1%, вироби з пластмаси – 11,1%, килими – 7,8%. Але безпосередньої інформації стосовно середньої «ціни» 1 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_0 , кг/м ³	φ_0	λ_0 , Вт/(м·К)	μ_n	K	Θ , кДж/кг	$T_{нп}$, °C	$T_{кп}$, °C	K_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.

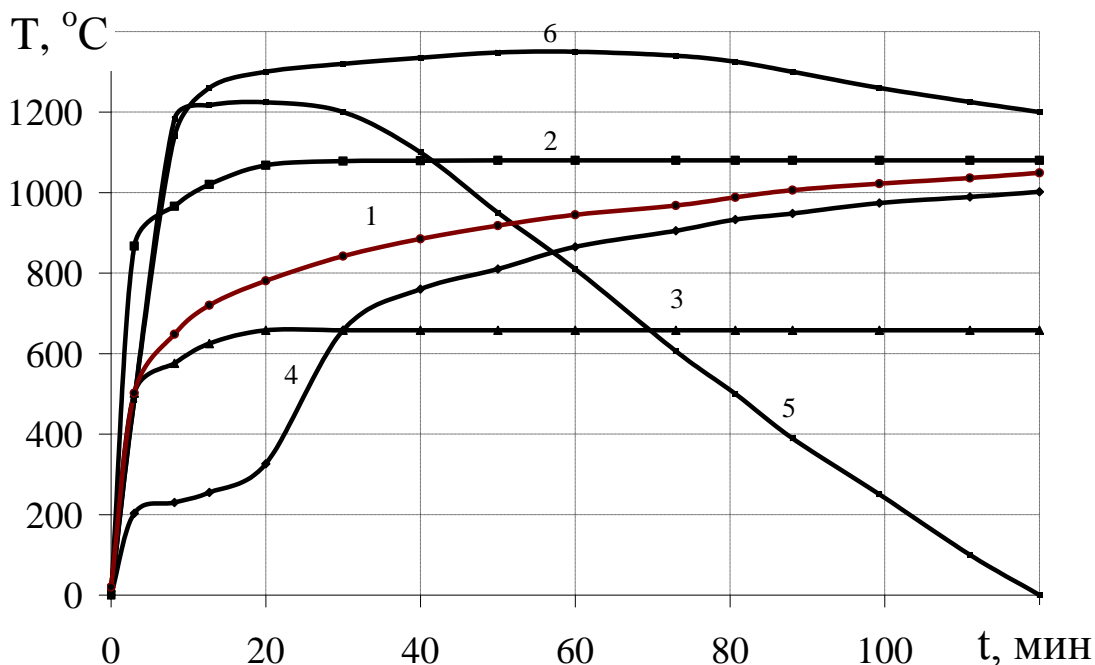


Рисунок 1 - Залежність зміни температури від тривалості вогневого впливу при різних темпах нагріву, де:

- 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);

б - 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	<p>1. Василій Великий. Гомілії / Василій Великий ; [пер. з давньогрец. Л. Звонська]. – Львів : Свічадо, 2006. – 307 с. – (Джерела християнського Сходу. Золотий вік патристики IV – V ст. ; № 14).</p> <p>2. Коренівський Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в неперервних та дискретних динамічних системах / Коренівський Д. Г. – К. : Ін-т математики, 2006. – 111 с. – (Математика та її застосування) (Праці / Ін-т математики НАМ України ; т. 59).</p> <p>3. Матюх Н. Д. Що дорожче срібла-золота / Наталія Дмитрівна Матюх. – К. : Асамблея діл. кіл : Ін-т соц. іміджмейкінгу, 2006. – 311 с. – (Ювеліри України ; т. 1).</p> <p>4. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. – Львів : Кальварія, 2005. – 196, [1] с. – (Першотвір).</p>
Два автори	<p>1. Матяш І. Б. Діяльність Надзвичайної дипломатичної місії УНР в Угорщині : історія, спогади, арх. док. / І. Матяш, Ю. Мушка. – К. : Києво-Могилян. акад., 2005. – 397, [1] с. – (Бібліотека наукового щорічника "Україна дипломатична" ; вип. 1).</p> <p>2. Ромовська З. В. Сімейне законодавство України / З. В. Ромовська, Ю. В. Черняк. – К. : Прецедент, 2006. – 93 с. – (Юридична бібліотека. Бібліотека адвоката) (Матеріали до складання кваліфікаційних іспитів для отримання Свідоцтва про право на заняття адвокатською діяльністю ; вип. 11).</p> <p>3. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підруч [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. – Львів : Растр-7, 2007. – 375 с.</p>
Три автори	<p>1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование : как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – XLIII, 265 с.</p>
Чотири автори	<p>1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. – К. : НДІ "Укragenпромпродуктивність", 2006. – 106с. – (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи).</p> <p>2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : [підруч. для учнів проф. – техн. навч. закл.] / О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. – К. : Вища освіта, 2006. – 478, [1] с. – (ПТО : Професійно-технічна освіта).</p>

П'ять і більше авторів	<ol style="list-style-type: none"> 1. Психология менеджмента / [Власов П. К., Липницкий А. В., Луцких 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).
Без автора	<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 ХІХ – початку ХХ століття : [антологія / упоряд. : Л. Таран, О. Лагутенко]. – К. : Грані-Т, 2007. – 190, [1] с. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : [зб.наук.праць / наук, ред. Каліушенко В. та ін.]. – Чернівці : Рута, 2007. – 310 с.
Словники	<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.
Багатотомний документ	<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. Трошенко. – К. : НАН України, Ін-т пробл. міцності, 2000. – С. 559– 956, XIII, [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. Шиляев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиляев Б. А., Воеводин В. Н. – Х. ННЦ ХФТИ, 2006. – 19 с. – (Препринт / НАН Украины, Нац. науч. центр "Харьк. физ. – техн. ин-т" ; ХФТИ 2006-4).</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. Дзяк, 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. – 277 с.</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. Миське 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., Потлань 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 Міп / 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
№ 11'2012***

Збірник наукових праць

Відповідальний за випуск Акіньшин В.Д.

Підписано до друку 14.03.2012 р. Обл.-вид. арк. 6.
Тираж 100 прим. Замовлення № 49.

Віддруковано у відділі НД та РВР АПБ ім. Героїв Чорнобиля
18034, м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8.