

**МИНИСТЕРСТВО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ УКРАИНЫ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ УКРАИНЫ**

---

# **ПРОБЛЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Выпуск 30

Свидетельство о государственной регистрации  
печатного средства массовой информации  
серия КВ № 16673-5245 ПР, выдано  
Министерством юстиции Украины 28.05.2010 года

Утверждено к печати ученым советом  
НУГЗ Украины  
(протокол № 2 от 8.11.2011 г.)

Харьков  
НУГЗУ - 2011

УДК 614.8 + 614.84 + 621.3 + 614.841 + 614.842 + 541.678.686.01 +  
331.436 + 624.012 + 614.842.6 + 614.841.332 + 521.633 + 662.613.12 +  
669.046.44 + 519.85

Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2011. –  
Вып. 30. – 284 с.

Издание основано в 1997 году. Включено в перечень изданий  
ВАК Украины (приказ № 1-03/8 от 11.10.2000 г.).

Представлены результаты научных исследований в области по-  
жарной безопасности. Рассматриваются организационно-технические  
аспекты совершенствования пожарной безопасности, отражающие со-  
временные методы повышения эффективности противопожарной защи-  
ты и тенденции развития научных исследований в данной области.

Материалы предназначены для инженерно-технических работ-  
ников пожарной охраны, научно-педагогического персонала, адъюнк-  
тов, слушателей и курсантов пожарно-технических учебных заведе-  
ний.

Ил. – 117, табл. – 22.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:** д-р техн. наук, проф. *Ю.А. Абрамов*  
(отв. ред.), д-р техн. наук, проф. *О.П. Алексеев*, д-р техн. наук, проф.  
*В.А. Андронов*, д-р техн. наук, проф. *О.Е. Басманов*, д-р техн. наук, проф.  
*В.М. Комяк*, д-р техн. наук, проф. *В.И. Кривцова*, д-р техн. наук, проф.  
*Л.Н. Куценко*, д-р техн. наук, проф. *А.Н. Ларин*, д-р техн. наук, проф.  
*Э.Е. Прохач*, д-р хим. наук, проф. *В.Д. Калугин*, д-р техн. наук,  
*А.Н. Соболев*.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. О.Н. Фоменко,  
д-р техн. наук, проф. О.Г. Руденко.

Видання засноване у 1997 році. Включене до переліку видань  
ВАК України (наказ № 1-03/8 від 11.10.2000 р.).

Наведені результати наукових досліджень у галузі пожежної  
безпеки. Розглядаються організаційно-технічні аспекти вдосконалення  
пожежної безпеки, що відображають сучасні методи підвищення ефе-  
ктивності протипожежного захисту та тенденції розвитку наукових  
досліджень в даній галузі.

Матеріали призначені для інженерно-технічних робітників по-  
жежної охорони, науково-педагогічного персоналу, ад'юнктів, слуха-  
чів та курсантів пожежно-технічних навчальних закладів.

*О.В. Миргород, канд. техн. наук, доцент, НУЦЗУ*

## **ПІДВИЩЕННЯ ВОГNETРИВКОСТІ БЕТОНІВ ЗА РАХУНОК ВВЕДЕННЯ ВОГNEСТІЙКОГО БАРІЄВОГО ШПІНЕЛЬВМІСНОГО ЦЕМЕНТУ**

(представлено д-ром техн. наук Соболев О.М.)

В статті наведено результати отримання та дослідження вогнетривких бетонів на основі барієвого шпінельвмісного цементу. Зроблено висновок про доцільність використання розроблених бетонів у різноманітних галузях промисловості, пов'язаних з підвищеними температурами.

**Ключові слова:** вогнетривкий бетон, барієвий шпінельвмісний цемент, міцність, високотемпературні випробування, прогорання, пожежна ситуація.

**Постановка проблеми.** Будівництво – це одна з найбільш матеріалоємних галузей господарства, що потребує великої кількості матеріалів і виробів. При цьому необхідно знати не тільки міцність і деформативність матеріалів при нагріванні, але й їх пожежонебезпечні властивості, особливо вогнестійкість.

Під час пожежі бетонні та залізобетонні конструкції піддаються високотемпературному нагріву різної інтенсивності та тривалості, в результаті чого знижується їх несуча спроможність [1]. Поведінка залізобетону як композиційного матеріалу насамперед визначається поведінкою бетону, оскільки саме в ньому при нагріві протікають складні теплофізичні та механічні процеси [1-2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні роки отримало широкий розвиток виробництво вогнетривких бетонів, які можуть бути використані для звукоізоляції міжкімнатних перегородок і міжповерхових перекриттів, комплексного утеплення будинків різноманітного призначення (підлоги, стіни, горища), термоізоляції низькотемпературних споруд (холодильників та ін.), термоізоляції високотемпературних поверхонь теплових агрегатів до 1200 °С (димарів, газоходів, печей для відпалу цегли, кераміки, виплавки скла та ін.).

Розвиток нової техніки, пов'язаний з використанням високих температур, потребує нових, більш ефективних вогнетривких матеріалів, у тому числі й вогнетривких цементів [4].

Однак, в наш час мало уваги приділяється питанням пожежної безпеки новітніх матеріалів, а саме їх вогнестійкості. Дуже часто відбувається прогар матеріалу під час високотемпературних випро-

бувань, що може призвести до виникнення пожежної ситуації [1-2].

Найбільш розповсюдженим вогнетривким цементом є високоглиноземистий. Однак цей вид цементів не відповідає вимогам, що висуваються до випробувань на високотемпературних установках. Відомий також вогнетривкий глиноземистий цемент, до складу якого входить до 50 мас. % алюмомагнезійної шпінелі, який також не відповідає високим потребам нової техніки за вогнетривкістю [3-5].

**Постановка завдання та його вирішення.** У зв'язку з вищевикладеним, метою даної роботи є розробка нових складів бетонів з використанням цементів на основі алюмінатів барію та магнезійної шпінелі, що відрізняються високою міцністю, вогнетривкістю та корозійною стійкістю.

В якості вихідних сировинних матеріалів для отримання шпінельвмісного цементу використовувались вуглекислий барій технічний, глинозем марки Г00 та природний магнезит.

Для синтезу зразків заданого фазового складу проводилося послідовне подрібнення, змішування та випал сировинних сумішей. Ретельне подрібнення і змішування сировинних компонентів проводилось у лабораторному кульовому млині «мокрим способом» (вологість шламу - 50 мас.%). Тонкість помелу контролювалось ситовим аналізом (повний прохід крізь сито № 006). Перед випалом сировинні суміші формувались методом двостороннього пресування при питомому тиску 60-80 МПа. Випал брикетів здійснювався в криптоловій печі при температурі 1550°C з ізотермічною витримкою при максимальній температурі синтезу 3 години. Повнота синтезу сполук контролювалась рентгенографічним методом аналізу.

Фізико - механічні випробування зразків отриманого цементу проводилось з використанням методики малих зразків М.І. Стрелкова, вогнетривкість визначалась за методом падіння конусу матеріалу.

За результатами фізико-механічних випробувань отриманого цементу встановлено, що він має наступні властивості: водоцементне співвідношення 0,16; терміни тужавіння: початок 3 години 25 хвилин; кінець 6 годин 20 хвилин; межа міцності при стиску у віці 1 доби - 14 МПа, 3 доби - 47 МПа, 7 діб – 62 МПа, 28 діб – 68 МПа.

Для визначення придатності розробленого цементу для отримання вогнетривкого бетону було здійснено розрахунок температури плавлення за методикою Епштейна – Хауленда:

$$T = \frac{T_i}{(1 - \ln \frac{x_i}{n_i})}, \quad (1)$$

де  $T_i$  – температура в кельвінах;  $x_i$  – молярна доля компонента в ком-

позиційному матеріалі;  $n_i$  – кількість атомів в композиції.

За результатами розрахунку температура плавлення обраного складу дорівнює 1850 °С. Визначена за методом падіння конусу вогнетривкість визначається температурою 2040 °С. Як видно з представлених результатів отриманий цемент є високоміцним, швидкоотжувачим, швидкоотверднувачим в'язучим повітряного твердіння і може бути використаний для розробки вогнетривкого бетону.

У якості заповнювача для вогнетривких бетонів може бути використаний широкий спектр матеріалів. У даному випадку було обрано електроплавлений корунд із-за матричної спорідненості до складу цементу.

Для отримання бетону зразки готували методом напівсухого пресування із бетонної суміші з вологістю 7 % . Пресовий тиск склав 100 МПа. Співвідношення цемент : заповнювач обране 1 : 3.

Основні фізико-механічні властивості отриманого бетону наступні: пористість – 11,4 %, межа міцності при стиску у віці 1 доби - 9 МПа, 3 доби – 40,2 МПа, 7 діб – 52,4 МПа, 28 діб – 56,5 МПа.

Аналіз отриманих результатів дозволив встановити, що отриманий бетон є високоміцним, щільним матеріалом, придатним для створення монолітних конструкцій.

Оскільки розроблений бетон може бути використаний при високих температурах, то було вивчено вплив температури на механічну міцність зразків бетону (рис. 1).



Рис. 1 – Ступінь розміцнення бетону до 800 °С та понад 1000 °С

Встановлено, що найбільший ступінь розміцнення спостерігається до 800 °С, що відповідає видаленню води із гідратованого цементу. Понад 1000 °С починається спікання матеріалу з отриманням щільної керамічної структури.

**Висновки.** За результатами проведених досліджень встановлена можливість отримання барієвих шпінельвмісних цементів та бетонів на їх основі, які є на 15 % найбільш високоміцними, щільними, вогнетрив-

кими матеріалами, ніж ті, що застосовуються в наш час. Розроблені матеріали є придатними для використання для звукоізоляції міжкімнатних перегородок і міжповерхових перекриттів, комплексного утеплення будинків різноманітного призначення, термоізоляції низькотемпературних споруд, термоізоляції високотемпературних поверхонь теплових агрегатів, футеровки теплонапружених ділянок сучасних високотемпературних агрегатів, що допоможе знизити на 10 % прогорання під час високотемпературних впливів і, як наслідок, – виникнення пожежної ситуації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Некрасов К.Д. Рекомендации по защите бетонных и железобетонных конструкций от хрупкого разрушения при пожаре. / К.Д. Некрасов, В.В. Жуков, В. Ф. Гуляева – М.: Стройиздат, 2003. – 21 с. – (Труды / Стройиздат, вып. 1).

2. ДБН В.1.1 – 7 – 2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держбуд України [Затверджені наказом Держбуду України від 03.12. 2002 року № 88 та введені в дію з 01.05.2003 року, на заміну СНиП 2.01.02-85\*] – Державні будівельні норми України. – К.: 2003. – 45 с.

3. Мельник М.Т. Огнеупорные цементы / Мельник М.Т., Илюха Н.Г., Шаповалова Н.Н. – К.: Вища школа, 1984. – 121 с.

4. Кузнецова Т.В. Специальные цементы / Кузнецова Т.В. – СПб.: Стройиздат, 1997. – 297 с.

5. Кузнецова Т.В., Глиноземистый цемент / Т.В. Кузнецова, Й. Талабер. – М.: Стройиздат, 1988. – 265 с.

О.В. Миргород

### **Повышение огнеупорности бетонов за счет введения огнестойкого бариевого шпинельсодержащего цемента**

В статье приведены результаты получения и исследования огнеупорных бетонов на основе бариевого шпинельсодержащего цемента. Сделан вывод о целесообразности использования разработанных бетонов в различных областях промышленности, связанных с повышенными температурами.

**Ключевые слова:** огнеупорный бетон, бариевый шпинельсодержащий цемент, прочность, высокотемпературные испытания, прогорание, пожарная ситуация.

O.V. Mirgorod

### **Increase of fire resistance of concrete at the expense of introduction fire-resistant on barium spinel-containing cement**

The results of production and investigation of refractory concrete based on barium spinel-containing cement. The conclusion about the feasibility of using the developed concrete in high-temperature units.

**Key words:** refractory concrete, barium spinel-containing cement, strength, high-temperature unit, burn-out facing, a fire situation.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Ю.А. Абрамов, С.Н. Бесараб, В.П. Садковой</b> Условия и временные характеристики тушения пожара класса в распыленной водой	3
<b>Ю.А. Абрамов, А.А. Тарасенко, О.Е. Безуглов</b> Маршрут движения подразделений при ликвидации наземного ландшафтного пожара	8
<b>С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко, О.В. Руденко</b> Вивчення процесу надходження радіонуклідів у повітря при пожежах у лісах зони відчуження чаєс	16
<b>П.А. Билым, А.П. Михайлюк, К.А. Афанасенко, Ю.И. Калябин</b> О роли адгезионного контакта полимер – волокно в сохранении прочности стеклопластика на пожаре	24
<b>П.А. Билым, А.П. Михайлюк, В.В. Олейник, А.В. Альбоцкий</b> О применении обобщенной температурно-временной характеристики прочности и деформативности полимерных материалов к условиям развития пожара	30
<b>С.Н. Бондаренко, В.В. Калабанов</b> Установка для испытания тепловых пожарных извещателей	41
<b>Н.П. Борисенко</b> Разработка периферийного модуля автоматической системы пожарной сигнализации с автономным радиоканалом управления	45
<b>В.Г. Борисенко, Ю.Ф. Деркач, К.Р. Умеренкова</b> Риск возникновения пожаровзрывоопасных ситуаций на объектах водородной энергетики	58
<b>П.Ю. Бородич, О.Е. Безуглов</b> Оценка показателя легочной вентиляции для работ разной степени тяжести	64
<b>В.А. Дуреев, А.Н. Литвяк</b> Исследование влияния геометрических параметров элементов распределительной сети на потребную мощность подводимого потока жидкого огнетушащего вещества	68
<b>А.В. Елизаров</b> Численная реализация математической модели процесса развития пожара в помещении	72
<b>А.Я. Калиновский</b> Модель нахождения периметров и площадей ландшафтных пожаров с учетом флуктуаций их параметров	77
<b>А.А. Киреев, К.В. Жерноклёв</b> Исследование огнетушащего действия гелеобразующих составов на модельных очагах пожаров класса а из ДВП и ДСП	83
<b>А.А. Киреев, А.Н. Коленов</b> Исследование пенообразования и кинетики разрушения пен при подслоном сливе	89
<b>О.В. Кириченко, В.Д. Акіньшин, В.А. Ващенко, В.В. Цибулін</b> Термодинамічні методи прогнозування пожежонебезпечних властивостей високометалізованих піротехнічних нітратно-металічних сумішей в умовах зовнішніх термовпливів	94
<b>Ю.П. Ключка, В.И. Кривцова</b> Определение теплофизических характеристик металлгидридной системы	107
<b>В.В. Ковалишин</b> Моделювання характеру впливу вогнегасного порошку на осередок пожежі спільно з рециркуляцією продуктів горіння	113
<b>В.М. Комяк, Р.В. Романов</b> Моделирование рационального размещения пожарных гидрантов в практической деятельности пожарной охраны	123
<b>Н.І. Коровникова, В.В. Олійник, Ю.Ю. Рипало</b> Вплив умов модифікації синтетичного волокна на зниження горючості	130

<b>В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова, А.І. Морозов</b> Попередження самонагрівання вугілля в зонах геологічних порушень	134
<b>Л.Н. Красоха, Н.Н. Оберемок, А.В. Прокопов</b> Алгоритм многокритериальной оптимизации для оценки эффективности метрологической деятельности в сфере пожарной безопасности	141
<b>О.В. Кулаков, С.В. Рудаков</b> Нормування вимог до штучного заземлювача системи блискавкозахисту з точки зору пожежної небезпеки	147
<b>М.В. Кустов</b> Исследование механизмов каплеобразования при тушении пожаров атмосферными осадками	153
<b>А.А. Лісняк</b> Розповсюдження та небезпека диму лісової пожежі	160
<b>А.Н. Литвяк, В.А. Дуреев</b> Параметры водяных завес для предотвращения распространения продуктов горения	164
<b>Ю.В. Луценко, Є.А. Яровий</b> Дослідження умов припинення горіння нафтопродуктів з використанням сітчатих елементів	167
<b>Л.В. Ляшок, А.В. Васильченко, И.А. Афонина</b> Электрохимический детектор опасности возгорания	172
<b>О.В. Миргород</b> Підвищення вогнетривкості бетонів за рахунок введення вогнестійкого бар'єрового шпінельвмісного цементу	176
<b>А.О. Михайлюк</b> Мінімізація теплового впливу пожежі резервуара у резервуарній групі	180
<b>В.К. Мунтян, Р.Г. Мелещенко</b> Оценка эффективности использования огнетушащего вещества при сбросе с пожарного самолета АН-32П	184
<b>О.А. Петухова</b> Доповнення до алгоритму визначення робочих характеристик пожежних кран-комплектів	189
<b>Б.Б. Поспелов, А.Е. Басманов, А.А. Михайлюк, Я.С. Кулик</b> Оптимальный выбор количества датчиков первичной информации в системе защиты резервуара с нефтепродуктом	193
<b>А.С. Пушкаренко</b> Повышение предела огнестойкости железобетонных конструкций	197
<b>А.С. Rogozin, В.С. Хоменко</b> Оптимізація розміщення засобів пожежогасіння на арсеналах та базах зберігання боєприпасів	201
<b>С.В. Росоха, И.Н. Грицына, С.А. Виноградов</b> Экспериментальное определение скорости капельного потока огнетушащей жидкости, необходимой для тушения газового факела	205
<b>О.В. Савченко, О.О. Островерх, Т.М. Ковалевська, С.В. Волков</b> Дослідження часу займання зразків ДСП, оброблених гелеутворюючою системою $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$	209
<b>В.О. Самарін</b> Вплив умов теплового контакту на процес запалення конденсованої речовини високотемпературною часткою	216
<b>Ю.Н. Сенчихин, С.В. Росоха, В.А. Гузенко</b> Тактика прицельного пневмометания снаряда с тросом прямой наводкой при использовании пожарного высотного спасателя (НПВС)	225
<b>В.М. Сирих, О.В. Тарахно</b> Експертне дослідження пожеж розливу рідин	230
<b>А.М. Сиротенко, Д.П. Дубинин, К.В. Корытченко</b> Экспериментальное исследование способа создания противопожарных разрывов объемными шланговыми зарядами	234
<b>О.М. Соболев, А.Г. Коссе, В.В. Комяк</b> Постановка задачі оптимізації вибору засобів і шляхів евакуації з будинків підвищеної поверховості під час пожеж	242
<b>Е.Ю. Спирина-Смилка, Р.А. Яковлева, Н.В. Саенко, А.В. Довбыш,</b>	247



<b>Е.А. Рыбка</b> Повышение огнезащитной эффективности вспучивающихся эпоксидных составов	
<b>Д.Г. Трегубов, А.Н. Лыман</b> Аспекты методики определения склонности твердых материалов к тепловому самовозгоранию	253
<b>Н.Н. Удянский, А.Г. Кутявин</b> Рекомендации по расчету критической продолжительности пожара для помещений, в которых применяются ЛВЖ и ГЖ	259
<b>А.А. Чернуха</b> Экспериментальное исследование температуропроводности вспучивающихся огнезащитных покрытий для древесины	263
<b>В.В. Чигрин</b> Динамічні навантаження при роботі відцентрових насосів	268
<b>А.Я. Шаршанов</b> Математическая модель вспучивающихся огнезащитных покрытий	273

## СПИСОК АВТОРОВ

Абрамов Ю.А.	3, 8	Литвяк А.Н.	68, 164
Азаров С.І.	16	Лісняк А.А.	160
Акіншин В.Д.	94	Луценко Ю.В.	167
Альбоций А.В.	30	Лыман А.Н.	253
Афанасенко К.А.	24	Ляшок Л.В.	172
Афонина И.А.	172	Мелещенко Р.Г.	184
Басманов А.Е.	193	Миргород О.В.	176
Безуглов О.Е.	8, 64	Михайлюк А.А.	180, 193
Бесараб С.Н.	3	Михайлюк А.П.	24,30
Билым П.А.	24, 30	Морозов А.І.	134
Бондаренко С.Н.	41	Мунтян В.К.	184
Борисенко В.Г.	58	Оберемок Н.Н.	141
Борисенко Н.П.	45	Олійник В.В.	30, 130
Бородич П.Ю.	64	Островерх О.О.	209
Васильченко А.В.	172	Петухова О.А.	189
Ващенко В.А.	94	Поспелов Б.Б.	193
Виноградов С.А.	205	Прокопов А.В.	141
Волков С.В.	209	Пушкаренко А.С.	197
Грицына И.Н.	205	Рипало Ю.Ю.	130
Гузенко В.А.	225	Рогозін А.С.	201
Деркач Ю.Ф.	58	Романов Р.В.	123
Довбыш А.В.	247	Росоха С.В.	205, 225
Дубинин Д.П.	234	Рудаков С.В.	147
Дуреев В.А.	68, 164	Руденко О.В.	16
Елизаров А.В.	72	Рыбка Е.А.	247
Жерноклёв К.В.	83	Савченко О.В.	209
Зав'ялова О.Л.	134	Садковой В.П.	3
Калабанов В.В.	41	Саенко Н.В.	247
Калиновский А.Я.	77	Самарін В.О.	216
Калябин Ю.И.	24	Сенчихин Ю.Н.	225
Киреев А.А.	83, 89	Сидоренко В.Л.	16
Кириченко О.В.	94	Сирих В.М.	230
Ключка Ю.П.	107	Сиротенко А.М.	234
Ковалевська Т.М.	209	Соболь О.М.	242
Ковалишин В.В.	113	Спирина-Смилка Е.Ю.	247
Коленов А.Н.	89	Тарасенко А.А.	8
Комяк В.В.	242	Тарахно О.В.	230
Комяк В.М.	123	Трегубов Д.Г.	253
Коровникова Н.І.	130	Удянський Н.Н.	259
Корытченко К.В.	234	Умеренкова К.Р.	58
Коссе А.Г.	242	Хоменко В.С.	201
Костенко В.К.	134	Цибулін В.В.	94
Красоха Л.Н.	141	Чернуха А.А.	263
Кривцова В.И.	107	Чигрин В.В.	268
Кулаков О.В.	147	Шаршанов А.Я.	273
Кулик Я.С.	193	Яковлева Р.А.	247
Кустов М.В.	153	Яровий Є.А.	167
Кутявин А.Г.	259		

*Научное издание*

## **ПРОБЛЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Выпуск 30

Ответственный за выпуск Ю.А. Абрамов

Технический редактор А.А. Михайлюк

---

Подписано в печать 24.11.2011

Уч.-изд. л. 12

Печ. л. 11,3

Формат бумаги 60x84/16.

Тир. 300

Зак. 217 – 2010

Цена договорная

---

61023, Харків, вул. Чернишевська, 94

Електронна адреса: <http://apbu.edu.ua/rus/>

Типографія Національного університету цивільного захисту України