

**МИНИСТЕРСТВО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ УКРАИНЫ
АКАДЕМИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ИМЕНИ ГЕРОЕВ ЧЕРНОБЫЛЯ**

На правах рукописи

ПОЗДЕЕВ СЕРГЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ

УДК 624.012

**РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ
НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Специальность 21.06.02 – пожарная безопасность

Диссертация
на соискание научной степени
доктора технических наук

Черкассы – 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	13
РАЗДЕЛ 1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	24
1.1. Особенности нормирования и определения пределов огнестойкости несущих железобетонных строительных конструкций.....	24
1.1.1. Особенности натурных огневых испытаний элементов железобетонных строительных конструкций.....	30
1.1.2. Особенности расчетных методов определения предела огнестойкости элементов железобетонных конструкций.....	33
1.1.3. Особенности экспериментально-расчетных методов определения предела огнестойкости элементов железобетонных конструкций.....	35
1.2. Математические модели температурного режима пожара.....	38
1.3. Математические модели процессов теплопередачи в элементах железобетонных конструкций при пожаре.....	57
1.3.1. Математические модели теплофизических характеристик железобетона....	59
1.3.2. Граничные условия, описывающие теплообмен между средой пожара и поверхностью элементов железобетонных конструкций.....	65
1.4. Математические модели силового сопротивления элементов железобетонных конструкций при пожаре.....	70
1.4.1. Математические модели свойств железобетона при учете теплового воздействия пожара.....	70
1.4.2. Моделирование железобетонных конструкций при определении пределов огнестойкости стержневыми системами.....	78
1.4.3. Моделирование железобетонных конструкций при определении пределов огнестойкости массивными элементами.....	82

1.4.4. Теории прочности бетона и железобетона.....	84
1.5. Модели силового сопротивления элементов железобетонных конструкций на основе экспериментально-расчетного подхода.....	87
1.6. Обобщение результатов обзора и обоснование задач исследований.....	88
РАЗДЕЛ 2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛООБМЕНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	92
2.1. Основные положения теплофизического расчета на огнестойкость железобетонных конструкций.....	92
2.2. Методы проведения теплотехнического расчета на огнестойкость железобетонных конструкций.....	94
2.2.1. Аппроксимация уравнения теплопроводности при использовании метода конечных элементов для проведения теплотехнического расчета на огнестойкость железобетонных конструкций.....	95
2.2.2. Аппроксимация уравнения теплопроводности при использовании метода конечных разностей для проведения теплотехнического расчета на огнестойкость железобетонных конструкций.....	98
2.3. Численная реализация теплотехнического расчета на огнестойкость модельных элементов железобетонных строительных конструкций	99
2.3.1. Обоснование параметров моделей элементов железобетонных конструкций для решения теплотехнической задачи.....	100
2.3.2. Начальные и граничные условия теплообмена базовых модельных элементов железобетонных конструкций.....	102
2.3.3. Параметры конечно-элементных моделей элементов железобетонных конструкций.....	105
2.3.4. Результаты теплотехнического расчета модельных элементов железобетонных конструкций методом конечных элементов.....	109
2.3.5. Результаты теплотехнического расчета железобетонной колонны методом конечных разностей.....	115

2.4. Сравнительный анализ результатов теплотехнического расчета с экспериментальными данными.....	117
2.5. Выводы по разделу.....	125
РАЗДЕЛ 3. ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	
3.1. Основные положения расчета напряженно-деформированного состояния при определении огнестойкости железобетонных конструкций.....	127
3.2. Математические модели механических свойств бетона и арматурной стали.....	129
3.3. Численная реализация математических моделей напряженно-деформированного состояния железобетона.....	130
3.3.1. Основные разрешающие уравнения метода конечных элементов для железобетона.....	130
3.3.2. Реализация модели пластического деформирования бетона и арматурной стали.....	134
3.3.3. Реализация модели деформирования бетона с трещинами.....	136
3.4. Моделирование поведения железобетонной балки при разрушающих силовых воздействиях для разных моделей механических свойств бетона и арматурной стали.....	144
3.5. Обоснование параметров моделей элементов железобетонных конструкций для идентификации математических моделей при решении прочностной задачи.....	152
3.6. Моделирование поведения железобетонных плит при воздействии пожара для разных моделей механических свойств бетона и арматурной стали.....	154
3.7. Моделирование поведения железобетонных балок при воздействии пожара для разных моделей механических свойств бетона и арматурной стали.....	172
3.8. Адекватность математических моделей свойств бетона и арматурной стали.....	178

3.9. Выводы по разделу.....	180
РАЗДЕЛ 4. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ОГНЕСТОЙКОСТИ.....	183
4.1. Оборудование и методики экспериментальных исследований.....	183
4.1.1. Экспериментальное оборудование.....	183
4.1.2. Оборудование и материалы для изготовления образцов.....	183
4.1.3. Оборудование для исследования физических параметров образцов до, во время и после нагрева.....	184
4.2. Методика изготовления образцов для испытаний.....	186
4.2.1. Методика изготовления бетонных образцов для испытаний.....	186
4.2.2. Образцы для испытаний арматурной стали.....	188
4.3. Методика исследования теплофизических характеристик бетона.....	189
4.4. Методика исследования нагрева бетонных образцов под нагрузкой.....	190
4.5. Методика исследования нагрева образцов арматуры под нагрузкой.....	192
4.6. Результаты предварительных исследований механических и структурных свойств бетона и арматурной стали.....	193
4.7. Результаты определения теплофизических свойств бетона.....	197
4.8. Результаты определения механических свойств бетона.....	205
4.9. Результаты определения механических свойств арматурной стали.....	218
4.10. Выводы по разделу.....	225
РАЗДЕЛ 5. РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИХ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ.....	227
5.1. Разработка общей структуры уточненных расчетных методов определения огнестойкости несущих железобетонных конструкций на основе моделирования их напряженно-деформированного состояния при пожаре..	227

5.1.1. Получение исходных данных об элементе конструкции.....	229
5.1.2. Задание параметров конечно-элементных моделей.....	232
5.1.3. Обработка результатов расчета и определение предела огнестойкости.....	233
5.1.4. Верификация полученных результатов расчета.....	235
5.2. Определение предела огнестойкости преднапряженной ребристой железобетонной плиты.....	236
5.2.1. Результаты определения теплофизических характеристик бетона экспериментально-расчетным методом.	236
5.2.2. Результаты определения механических свойств бетона при высоких температурах экспериментально-расчетным методом.....	237
5.2.3. Результаты определения механических свойств арматурной стали при высоких температурах экспериментально-расчетным методом.....	238
5.2.4. Результаты уточненного расчета предела огнестойкости предварительно напряженной ребристой железобетонной плиты.....	239
5.3. Выводы.....	255
РАЗДЕЛ 6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТОЧНЕННЫХ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	257
6.1. Оборудование и методики натурных огневых испытаний ребристой предварительно напряженной железобетонной плиты.....	257
6.1.1. Экспериментальное оборудование.	257
6.1.2. Оборудование и материалы для изготовления образцов.	257
6.1.3. Оборудование для исследования физических параметров железобетонных плит при натурных огневых испытаниях.	258
6.2. Параметры железобетонной плиты для испытаний.....	258
6.3. Методика натурных огневых испытаний предварительно напряженной ребристой железобетонной плиты.....	261
6.4. Результаты натурных огневых испытаний предварительно напряженной ребристой железобетонной плиты.....	264

6.5. Классификация источников погрешности уточненных методов расчета огнестойкости несущих железобетонных конструкций.....	267
6.6. Исследование достоверности результатов огневых испытаний преднапряженной ребристой железобетонной плиты.....	270
6.7. Исследование достоверности результатов уточненного метода при определении огнестойкости преднапряженной ребристой железобетонной плиты.....	286
6.7.1. Исследование погрешности вычислительных алгоритмов.	286
6.7.2. Изучение погрешности экспериментальных исследований при уточнении математических моделей свойств бетона и арматурной стали.....	296
6.8. Сравнительный анализ результатов расчета пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций уточненного метода с результатами существующих расчетных методов.....	299
6.9. Выводы по разделу.....	302
РАЗДЕЛ 7. РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ НАИБОЛЬШЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УТОЧНЕННОГО РАСЧЕТНОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	304
7.1. Требования к экспериментальной базе.....	304
7.2. Требования к аппаратному и программному обеспечению расчетных процедур.....	306
7.3. Рекомендации для построения конечно-элементных моделей элементов несущих железобетонных конструкций.....	308
7.4. Экономическая и социальная эффективность аттестации железобетонных конструкций с гарантированной огнестойкостью по несущей способности с применением уточненных расчетных методов.....	309
7.5. Выводы по разделу.....	316
ВЫВОДЫ.....	318
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	321
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	351

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ГУ – граничные условия

КЭ – конечные элементы

МКЭ – метод конечных элементов

МКР – метод конечных разностей

ОЗТ – обратная задача теплопроводности

ПЗТ – прямая задача теплопроводности

СЛАУ – система линейных алгебраических уравнений

ТФХ – теплофизические характеристики

t – время, с

T_p – температура пожара, °С

T – температура, °С

ρ – плотность, кг/м³

$\mathbf{V}$ – вектор относительной скорости, м/с

p – относительное давление, Па

μ – молекулярная динамическая вязкость

μ_t – турбулентная динамическая вязкость

λ – коэффициент теплопроводности смеси, Вт/(м²·°С)

C_p – удельная теплоемкость

H_k – теплота образования k -го компонента

Pr_t – турбулентное число Прандтля

Sc – число Шмидта

Sc_t – турбулентное число Шмидта

Y_k – концентрация k -го компонента реакции горения

h – энтальпия

h_0 – начальная энтальпия

ρ_{hyd} – гидростатическая плотность

$\mathbf{g}$ – вектор гравитационных сил

$\mathbf{B}$ – вектор сил вращения

ε – скорость диссипации турбулентной энергии

k – турбулентная энергия

R_0 – универсальная газовая постоянная

M_k – молярная масса k -го компонента

C_{p_p} – теплоемкость частиц

$C_{p_{vol}}$ – теплоемкость летучих

λ_g – коэффициент теплопроводности газовой фазы

T_g – температура газовой фазы

$T_{p, boil}$ – температура кипения жидкой фазы частицы

h_{lat} – скрытая теплота образования газовой фазы при испарении

$h^0_{lic, fuel}, h^0_{CO_2}, h^0_{H_2O}$ – теплоты образования керосина, углекислого газа и воды

x, y, z – стехиометрические коэффициенты

N_{pj} – число частиц, пролетающих в секунду по траектории

Ω_{cell} – объем расчетной ячейки

C_{Dj} – коэффициент сопротивления частиц, летящих по траектории

ρ_g – плотность газовой фазы

r_p – радиус частицы

E_r – плотность энергии излучения

E_b – равновесная плотность энергии излучения

α – интегральный по спектру коэффициент поглощения

β – интегральный по спектру коэффициент рассеяния

α_m, α_p – коэффициенты поглощения, соответственно, газовой среды и частиц

β_m, β_p – коэффициенты рассеяния, соответственно, газовой среды и частиц

$E_{b,m}, E_{b,p}$ – равновесные плотности энергии излучения для газовой фазы и фазы частиц рассеяния, соответственно, газовой среды и частиц

σ – постоянная Стефана-Больцмана

T_{pj} – температура j -той частицы

N_j – количество частиц в ячейке

ε_p – степень черноты частиц

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

F_{ij} – лучевые форм-факторы

θ – угол между нормалью к элементу и линией, соединяющей элементы i и j

r – расстояние между центрами элементов i и j

C_{pb} – удельная теплоемкость бетона

C_b – удельная пароемкость бетона

λ_T – коэффициент теплопроводности бетона

λ_p – коэффициент паропроницаемости бетона

r – удельная теплота испарения влаги;

B_t – влажностный коэффициент интенсивности сушки

u – влажность бетона в относительных единицах

ε_b – относительная деформация бетона

$R_{b,T}$ – расчетное сопротивление бетона сжатию, зависящее от температуры нагрева слоя бетона

$R_{bt,T}$ – расчетное сопротивление бетона растяжению, зависящее от температуры нагрева слоя бетона

ε_{b1} – относительная деформация, до которой справедливо пропорциональное соотношение между деформацией и напряжением

ε_{b2} – предельная относительная деформация

$\varepsilon_{c1,T}$ – относительная деформация, до которой диаграмма деформирования имеет восходящую ветвь

ε_{bRT} – предельная деформация сжатия, зависящая от температуры

ε_{bR} – предельная деформация сжатия при нормальных условиях

K_{bT} – коэффициент увеличения предельной сжимаемости вследствие нагрева.

$E_{s,T}$ – модуль упругости арматурной стали, зависящий от температуры нагрева

ε_s – относительная деформация арматурной стали

$R_{s,T}$ – расчетное сопротивление арматурной стали, зависящее от температуры нагрева

ε_{s0} – относительная деформация стали, до которой справедливо пропорциональное соотношение между деформацией и напряжением

ε_{s2} – предельная относительная деформация стали

ε_{sy} – деформация, при которой наступает предел текучести

ε_{st} – деформация, при которой начинается ниспадающая ветвь диаграммы

$R_{sp,T}$ – предел пропорциональности стали

$E_{s,T}$ – модуль упругости стали, зависящий от температуры нагрева

ε_{bt} – деформация за счет температурного расширения бетона

ε_{cs} – деформация за счет усадки бетона

α_{bt} – коэффициент терморасширения бетона

α_{cs} – коэффициент температурной усадки.

$S_{bi}, R_{bi,T}$ – статический момент i -го слоя бетона сечения в наиболее опасном направлении и его расчетное сопротивление

$S_{sj}, R_{sj,T}$ – статический момент в наиболее опасном направлении и расчетное сопротивление сечения j -го арматурного стержня

σ_{bi}, σ_{sj} – действующие напряжения в элементах сечения бетона и стали соответственно

y_{bi}, y_{sj} – координаты элементов дискретизации сечения, соответствующие слоям бетона и арматуры

ε_{tot} и $(1/r)_{tot}$ – соответственно, относительная деформация и кривизна элемента

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – главные напряжения

I_1 и D_2 – соответственно, первый инвариант шарового тензора и второй инвариант девиатора напряжений

G – модуль сдвига

$\{\varepsilon_{n-1}^{el}\}$ – вектор упругой деформации на предыдущем шаге нагружения

$\{\Delta\varepsilon_n\}$ – вектор полного приращения упругой деформации на текущем шаге нагружения

$\{\Delta\varepsilon_n^{th}\}$ – вектор приращения температурной деформации на текущем шаге нагружения

$\{\Delta\varepsilon_n^{pl}\}$ – вектор приращения пластической деформации на текущем шаге нагружения

L – расчетная длина элемента

b – расчетная высота сечения

D – критический прогиб

U – предел огнестойкости по несущей способности

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Статистические данные по Украине показывают, что 3/4 от общего числа пожаров происходит в зданиях и сооружениях, выполненных из железобетонных конструкций, треть из которых являются крупногабаритными и имеют сложную конфигурацию. Прямой убыток от пожаров в среднем составил 129 млн грн, в том числе и от повреждений зданий и сооружений при воздействии опасных факторов пожара. При большом количестве зданий и сооружений, возведенных в последнее время с использованием новых технологий, а также изношенных эксплуатируемых зданий и сооружений, с наличием в них опасного технологического оборудования, материальных и культурных ценностей и т.д. для обеспечения их безопасной эксплуатации и обеспечения безопасности при проведении операций по ликвидации чрезвычайных и нестандартных ситуаций, связанных с возникновением и развитием пожаров, необходимо предусматривать эффективные технические мероприятия, необходимые для гарантирования требуемой нормативами огнестойкости проектируемых и эксплуатируемых несущих строительных конструкций. Только при заложенном дефиците огнестойкости при проектировании изгибаемых элементов несущих железобетонных конструкций для I степени огнестойкости железобетонных кирпичных и шлакоблочных зданий в пределах 6 минут (10 % от предела огнестойкости) уровень материального и социально экономического ущерба от вероятного обрушения, или их переделки может составить четверть от стоимости их ежегодного серийного выпуска. Это обуславливает необходимость повышения точности определения пределов огнестойкости данных конструкций.

На данный момент существует два основных подхода к определению пределов огнестойкости. Первый подход основан на проведении огневых испытаний элементов конструкций, размеры которых совпадают или близки к размерам реальных элементов. Однако совершенствование технологий возведения зданий и сооружений на основе несущих железобетонных конструкций, а также

технологий формования элементов конструкций и приготовления бетона затрудняет, а в некоторых случаях делает невозможным использование такого подхода.

Второй подход основан на применении расчетных методов, которые имеют меньшую стоимость, трудоемкость, не требуют дорогостоящего и громоздкого экспериментального оборудования. В работах А.И. Яковлева, В.П. Бушева, В.А. Пчелинцева, В.М. Ройтмана, А.Ф. Милованова, С.Л. Фомина, В.Л. Страхова, В.О. Каледина, П.Г. Круковского, Б.Г. Демчины, О.В. Некоры, T. Lie, V. Barteleml, G. Kruppa, T. Harmathy, M. Schäfer, D. Bernhart и др. широко рассмотрены расчетные методы определения огнестойкости элементов несущих железобетонных конструкций. Общей особенностью практически всех работ перечисленных авторов является очень детальная проработка теплотехнической задачи при недостаточном рассмотрении вопросов, связанных с прочностью. В большинстве работ расчет напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций при пожаре основан на применении упрощенных инженерных методик сопротивления материалов, поэтому не позволяет учесть все разнообразие граничных условий и структуры элементов конструкций. Нормативные документы разных государств устанавливают вычислительные алгоритмы таких методов, но все они также основаны на грубых математических моделях стержневой механики и дают погрешности порядка 20-30% и потому не могут быть использованы как окончательные при аттестации несущих железобетонных строительных конструкций по их огнестойкости.

В то же время существует очень развитая теория напряженно-деформированного состояния железобетона, основанная на математических моделях трещинообразования, пластического упрочнения, ортотропии, связанной с арматурными включениями и т.д., предусматривающая применение метода конечных элементов в физически и геометрически нелинейной постановке. Данная теория развита такими авторами, как А.А. Гвоздев, Г.А. Тюпин, В.Н. Киссюк, Г.А. Гениев, М.М. Филоненко-Бородич, Н.И. Карпенко, А.В. Яшин, В.М. Бондаренко, С.Ф. Клованич, А.С. Городецкий, А.Н. Бамбура, В.И. Корсун, А.П. Кричевский,

Е. Hansen, Н. Hartl, J. Argiris, G. Faust, Р. Warnke, K. Willam, D. Darwin и др. Она позволяет корректно рассчитывать напряженно-деформированное состояние с учетом всех особенностей поведения железобетона при воздействии механических нагрузок. Но на данный момент отсутствует серьезный и достаточно широкий опыт применения такой теории для рассмотрения напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций в условиях нагрева при пожаре и определения на основе этого пределов огнестойкости этих конструкций. При этом учитываются все наиболее характерные особенности поведения железобетона, такие как трещинообразование, пластичность, дилатация и т.д. Расчетные методы, основанные на таком подходе, называются уточненными. При их применении для практических задач определения огнестойкости существует серьезный недостаток, который заключается в отсутствии упорядоченной системы базовых математических моделей поведения железобетона в условиях огневого воздействия пожара и надежных алгоритмов их решения, методов учета технологических особенностей производства бетона и арматуры, поскольку, во-первых, использование новых технологий приготовления бетона, связанных с введением модификаторов и добавок в их состав, и особенности основных составляющих приводят к существенным различиям бетонов одной и той же марки; во-вторых, учет особенностей поведения железобетона обуславливает необходимость задания большого числа различных параметров, которые не являются универсальными для всех бетонов и арматурных сталей.

Еще одним недостатком является то, что нормативные документы разных стран и отдельные исследователи предлагают разные подходы к описанию механических свойств бетона и арматуры, а ведь именно эти подходы нужно использовать при практических расчетах. Для Украины, в данный момент, в условиях становления ее нормативной базы исследования, посвященные научному обоснованию данных подходов являются актуальными, а связанные с ними задачи требуют неотложного решения.

Устранение указанных недостатков уточненных расчетных методов позволит решить актуальную техническую проблему, связанную с получением

достоверных и надежных данных о пределах огнестойкости несущих железобетонных конструкций расчетными методами, при этом полностью или частично исключая проведение огневых испытаний элементов железобетонных конструкций для их окончательной аттестации по огнестойкости, тем самым избегая больших материальных и трудовых затрат на их проведение.

Связь работы с научными программами, планами, темами.

Актуальность темы диссертации подтверждается тем, что она связана с выполнением работ по следующим программам:

- 1) Концепция научного обеспечения деятельности МЧС Украины (2006 г.)
- 2) Программа обеспечения пожарной безопасности на период до 2010 года (Приказы МЧС Украины № 761 от 30.07.2002, № 442 от 12.07.2006).
- 3) Постановва Кабінету Міністрів України № 1764 від 20.12.2006 «Про затвердження технічного регламенту будівельних виробів, будівель та споруд». Технічний регламент № 1.
- 4) Договір між Міністерством будівництва та Державним науково-дослідним інститутом будівельних конструкцій № С-10-4807/1013 від 26.03.2007 «Розроблення проекту ДБН «Основні вимоги до споруд. Пожежна безпека».
- 5) Держбюджетна тема «Дослідження вогнестійкості залізобетонних конструкцій будівель та споруд після тривалого впливу на них зовнішніх кліматичних факторів (номер державної реєстрації 0109U007935).

Темы выполнялись в Академии пожарной безопасности имени Героев Чернобыля с 2004 по 2010 годы

Цель исследования - Повышение эффективности расчетного определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций путем идентификации математических моделей повышенной точности, описывающих теплофизические, упруго-пластические и деформативные свойства компонентов элементов этих конструкций, а также их напряженно-деформированное состояние в условиях пожара.

Основные задачи исследования:

1. Анализ существующих методов определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций и определение путей их совершенствования.

2. Идентификация математических моделей, описывающих теплопередачу и напряженно-деформированное состояние элементов несущих железобетонных конструкций в условиях пожара, ориентированных на разработку метода оценки их огнестойкости повышенной эффективности.

3. Определение комплекса необходимых параметров напряженно-деформированного состояния элементов несущих железобетонных конструкций в условиях пожара и разработка метода определения их предела огнестойкости на основе данных параметров.

4. Разработка экспериментально-расчетного метода идентификации комплекса математических субмоделей, описывающих свойства компонентов элементов несущих железобетонных конструкций в условиях пожара.

5. Разработка расчетного метода с улучшенными метрологическими характеристиками для определения пределов огнестойкости широкого класса элементов несущих железобетонных конструкций на стадии проектирования, возведения и эксплуатации зданий и сооружений.

6. Верификация результатов, полученных при помощи разработанного расчетного метода для определения пределов огнестойкости элементов несущих железобетонных конструкций.

7. Оценка адекватности результатов, полученных с помощью разработанного расчетного метода, на основе их сравнения с результатами огневых испытаний для типовых элементов несущих железобетонных конструкций.

8. Разработка рекомендаций по применению предложенного расчетного метода определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций.

Объектом исследования настоящей работы является напряженно-деформированное состояние элементов несущих железобетонных строительных конструкций при пожаре.

Предмет исследования – огнестойкость элементов несущих железобетонных строительных конструкций.

Методы исследования. Для исследования прогрева и напряженно-деформированного состояния железобетона при пожаре использованы численные методы конечных элементов, конечных разностей и контрольных объемов. При комплексном исследовании структурных, механических и теплофизических свойств образцов применены: экспериментальные методы исследования поведения образцов при нагреве и методы решения задач идентификации. Для разработки расчетно-экспериментальных методов использованы комбинированные испытания образцов при совместном действии нагрева и сжатия. Для экспериментального исследования предельных состояний типовых элементов применен метод огневых испытаний. Для изучения достоверности результатов расчета был использован метод «возмущений».

Научная новизна диссертационной работы.

1. Впервые решена задача идентификации математических моделей, описывающих теплопередачу и напряженно-деформированное состояние типовых железобетонных конструкций в условиях пожара, в основу которых положен структурный принцип выбора их элементов.

2. Впервые обоснован выбор комплекса параметров, характеризующих напряженно-деформированное состояние элементов железобетонных конструкций в условиях пожара, который является частью исходных данных при оценке предела огнестойкости этих конструкций.

3. Впервые предложен метод идентификации комплекса субмоделей, описывающих теплофизические, упругопластические и деформационные свойства компонентов железобетонных конструкций в условиях пожара (теплопроводность, теплоемкость, диаграммы деформирования материалов и др.)

4. Впервые разработан метод определения пределов огнестойкости железобетонных конструкций, включающий идентификацию математических субмоделей, описывающих теплофизические и механические свойства их компонентов, а также процесс определения комплекса параметров, который характеризует их напряженно-деформированное состояние в условиях пожара.

5. Впервые разработан метод верификации результатов определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций при помощи предложенного расчетного метода, особенностью которого является использование косвенных параметров, таких, как достижение критической температуры в арматуре, возникновение первых трещин и пластических деформаций, соответствие заданному закону температурной деформации бетона и арматурной стали и т.д.

6. Впервые проведена оценка эффективности расчетного метода определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций, включающая моделирование напряженно-деформированного состояния с учетом технологических и эксплуатационных особенностей этих конструкций при пожаре.

Практическое значение полученных результатов. Практическое значение диссертационных исследований состоит в том, что разработанная система математических моделей, алгоритмов, а также программных продуктов и оборудования является основой для создания автоматизированной системы по определению пределов огнестойкости широкого класса элементов несущих железобетонных конструкций на стадии проектирования, возведения и эксплуатации зданий и сооружений. Кроме этого, результаты исследования являются основой для создания нормативной базы при расчете пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций.

Результаты проведенных исследований использованы при разработке шести государственных стандартов Украины:

1. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі (EN 1991-1-2:2002, IDT)», (Приложение А).

2. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1993-1-2:2005, IDT), (Приложение Б).

3. ДСТУ-Н Б EN 1999-1-2:2010 «Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1999-1-2:2007, IDT)», (Приложение В).

4. ДСТУ-Н Б EN 1994-1-2:2010 «Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1994-1-1:2004, IDT)», (Приложение Г).

5. ДСТУ-Н Б EN 1996-1-2:2010 «Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1996-1-2:2005, IDT)», (Приложение Д).

6. ДСТУ-Н Б EN 1995-1-2:2010 «Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1995-1-2:2004, IDT)», (Приложение Е).

В ГУ МЧС України в Черкаській області (Акт от 21.12.2010 Приложение Ж) использованы результаты при разработке методических указаний для комплексного обеспечения пожарной безопасности строительных конструкций зданий, возводимых или реконструируемых после долгосрочного перерыва в строительстве. Внедрение позволило оценить пределы огнестойкости элементов несущего железобетонного каркаса без проведения его демонтажа и соответствующих огневых испытаний, что привело к получению высокого экономического эффекта на уровне порядка 177 тыс. грн.

В Государственном предприятии «Научно-исследовательский институт строительных конструкций» результаты исследований использованы (Акт от 15.11.2011 Приложение З) для определения огнестойкости преднапряженной железобетонной пустотной плиты. При определении пределов огнестойкости

показано, что применение разработанных методов позволяет увеличить точность полученных результатов в 1.5 раза по сравнению с результатами расчетных методик СТО 36554501-006-2006.

Личный вклад соискателя:

1. Разработано математическое обеспечение и для определения тепловых полей и параметров напряженно-деформированного состояния элементов железобетонных конструкций в условиях пожара [89–93, 132, 254, 257–259, 264–268, 270].

2. Разработано математическое обеспечение для решения оптимизационных задач по определению комплекса свойств бетона и арматурной стали для реализации расчетного метода определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций [91–93, 258, 260–263].

3. Разработан алгоритм определения предела огнестойкости по расчетным данным, полученным в результате математического моделирования напряженно-деформированного состояния в рассматриваемых элементах железобетонных конструкций в контрольные моменты времени [235–240, 249, 254].

4. Проведено математическое моделирование процессов тепломассопереноса в огневой печи для испытаний при исследовании ее эксплуатационных характеристик [256, 269].

5. Проведен комплекс экспериментальных исследований для получения исходных данных при реализации разработанного расчетного метода определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций и проверки его адекватности [89–93].

6. Разработан комплекс процедур для осуществления уточненного расчетного метода методов определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций и верификации результатов при его применении [253].

7. Разработаны рекомендации для достижения наибольшей эффективности уточненного расчетного метода определения пределов

огнестойкости несущих железобетонных строительных конструкций, а также разработан комплекс процедур для верификационной проверки результатов расчета [253].

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты докладывались на: XIX Международной научной конференции «Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений» (Россия, Балашиха, ВНИИПО, 2005 г.); VII Всеукраинской научно-практической конференции спасателей «Пожежна безпека та аварійно-рятувальна справа: стан, проблеми і перспективи» (Киев, УкрНИИПБ, 2005 г.); 44-м, 45-м, 46-м Международных семинарах по моделированию и оптимизации композитов (Одесса, 2005, 2006, 2007 гг.); Научно-практической конференции, посвященной 10-летию основания Института подготовки и повышения квалификации МЧС Республики Беларусь «Защита от чрезвычайных ситуаций: инновации и перспективы дополнительного образования» (Беларусь, пос. Светлая Роща, 2006 г.); VIII Всеукраинской научно-практической конференции спасателей «Проблеми зниження ризику виникнення надзвичайних ситуацій в Україні» (Киев, УкрНИИПБ, 2006 г.); IV Международной научно-практической конференции «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» (Беларусь, Минск, КИИ, 2007 г.); XX Международной научно-практической конференции «Исторические и современные аспекты решения проблем горения, тушения и обеспечения безопасности людей при пожарах» (Россия, Балашиха, ВНИИПО, 2007 г.); VIII Всеукраинской научно-практической конференции «Пожежна безпека – 2007» (Черкассы, АПБ, 2007 г.); III, IV Международных научно-практических конференциях «Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту» (Черкассы, АПБ, 2009, 2010 гг.), Международной конференции «Инженерные системы – 2010» (Россия, Москва, РУДН, 2010 г.); Международной научной конференции «Научные чтения, посвященные 100-летию со дня рождения дважды лауреата Сталинской премии СССР, доктора технических наук, профессора Николая Антоновича Стрельчука» (Россия, Москва, МГСУ, 2010 г.)

Экспериментальная часть работы выполнялась в учебно-испытательной лаборатории строительных материалов и конструкций Черкасского института пожарной безопасности им. Героев Чернобыля и испытательном центре «ТЕСТ» г. Бровары Киевской обл.

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 29-и статьях в специальных научных журналах, 2-х патентах на изобретение, 14-ти материалах и тезисах докладов на конференциях.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, семи разделов, выводов, списка использованных источников и дополнений. Диссертация содержит 365 страниц машинописного текста, 143 рисунка, 72 таблицы, список использованных источников из 270-ти наименований, 8 приложений на 17-ти страницах.

ВЫВОДЫ

В работе получены новые научно обоснованные результаты, которые в совокупности обеспечивают решение научной проблемы по повышению эффективности расчетного определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций путем идентификации математических моделей повышенной точности, описывающих теплофизические, упругопластические и деформативные свойства компонентов элементов этих конструкций, а также их напряженно-деформированное состояние в условиях пожара..

1. В результате проведенных исследований модельных элементов типовых железобетонных конструкций с обоснованными геометрическими и структурными параметрами идентифицировано математическое описание для теплопередачи и напряженно-деформированного состояния данных конструкций в условиях пожара для определения их фактических пределов огнестойкости, состоящее из наиболее адекватных математических моделей поведения железобетона.

2. Обоснован комплекс необходимых параметров напряженно деформированного состояния элементов железобетонных конструкций и на его основе разработан алгоритм для определения их предела огнестойкости.

3. Разработан метод идентификации математических субмоделей, описывающих свойства компонентов железобетонных конструкций в условиях пожара, являющихся частью исходных данных для уточненных расчетных методов определения пределов огнестойкости данных конструкций.

4. Разработаны последовательности расчетных и экспериментальных процедур для реализации разработанного расчетного метода определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций на основе параметров напряженно-деформированного состояния их элементов в условиях пожара.

5. Исследована адекватность результатов, полученных при помощи разработанного расчетного метода, на основе их сравнительного анализа с

результатами огневых испытаний для типовых элементов несущих железобетонных конструкций и при этом показано, что применение разработанного метода позволяет повысить точность результатов расчетов предела огнестойкости и сопутствующих данных о напряженно-деформированном состоянии в контрольные моменты времени воздействия пожара в среднем в 2,5 раза.

6. Разработан алгоритм верификационных проверок полученных данных о пределе огнестойкости несущих железобетонных конструкций и спрогнозированных сценариев и причин их разрушения, что позволило оценить суммарную погрешность рассчитанных параметров НДС ребристой железобетонной плиты в условиях испытаний на огнестойкость для результатов расчета по характеристикам свойств, полученных по более грубым моделям Eurocode 2 составляющую около 16 %, тогда как результаты, полученные по уточненным характеристикам, дают погрешность в среднем не более 7%.

7. На основе математического моделирования процессов тепломассопереноса в печи для испытаний на огнестойкость железобетонных конструкций получены ее эксплуатационные характеристики, что позволило проанализировать погрешность результатов огневых испытаний преднапряженной ребристой железобетонной плиты.

8. Сформулирован комплекс общих рекомендаций при проведении вычислительных и экспериментальных процедур для реализации экспериментально-расчетного метода. Сформулированы требования к аппаратной базе и программному обеспечению для эффективной реализации вычислительных процедур для моделирования напряженно-деформированного состояния элементов несущих железобетонных конструкций при огневом воздействии пожара.

9. Показано, что применение усовершенствованного уточненного расчетного метода определения пределов огнестойкости несущих железобетонных строительных конструкций при использовании всех разработанных экспериментальных и расчетных методов с учетом сформулированных

рекомендаций и процедур, необходимых для осуществления верификационных проверок полученных результатов, позволяет увеличить точность получаемых результатов, по сравнению с другими расчетными методами в 2 раза. При этом разница с результатами огневых испытаний составляет в пределах 5 – 7 минут, что, в свою очередь, позволяет использовать разработанный расчетный метод при аттестации несущих железобетонных конструкций на стадии строительства и эксплуатации зданий, возведенных на их основе.

10. Показано, что негативное влияние на эффективное и безопасное применение несущих железобетонных конструкций оказывает как дефицит, так и профицит огнестойкости, которые вероятно закладывается при проектировании без учета реальных свойств их компонентов и экономический эффект от применения уточненного расчетного метода для железобетонных строительных конструкций при учете реальных свойств их компонентов только для железобетонных плит ежегодно может составить 9,8 млн. грн.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Здания и сооружения и их устойчивость при пожаре / [Демехин В.Н., Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф. и др.] – М.: ГПС МЧС России, 2003. – 656 с.
2. Мосалков И.Л. Огнестойкость строительных конструкций / Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф., Фролов А.Ю. – М.: ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА», 2001. – 496 с.
3. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий / Ройтман В.М. – М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука». 2001. – 382 с.
4. Бартелеми Б. Огнестойкость строительных конструкций / Бартелеми Б., Крюппа Ж. – М.: Стройиздат, 1985. – 216 с.
5. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций : [пособие к СнИП II-2-80 / зав. ред. Бальян Л.Г. и др.] – М.: НИИЖБ, 1986. – 40 с.
6. Рекомендации по обследованию зданий и сооружений, поврежденных пожаром : – М.: Стройиздат, 1987. – 80 с.
7. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Пожежна безпека. (ISO 834: 1975) ДСТУ Б В.1.1-4-98. [Чинний від 1998-10-28.] – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 20 с – (Національний стандарт України).
8. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. (ISO 834: 1975) ГОСТ 30247.0-94. [Введен в действие 1996-01-01] – М.: Стройиздат, 2003. – 7с. – (Национальный стандарт РФ)
9. ISO 834-75 Fire resistance test. Elements of building constructions. European Committee for Standardization, Brussels, 2000.
10. EN 13501-1:2002 “Fire classification of construction products and building elements” – Part 1.2. European Committee for Standardization, Brussels, 2002.
11. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. ДБН В.1.1-7-2002 [Чинний від 2003-05-01.]. – К.: Видавництво “Лібра”, 2003. – 87 с – (Національний стандарт України).

12.EN 1992-1-2:2005 Eurocode 2: Design of concrete structures Part 1-2: General rules - Structural fire design, Brussels, 2004.

13.Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. СТО 36554501-006-2006 – [Введен в действие 1996-01-01] – М.: Стройиздат, 2006. – 77 с. – (Национальный стандарт РФ).

14.Методические рекомендации по расчету огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. МДС 21.2 -2000 [Введен в действие 2000-01-01] – М.: Стройиздат, 2000. – 49 с. – (Национальный стандарт РФ).

15.Огнестойкость зданий / Бушев В.П., Пчелинцев В.А., Федоренко В.С., Яковлев А.И. / Под общ. ред. В.А. Пчелинцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1970. – 262 с.

16.Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1988. – 144 с.

17.Милованов А.Ф. Расчет жаростойких железобетонных конструкций / Милованов А.Ф. –М.: Стройиздат, 1975. – 128 с.

18.Милованов А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций / Милованов А.Ф. – М.: Стройиздат, 1986. – 224 с.

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

20.Милованов А.Ф. Огнесохранность железобетонных конструкций после пожара / Милованов А.Ф. –М.: Стройиздат, 2005. – 120 с.

21.Соломин В.М. Высокотемпературная устойчивость материалов и элементов конструкций / Соломин В.М. – М.: Машиностроение, 1980. – 128 с.

22. Ильин Н.А. Техническая экспертиза зданий, поврежденных пожаром / Ильин Н.А. – М.: Стройиздат, 1983. – 200 с.

23. Ильин Н.А. Последствия огневого воздействия на железобетонные конструкции / Ильин Н.А. – М.: Стройиздат, 1979. – 128 с.

24.Яковлев А.И. Расчетная оценка поведения железобетонных колонн при режимах пожара, отличных от «стандартного» / Яковлев А.И., Григорян Б.Б. //

Тепло- и массообмен в технологических процессах производства и при пожарах : [сб. науч. тр.] – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1983. – С. 147–153.

25.Яковлев А.И. Огнестойкость железобетонных конструкций / Яковлев А.И. // Пожарная профилактика и тушение пожаров : [информац. сб. ВНИИПО]. – М.: Стройиздат, 1970. – № 6. – С. 18–26.

26.Зенков Н.И. Строительные материалы и поведение их в условиях пожара [учебн. для слуш-лей вузов] / Зенков Н.И. – М.: ВИПТШ, 1974. – 176 с.

27.Fischer R. Uber Verhalten von Entmortel und beton bei hoheren temperaturen. Berlin, 1970, Deutscher Ausschuss fur Stahlbeton. – P. 214.

28. Fischer R., Welgler H. Beton bei temperaturen von 100 bis 750 °C, Darmstadt, 1967. – P. 283.

29.Lea F.C. Comportement du beton entre 80 et 300 °C, 1976, № 18. – P. 136.

30.Gerhardt H. Design Method of Smoke and Heat exhaust Systems in construction Works. – Materiały V Międzynarodowy Konferencji “Bezpieczeństwo pożarowe budowli. – 2005. – C. 127–140.

31.Kowalski R., Górka B. Badanie zmian strukturalnych betonu narażonego na działanie wysokich temperatur. Materiały V Międzynarodowy Konferencji “Bezpieczeństwo pożarowe budowli. – 2005. – C. 315–322.

32. Lie T.T. Characteristic temperature curves for various fire severities. "Fire Technol", 1974, 10, № 4. – P. 315–326.

33.Lie T.T. A Procedure to Calculate Fire Resistance of Structural Members. International Seminar on Three Decades of Structural Fire Safety, 22/23, February 1983/pp.139-153.

34.Sundstrom B. Test Methods and Their use for Fire Safety Engineering. – Materiały V Międzynarodowy Konferencji “Bezpieczeństwo pożarowe budowli. – 2005. – C. 141–150.

35.Harmathy T.Z. Fire resistance versus flame spread resistance. – Fire Technol., 1976, v. 12, N 4. – P. 290–302.

36. K. Oden. – Fire resistance of glued, laminated timber structures. Fires. Res. Org. Simp. n°3. Paper n° 2. H.M. Stationery Offise. London England pp. 7–15, 1970.

37. Krukovsky P. Fire Safety Analysis for new Safe confinement's Building Constructions of Chernobyl NPP. Materiały V Międzynarodowy Konferencji "Bezpieczeństwo pożarowe budowli. – 2005. – С. 223–227.

38. Kosiorek M., Woźniak G. Projektowanie elementów żelbetowych i murowych z uwagi na odporność ogniową. Warszawa. – 2005.

39. Plaminate-cement et comportment an fen. Rev, Techn. Fen., 1974, v. 15, N 141. – P. 29–36.

40. Гейтвуд Б.Н. Температурные напряжения / Гейтвуд Б.Н.; пер. с англ. В.Р. Акопова. – М.: Машгиз 1959. – 268 с.

41. Некрасов К.Д. Жароупорный бетон / Некрасов К.Д. – М.: Промстройиздат, 1957. – 168 с.

42. Стрельчук Н.А. Взрывобезопасность и огнестойкость в строительстве / Стрельчук Н.А. – М.: Стройиздат, 1970. – 128 с.

43. Ройтман М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве : [2-е изд., перераб. и доп.] / Ройтман М.Я. – М.: Стройиздат, 1985. – 596 с.

44. Романенков И.Г. Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов / Романенков И.Г., Зигерн-Корн В.Н. -М.: Стройиздат, 1984. – 240 с.

45. Давыдкин Н.Ф. Огнестойкость конструкций подземных сооружений : [под ред. И.Я. Дормана] / Давыдкин Н.Ф. Страхов В.Л. – М.: Информационно-издательский центр «ТИМР», 1998. – 296 с.

46. Страхов В.Л. Огнезащита строительных конструкций : [том 2 / под ред. Ю.А. Кошмарова] / Страхов В.Л., Крутов А.М., Давыдкин Н.Ф. – М.: Информационно-издательский центр «ТИМР», 2000. – 433 с.

47. Круковский П.Г. Обратные задачи тепломассопереноса (Общий инженерный подход) / Круковский П.Г. – К.: НАНУ Институт технической теплофизики, 1998. – 224 с.

48.Грасник А. Предупреждение дефектов в строительстве. Защита материалов и конструкций / Грасник А., Грюн Э., Фикс В., Хольцапфель В., Ротер Х.; Пер. с англ. В.П. Самойлова – 1981. – 184 с.

49.Страхов В.Л. Оптимальное проектирование огнестойких строительных конструкций. / Моделирование пожаров и взрывов [под ред. Н.Н. Брушлинского и А.Я. Корольченко]. – М.: Пожнаука, 2000. – С. 365 – 442.

50.Кричевский А.П. Расчет железобетонных инженерных сооружений на температурные воздействия / Кричевский А.П. – М.: Стройиздат, 1984. – 148 с.

51.Яковлев А.И. Пожарная профилактика / Яковлев А.И., Сорокин А.Н. – М.: ВНИПО. – 1979. – Вып. 7. – С. 37–41.

52.Яковлев А.И. Огнестойкость одноэтажных производственных зданий в зависимости от пожарной нагрузки / Яковлев А.И., Стороженко Т.Е. // Промышленное строительство. – 1979. № 9. - С. 37-39.

53.Яковлев А.И. Расчет предела огнестойкости сжатых армосиликатобетонных конструкций с учетом деформативности нагретого бетона на основе использования ЭВМ. / Яковлев А.И., Апостолов А.Т. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 2. – 1974. – С. 3–24.

54.Фомин С.Л. Огнестойкость центрально сжатых железобетонных элементов / Фомин С.Л., Стельмах О.А., Джафар Шакер Шахин // Пожарная безопасность: Организационно техническое обеспечение – Х.: ХИПБ МВД Украины, 1996. – С. 78–81.

55.Фомин С.Л. Робота залізобетонних конструкцій при впливі кліматичного, технологічного і пожежного середовища: автореф. дис-ї на здоб. наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 21.06.02 «Пожежна безпека». / С.Л. Фомін. – Харків, 1997. – 38 с.

56.Фомин С.Л. Моделирование тепло- и влагопереноса в железобетонных конструкциях при воздействии климатической, технологической и пожарной сред / Фомин С.Л. // Электронное моделирование. – 1999. – Т.21. – № 4. – С. 28–32.

57.Фомин С.Л. Полная диаграмма “ σ - ε ” бетона и арматуры при нагреве / Фомин С.Л. // Коммунальное хозяйство городов. Республик. [межведомственный науч.-техн. сб.] – К.: Техніка, 1997. – Вып. 8. – С. 27–29.

58.Фомин С.Л. Огнестойкость и остаточная прочность железобетонных конструкций / Фомин С.Л. // Материалы первой всеукраинской научно-технической конференции «Научно-практические проблемы современного железобетона». – К.: 1996. – С. 183–185.

59.Фомин С.Л. Диаграмма состояния арматуры для расчета железобетонных конструкций при нормальных и высоких температурах / Фомин С.Л. // Будівельні конструкції : [міжвідомч. наук.-техн. збірник] — К.: НДІБК, 2005. – Т. 1 – С. 372–379.

60. Фомин С.Л. Огнестойкость многоэтажных каркасных зданий/ Фомин С.Л. // Будівельні конструкції : [міжвідомч. наук.-техн. збірник] – К.: НДІБК, 2005. – Т. 2 – С. 310–315.

61.Фомин С.Л. Расчет железобетонных конструкций на температурно-влажностные воздействия технологической и климатической среды : [учеб. пособие] / Фомин С.Л. – К.: УМК ВО, 1992. – 164 с.

62.Григорян Б.Б. Огнестойкость сжатых железобетонных элементов при температурных режимах близких к реальным: дис. ... кандидата техн. наук : 05.23.01 / Борис Бахшиевич Григорян. – Х., 2001. – 168 с.

63.Измайлов А.С. Оценка поведения железобетонных колонн при температурных режимах пожара, учитывающих стадию затухания / Измайлов А.С., Демехин В.Н., Григорян Б.Б. // Горючесть материалов и обнаружение пожаров. – М.: ВПНТШ МВД СССР, 1986. – С. 33–46.

64.Касперов Г.И. Нормативная база по определению огнестойкости железобетонных конструкций / Касперов Г.И., Полевода И.И. // Сб. мат-лов междунар. науч.-практ. конф-и «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация». – Минск: КИИ, 2001. – С. 38–39.

65.Пчелинцев В.А. Расчет прогрева строительных конструкций при высокотемпературном воздействии методом конечных элементов [сб. науч. тр. ВНИИПО] / Пчелинцев В.А., Кузьмин И.И. – М.: ВНИИПО, 1991. – С. 34–37.

66.Зайцев А.М. Прогрев железобетонных конструкций при реальных пожарах / Зайцев А.М. // Пожарная безопасность. – М.: ВНИИПО, 2004.– № 6. С. 26–32.

67.Заряев А.В. Исследование прогрева строительных и отделочных материалов при пожаре для оценки выхода токсичных летучих веществ / Заряев А.В., Лукин А.Н., Зайцев А.М.// – Пожарная безопасность. – М.: ВНИИПО, 2004. – № 6. – С. 53–56.

68.Башкирцев М.П. Исследование температурного режима при пожарах в зданиях на моделях / Башкирцев М.П. // Труды Высшей школы МВД. – М: НИРЧО, 1966. – № 13. - С. 51–58.

69.Молчадский И.С. Расчет эквивалентной продолжительности пожара для основных строительных конструкций / Молчадский И.С., Гомазов А.В., Зотов С.В. // Поведение строительных конструкций в условиях пожара. – М.: ВНИИПО, 1987. – С. 60–68.

70.Стороженко Т.Е. Оценка пожарной опасности производственных зданий и помещений на основе пожарной нагрузки : [реферат. инф-я] / Стороженко Т.Е., Федоров В.В., Измаилов А.С. – М.: ЦНИИСК, 1978. – Серия IV. – Вып. 9.

71. Олимпиев В.Г. Исследование прочностных и деформативных свойств тяжелого силикатного бетона при воздействии высоких температур / Олимпиев В.Г., Зенков Н.И. // Огнестойкость строительных конструкций : [сб. тр. ВНИИПО МВД СССР]. – М.: ВНИИПО, 1975. – Вып. 3. – С. 24–36.

72.Олимпиев В.Г. Исследование прочности и деформативности легкого бетона при высоких температурах / Олимпиев В.Г., Зенков Н.И., Сорокин А.Н. // Огнестойкость строительных конструкций : [сб. тр. ВНИИПО МВД СССР]. – М.: ВНИИПО, 1976. – Вып. 4. –С. 23–32.

73.Ройтман В.М. Решение теплотехнической задачи огнестойкости конструкций с учетом процессов влагопереноса на ЭВМ по неявной конечно-

разностной схеме / Ройтман. В.М., Зырина Г.Н. // Огнестойкость строительных конструкций : [сб. тр. ВНИИПО МВД СССР]. – М.: ВНИИПО, 1974. – Вып. 2. – С. 58–71.

74.Ройтман В.М. Возможности прогнозирования и регулирования огнестойкости строительных материалов и конструкций на основе кинетического подхода / Ройтман В.М. // Пути повышения огнестойкости строительных материалов и конструкций. – М.: Знание, 1982. – С. 63–67.

75.Кошмаров Ю.А. Новые методы расчета огнестойкости и огнезащиты современных зданий и сооружений / Кошмаров Ю.А. // Пожарная безопасность. – М.: ВНИИПО, 2002. – № 2. – С. 91–98.

76.Страхов В.Л. Пути повышения эффективности огнезащиты строительных конструкций и воздуховодов / Страхов В.Л., Мельников А.С., Рудаков А.П., Смирнов Н.В. // Пожарная безопасность. – М.: ВНИИПО, 2004. – № 3. – С. 64-68.

77.Давыдкин Н.Ф. Оценка огнестойкости зданий и сооружений на основе компьютерного моделирования / Давыдкин Н.Ф., Каледин В.О., Страхов В.Л. // Математическое моделирование. – 2000. – С. 27–32.

78.Ваничев А.П. Приближенный метод решения задач нестационарной теплопроводности при переменных константах / Ваничев А.П. – М.: АН СССР – ОНТН, 1946. – № 12. – С. 167–174.

79.Зенков Н.И. Прочностные и деформативные свойства алюминиевых сплавов / Зенков Н.И., Савкин Н.Г. // Огнестойкость строительных конструкций : [сб. науч. тр. ВНИИПО МВД СССР]. – М.: ВНИИПО, 1976. – Вып. 4. – С. 33–41.

80.Зенков Н.И. Прочность, деформативность и газопроницаемость тяжелого крупнозернистого силикатобетона при нагреве / Зенков Н.И., Бушуев И.С., Руссо В.Л. // Огнестойкость строительных конструкций : [сб. тр. ВНИИПО МВД СССР]. – М.: ВНИИПО, 1979. – Вып. 7. – С. 124–130.

81.Зенков Н.И. Прочность и деформативность бетона на гранитном заполнителе при действии высоких температур / Зенков Н.И., Зависнова Л.М. // Огнестойкость строительных конструкций : [сб. тр. ВНИИПО МВД СССР]. – М.: ВНИИПО, 1977. – Вып. 5. – С. 88–93.

82.Зависнова Л.М. Прочностные свойства бетонов при воздействии высоких температур / Зависнова Л.М. // Противопожарная техника и безопасность : [сб. науч. тр. ВИПТШ МВД СССР]. - М.: РИО ВИПТШ, 1981. – С. 178–184.

83.Коляков М.Й. Методика і результати натурних вогневих випробувань сучасних об'єднаних конструкцій західних технологій / Коляков М.Й., Демчина Б.Г., Лундяк В.С., Божинський О.В. // Зб. тез І всеукр. наук.-техн. конф. “Науково-практичні проблеми сучасного залізобетону” – 1996. – С. 148–149.

84.Чихладзе Є.Д. Несущая способность сталебетонных колонн при нагреве / Чихладзе Є.Д., Веревичева М.А., Жакин И.А. // Будівельні конструкції : [міжвідомч. наук.-техн. збірник] — К.: НДІБК, 2005. – Т. 1 – С. 380–385.

85.Тименский М.Н. Контрольно-измерительные приборы для противопожарной и противовзрывной защиты : [справочник] / Тименский М.Н., Зуйков Г.М. – М.: Стройиздат, 1982. – 256 с.

86. Демчина Б.Г. До питання розрахунку вогнетривкості залізобетонних конструкцій / Демчина Б.Г., Коляков М.І. // Зб. тез І всеукр. наук.-техн. конф-ї «Науково-практичні проблеми сучасного залізобетону» – 1996. – С. 99–101.

87.Полевода И.И. Огнестойкость изгибаемых железобетонных конструкций из высокопрочного бетона : автореф. дис-и на соиск. науч. ст. канд. техн. наук. / И.И. Полевода. – Минск, 2004. – 20 с.

88. Жакин И.А. Несущая способность сталебетонных колонн при силовых и интенсивных температурных воздействиях: дис. ... кандидата техн. наук : 05.23.01 / Жакин Иван Анатольевич. - Х., 2004. – 194 с.

89.Поздеев С.В. Удосконалення експериментально-розрахункової методики визначення залишкової несучої здатності залізобетонних колон після пожежі / Поздеев С.В., Григорян Б.Б., Поздеев А.В. // Системи обробки інформації : [збірник наукових праць]. – Х.: ХУПС, 2005. – Випуск 7(47). – С. 133 – 143.

90.Поздеев С.В. Методика определения режимов нагрева бетонных образцов, моделирующих состояние элементов строительных конструкций при пожаре / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В. // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: АГЗУ. – Вып. 19. – 2006. – С. 111–116.

91. Поздеев С.В. Обґрунтування вибору режимів нагріву зразків для експериментально-розрахункового методу визначення вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В. // Пожежна безпека : [зб. наук. праць]. – Л.: ЛДУБЖД. – № 9. – 2006. – С. 125–132.

92. Поздеев С.В. Обоснование методики расчета температурных режимов прогрева камеры печи при комбинированных испытаниях бетонных образцов / Поздеев С.В., Григорян Б.Б., Некора О.В., Поздеев А.В. // Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. –К.: УкрНДІПБ, 2006. – № 2 (14). – С.140–147.

93. Поздеев С.В. Обоснование экспериментально-расчетной методики определения несущей способности железобетонной колонны при пожаре / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В. // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: УГЗУ. – Вып. 21. – 2007. – С. 201–207.

94. Некора О.В. Определение несущей способности железобетонной колонны при пожаре расчетно-экспериментальным методом / Некора О.В. // Вісник ЧДТУ. – Черкаси: ЧДТУ, 2006. – № 4. – С. 15–20.

95. Некора О.В. Расчетно-экспериментальный метод определения огнестойкости сжатых элементов железобетонных строительных конструкций: дис. ... кандидата техн. наук : 21.06.02 / Некора Ольга Валерьевна. – Черкассы, 2008. – 147 с.

96. Rubini. P., SOFIE – Simulation of Fires in Enclosures, V 3.0 Users guide, School of Mechanical Engineering, Granfield University (UK), 2000.

97. Каледин В.О. Математическое моделирование термомеханических процессов в системах армированных стержней при экстремальных тепловых воздействиях : автореф. дис-и на соиск. науч. ст. канд. техн. наук. : 01.02.04 / В.О. Каледин – М.: МГТУ им. Баумана, 2008. – 17 с.

98. Домокеев А.Г. Строительные материалы : [учебн. для строит. вузов] / Домокеев А.Г. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа. 1989. – 495 с.

99. Байков В.Н. Железобетонные конструкции : [общий курс. / учебн. для вузов.] / Байков В.Н., Сигалов Э.Е. – [4-е изд., перераб.]. – М.: Стойиздат, 1985. – 728 с.
100. Ахвердов И.Н. Моделирование напряженного состояния бетона и железобетона / Ахвердов И.Н., Смольский А.Е., Скочеляс В.В. – Минск: Наука и техника, 1973. – 232 с.
101. Назаров А.Г. О механическом подобии твердых деформируемых тел / Назаров А.Г. – Ереван, 1965. – 257 с.
102. Федоров С.С. Развитие теории прочности бетона / Федоров С.С., Узун И.А. // Моделирование и оптимизация в материаловедении : [м-лы 44-го междунар. семинара по моделированию и оптимизации композитов]. – Одесса: ОГАСА, 2005. – С. 170.
103. Кауфман Б.Н. Теплопроводность строительных материалов / Кауфман Б.Н. – М.: Стройиздат, 1955. – 160 с.
104. Дмитривич А.Д. Определение теплофизических свойств строительных материалов / Дмитривич А.Д. – М.: Госстройиздат, 1963. – 204 с.
105. Гвоздев А.А. К вопросу о поведении железобетонных конструкций в стадии, близкой к разрушению / Гвоздев А.А., Байков В.Н. // Бетон и железобетон – 1977. – №9. – С. 22–24.
106. Лыков А.В. Теория переноса энергии и вещества / Лыков А.В., Михайлов Ю.А. – Минск: АН БССР, 1959. – 330 с.
107. Лыков А.В. Тепломассообмен : [справочник : 2-е изд., перераб. и доп.] / Лыков А.В. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.
108. Степанов С.В. Коэффициент поглощения многофазных материалов / Степанов С.В. // Теплофизика высоких температур. – 1988. – Т. 25. – № 1. – С.180.
109. Мацевитый Ю.М. Обратные задачи теплопроводности : [в 2-х т.] / Мацевитый Ю.М. – Т. 1 : Методология. – К.: Наукова думка, 2002. – 408 с.
110. Берг О.Я. Высокопрочный бетон / Берг О.Я., Щербаков Е.Н., Писанко Г.Н. – М.: Стройиздат, 1971. – 208 с.

111. Отчет НИР № госрегистрации 0193V032576 «Разработка новых высокоэффективных методик анализа состава композиционных материалов и покрытий на основе тугоплавких соединений», шифр темы 111-93, книга 2, приложение.

112. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / Тихонов А.Н., Самарский А.А. – М.: Высшая школа, 1976. – 664 с.

113. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем / Самарский А.А. – М.: Наука, 1971. – 554 с.

114. Самарский А.А. Вычислительная теплопередача / Самарский А.А., Вабищевич П.Н. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.

115. Власова Е.А. Приближенные методы математической физики : [учебн. для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко] / Власова Е.А., Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2001. – 700 с.

116. Бек Дж. Некорректные обратные задачи теплопроводности / Бек Дж., Блакуэлл Б., Сент-Клер Ч. ; пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 319 с.

117. Алифанов А.М. Обратные задачи теплообмена / Алифанов А.М. – М.: Машиностроение, 1988. – 280 с.

118. Новак С.В. Вогнезахисна здатність гіпсокартонних плит ГКПО для ненесучих внутрішніх стін / Новак С.В., Довбиш А.В. // Мат-ли VII Всеукр. наук.-практ. конф-ї рятувальників. – К.: УкрНДІПБ МНС України, 2005. – С. 335–337.

119. Поршнев С.В. Численные методы на базе Mathcad / Поршнев С.В., Беленкова И.В. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 464 с.

120. Дьяконов В.П. MATHCAD 8/2000 : [спец. справочник.] / Дьяконов В.П. – СПб: Питер, 2000. – 592 с.

121. Очков В.Ф. Mathcad 7 Pro для студентов и инженеров / Очков В.Ф. – М.: Компьютер Press, 1988. – 128 с.

122. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad : [учебн. курс] / Макаров Е.Г. – СПб: Питер, 2003. – 448 с.

123. Соппротивление материалов / [Писаренко Г.С., Агарев В.А., Квитка А.Л. и др.] ; под ред. Г.С. Писаренко. – [5-е изд., перераб. и доп.] – К.: Вища школа, 1986. – 775 с.
124. Бахвалов Н.С. Численные методы / Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. – М.: Высшая школа, 1991. – 630 с.
125. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона / Карпенко Н.И. – М.: Стройиздат, 1996. – 416 с.
126. Пшеницын В.И. Эллипсометрия в физико-химических исследованиях / Пшеницын В.И., Абаев М.И., Лызлов Н.Ю. – Л.: Химия, 1986. – 152 с.
127. Рузинов Л.П. Планирование эксперимента в химии и химической технологии / Рузинов Л.П., Слободчикова Р.И. – М.: Химия, 1980. – 280 с.
128. Физико-химические методы анализа : практ. рук-во / [Алесковский В.Б., Бардин В.В. и др.] ; под ред. В.Б. Алесковского и К.Б. Яцимирского – Л.: Химия, 1971. – 424 с.
129. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами / Карпенко Н.И. – М.: Стройиздат, 1976. – 205 с.
130. Коздоба Л.А. Электрическое моделирование явлений тепло- и массопереноса / Коздоба Л.А. – М.: Энергия, 1972. – 296 с.
131. Немчинов Ю.И. Метод пространственных конечных элементов (с приложениями к расчету зданий и сооружений) : [монография] / Немчинов Ю.И. – К.: НИИСК, 1995. – 368 с.
132. Поздеев С.В. Исследование эффективности математических моделей для решения теплотехнической задачи при определении огнестойкости железобетонных конструкций / Поздеев С.В., Поклонский В.Г., Некора О.В., Поздеев А.В. // Строительство, материаловедение, машиностроение : [сб. науч. трудов]. – Днепропетровск: ПГАСА, 2010. – Вып. 52 : [серия «Безопасность жизнедеятельности»]. – С. 44-48.
133. Пожарная профилактика в строительстве / [Грушевский Б.В., Котов Н.Л., Сидорук В.И. и др.]. – М.: Стройиздат, 1989. – 368 с.

134. Федоткин И.М. Математическое моделирование технологических процессов : [методы математического моделир. и реш. процес. задач] / Федоткин И.М., Бурляй И.Ю., Рюмшин Н.А. – К.: Техніка, 2002. – 407 с.
135. Болотин В.В. Статистические методы в строительной механике / Болотин В.В. – М.: Издательство литературы по строительству, 1965. – 279 с.
136. Биргер И.А. Сопротивление материалов : [учеб. пособие] / Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. – М.: Наука, 1986. – 560 с.
137. Процессы горения металлизированных конденсированных систем / [Ващенко В.А., Кириченко О.В., Лега Ю.Г. и др.]. – К.: Наукова думка, 2008. – 745 с.
138. Тепловые установки в производстве строительных материалов и изделий : [учеб. пособие для ВУЗов] / Вознесенский А.А. – Л.: Государственное изд-во лит-ры по строит. архитектуре и строит. материалам, 1955. – 370 с.
139. Основы идентификации и проектирования тепловых процессов и систем / [Алифанов О.М., Вабищевич П.Н., Михайлов В.В. и др.]. – М.: Логос, 2001. – 400 с.
140. Сорока Б.С. Интесификация тепловых процессов в топливных печах / Сорока Б.С. – К.: Наукова думка, 1992. – 414 с.
141. Зобнин Б.Ф. Нагревательные печи. Теория и расчет / Зобнин Б.Ф. – М.: Машиностроение, 1964. – 312 с.
142. Ксандопуло Г.И. Химия пламени / Ксандопуло Г.И. – М.: Химия, 1980. – 256 с.
143. Теория топочных процессов / [Кнорре Г.Ф., Арефьев К.М., Блох А.Г. и др.] ; под. ред. Г.Ф. Кнорре, И.И. Палеева. – М.: Энергия, 1966. – 492 с.
144. Проектирование железобетонных конструкций : [справ. пособие] / [Голышев А.Б., Бачинский В.Я., Полищук В.П. и др.] ; под. ред. А.Б. Голышева. – К.: Будівельник, 1985. – 496 с.
145. Яковлев А.И. Расчет огнестойкости трехслойных панелей стен на основе использования ЭВМ / Яковлев А.И., Шейнина Л.В. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 2. – 1974. – С. 25–45.

146. Яковлев А.И. Огнестойкость силикатобетонных панелей внутренних стен зданий / Яковлев А.И., Шейнина Л.В. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 2. – 1974. – С. 46–57.

147. Олимпиев В.Г. Исследование температурного расширения арматурных стержней в условиях пожара / Олимпиев В.Г., Зенков Н.И. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 2. – 1974. – С. 92–100.

148. Мишин Е.М. Автоматическое регулирование температуры в печах для огневых испытаний конструкций / Мишин Е.М., Гринчик Ю.А., Шумайлов П.С. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 2. – 1974. – С. 101–111.

149. Яковлев А.И. Огнестойкость изгибаемых элементов с термически упрочненной арматурой / Яковлев А.И., Милованов А.Ф., Сайдуллаев К.А. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 4. – 1976. – С. 3–15.

150. Яковлев А.И. Исследование прогрева плоских конструкций / Яковлев А.И., Шейнина Л.В. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 4. – 1976. – С. 16–22.

151. Олимпиев В.Г. Исследование прочности и деформативности легкого бетона при высоких температурах / Олимпиев В.Г., Зенков Н.И. Сорокин А.Н. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 4. – 1976. – С. 23–32.

152. Жуков В.В. Взрывообразное разрушение бетона / Жуков В.В., Гуляева В.Ф., Сорокин А.Н. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 4. – 1976. – С. 42–57.

153. Ройтман В.М. Оценка огнестойкости конструкций с учетом их взрывообразного разрушения / Ройтман В.М. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 4. – 1976. – С. 58–70.

154. Макагонов В.А. Расчет температуры в железобетонных конструкциях / Макагонов В.А. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 4. – 1976. – С. 80–85.

155. Башкирцев М.П. Основы пожарной теплофизики : [учеб. пособие] / Башкирцев М.П., Бубырь Н.Ф., Минаев Н.А., Онучков Д.Н. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Стройиздат, 1984. – 200с.

156. Беляев Н.М. Методы теории теплопроводности : [учеб. пособие для ВУЗов] : в 2-х частях / Беляев Н.М., Рядно А.А. – Ч. 1. – М.: Высшая школа, 1982 – 327 с.

157. Беляев Н.М. Методы теории теплопроводности : [учеб. пособие для ВУЗов] : в 2-х частях / Беляев Н.М., Рядно А.А. – Ч. 2. – М.: Высшая школа, 1982 – 304 с.

158. Абдурагимов И.М. Физико-химические основы развития и тушения пожаров : [учеб. пособие] / Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1980. – 256 с.

159. Абдурагимов И.М. Процессы горения : [учеб. пособие] / Абдурагимов И.М., Андросов А.С., Исаева Л.К., Крылов Е.В. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1983. – 269 с.

160. Спэрроу Э.М. Теплоперенос излучением / Спэрроу Э.М. Сесс Р.Д. ; пер. с англ. Сориц С.З., Сорокопуд Л.М. – Л.: Энергия, 1971. – 295 с.

161. Коздоба Л.А. Решение нелинейных задач теплопроводности : [монография] / Коздоба Л.А. – К.: Наукова думка, 1976. – 136 с.

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

163. Дегтярев Ю.И. Методы оптимизации / Дегтярев Ю.И. – М.: Советское радио, 1980. – 271 с.

164. Бондаренко В.М. Расчетные модели силового сопротивления железобетона : [монография] / Бондаренко В.М., Колчунов В.И. – М.: Изд. Ассоц. строительных вузов, 2004. – 472 с.

165. Драйзделл Д. Введение в динамику пожаров / Драйзделл Д. ; пер. с англ. К.Г. Бромштейна ; под. ред. Ю.А. Кошмарова. – М.: Стройиздат, 1990. – 424 с.

166. Метод конечных элементов в механике твердых тел / [Сахаров А.С., Кислоокый В.М., Киричевский В.В. и др.] ; под ред. А.С. Сахарова, И.А. Альтенбаха. – К.: Вища школа, 1982. – 480 с.

167. Рекач В.Г. Руководство к решению задач по теории упругости: [учеб. пособие] / Рекач В.Г. – М.: Высшая школа, 1966. – 228 с.

168. Сеницын А.П. Расчет конструкций на тепловой удар / Сеницын А.П. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1971. – 232 с.

169. Дмитриев С.А. Влияние величины предварительного напряжения на трещиностойкость, деформации и прочность железобетонных элементов / Дмитриев С.А., Махто Р.К., Бирулин Ю.Ф. // Особенности деформаций бетона и железобетона и использование ЭВМ для оценки их влияния на поведение конструкций : [сб. науч. трудов / под ред. А.А. Гвоздева, С.М. Крылова]. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1969. – С.190 – 209.

170. Крылов С.М. Экспериментальные исследования работы неразрезных сильно армированных балок при наличии трещин / Крылов С.М., Мангушев А.И. // Особенности деформаций бетона и железобетона и использование ЭВМ для оценки их влияния на поведение конструкций : [сб. науч. трудов / под ред. А.А. Гвоздева, С.М. Крылова]. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1969. – С.210 – 226.

171. Крылов С.М. Расчет на ЭВМ железобетонных рам и защемленных балок с учетом трещинообразования и распорности/ Крылов С.М., Козачевский А.И. // Особенности деформаций бетона и железобетона и использование ЭВМ для оценки их влияния на поведение конструкций : [сб. науч. трудов / под ред. А.А. Гвоздева, С.М. Крылова]. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1969. – С.245 – 262.

172. Молчадский И.С. Моделирование пожаров в помещениях и зданиях / Молчадский И.С., Присадков В.М. // Юбилейный сборник трудов Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны. – М.: ВНИИПО МЧС России, 1997. – С.157 – 175.

173. Рыжов А.М. Дифференциальный (полевой) метод моделирования пожаров в помещениях / Рыжов А.М. // Юбилейный сборник трудов Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны. – М.: ВНИИПО МЧС России, 1997. – С.176 – 205.

174. Голованов В.И. Огнестойкость строительных конструкций / Голованов В.И., Харитонов В.С. // Юбилейный сборник трудов Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны. – М.: ВНИИПО МЧС России, 1997. – С.232 – 250.

175. Болодьян И.А. Развитие полевого метода моделирования пожаров в помещениях / Болодьян И.А., Шебеко Ю.А., Гордиенко Д.М. // Юбилейный сборник трудов ФГУ ВНИИПО МЧС России : [под ред. Н.П. Копылова]. - М.: ВНИИПО МЧС России, 2007. – С.54 – 120.

176. Хасанов И.Р. Развитие методов исследования огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций и инженерного оборудования / Хасанов И.Р., Голованов В.И. // Юбилейный сборник трудов ФГУ ВНИИПО МЧС России : [под ред. Н.П. Копылова]. - М.: ВНИИПО МЧС России, 2007. – С.121 – 158.

177. Отрош Ю.А. Будівлі і споруди та їх поведінка в умовах пожеж та надзвичайних ситуацій : [навч. посібник] / Отрош Ю.А., Поздеев С.В., Рудешко І.В., Некора О.В. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля МНС України, 2008. – 100 с.

178. Демидов П.Г. Горение и свойства горючих веществ : [учеб. пособие] / Демидов П.Г., Шандыба В.А., Щеглов П.П. – 2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Химия, 1981. – 272 с.

179. Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений / Болотин В.В. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1971. – 256 с.

180. Справочник по теории упругости : [справочн. пособие] / под ред. Варвака П.М., Рябова А.Ф. – К.: Будівельник, 1971. – 418 с.

181. Егер Дж. К. Упругость, прочность и текучесть / Егер Дж. К. ; пер. с англ. Востропятов Ю.Н. ; под ред. Лужина О.В. – М.: Госуд. науч.-техн. изд-во машиностроительной литературы, 1961. – 172 с.

182. Лужин О.В. Обследование и испытание сооружений : [учеб. пособие для вузов] / Лужин О.В., Злочевский А.Б., Горбунов И.А., Волохов В.А. ; под ред. Лужина О.В. – М.: Стройиздат, 1987. – 263 с.

183. Холмянский М.М. Контакт арматуры с бетоном / Холмянский М.М. – М.: Стройиздат, 1978. - 184 с.

184. Холмянский М.М. К прочности трещиноватых пород и бетона при трехосном равномерном напряжении / Холмянский М.М., Шифрин Е.И. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1981. – №3. – С.52 – 61.

185. Яшин А.В. Критерии прочности и деформирования бетона при простом нагружении для различных видов напряженного состояния / Яшин А.В. // Расчет и конструирование железобетонных конструкций ; [под ред. А.А. Гвоздева]. – М.: Стройиздат, 1977. – С. 48 – 57.

186. Яшин А.В. Влияние неодноосных (сложных) напряженных состояний на прочность и деформации бетона, включая область, близкую к разрушению / Яшин А.В. // Прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных конструкций ; [под ред. А.А. Гвоздева]. – М.: Стройиздат, 1979. – С. 187 – 202.

187. Яшин А.В. Микромеханика разрушения бетона при сложных (многоосных) напряженных состояниях / Яшин А.В. // Прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных конструкций ; [под ред. А.А. Гвоздева]. – М.: Стройиздат, 1981. – С. 3 – 29.

188. Яшин А.В. Рекомендации по определению прочностных и деформационных характеристик бетона при неодноосных напряженных состояниях / Яшин А.В. – М.: Стройиздат, 1985. - 72 с.

189. Зайцев Ю.В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения / Зайцев Ю.В. – М.: Стройиздат, 1982. - 196 с.

190. Прочность, структурные изменения и деформации бетона / [Гвоздев А.А., Яшин А.В., Петрова К.В. и др.]. – М.: Стройиздат, 1978. – 299 с.

191. Гвоздев А.А. Задачи и перспективы развития теории железобетона / Гвоздев А.А. // Строительная механика и расчет сооружений. – 1981. – № 6. – С. 14 – 17.
192. Гениев Г.А. К вопросу обобщения теории прочности бетона / Гениев Г.А., Киссюк В.Н. // Бетон и железобетон. – 1965. – №2. – С. 15 – 17.
193. Гениев Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона / Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. – М.: Стройиздат, 1974. – 316 с.
194. Гениев Г.А. Прочность легких и ячеистых бетонов при сложных напряженных состояниях / Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Левин Н.И., Никонова Г.А.. – М.: Стройиздат, 1978. – 166 с.
195. Александровский С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменение температуры и влажности с учетом ползучести / Александровский С.В. – М.: Стройиздат, 1973. – 432 с.
196. Александровский С.В. Экспериментальные исследования ползучести бетона / Александровский С.В., Васильев П.И. // Ползучесть и усадка бетона. – М.: Стройиздат, 1976. – С. 97 – 152.
197. Ивашенко Ю.А. Исследование процесса разрушения бетона при различных скоростях деформирования / Ивашенко Ю.А., Лобанов А.Д. // Бетон и железобетон. – 1984. – №11 – С.25 – 35.
198. Здоренко В.С. Расчет железобетонных конструкций с учетом образования трещин методом конечных элементов / Здоренко В.С. // Сопротивление материалов и теория сооружений. – К.: Будівельник, 1976. – Вып. 29. – С.89 – 101.
199. Карпенко Н.И. Определяющие соотношения для железобетона с трещинами при термосиловых воздействиях / Карпенко Н.И., Клованич С.Ф. // Строительная механика и расчет сооружений. – 1983. – №2. – С. 141 – 165.
200. Клованич С.Ф. Метод конечных элементов в механике железобетона : [монография] / Клованич С.Ф., Мироненко И.Н. – Одесса: ОНМУ, 2007. – 110 с.
201. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / Перельмутер А.В., Сливкер В.И. – К.: Изд-во «Сталь», 2002. – 600 с.

202. Бамбура А.Н. Развитие методов оценки напряженно-деформированного состояния и несущей способности железобетонных конструкций на основе реальных диаграмм деформирования материалов / Бамбура А.Н. // Материалы первой всеукраинской научно-технической конференции «Научно практические проблемы современного железобетона». – К., 1996. – С. 36 – 39.

203. Вайцлер К.Д. Бетон при температурах от 100 до 750 °С / Вайцлер К.Д. ; пер. нем. П.С. Дорштадта. – М.: Высшая техническая школа, 1968. – 112 с.

204. Гитман Ф.Е. Расчет железобетонных перекрытий на огнестойкость / Гитман Ф.Е., Олимпиев В.Г. – М.: Стройиздат, 1970. – 232 с.

205. Григорян Б.Б. Расчет огнестойкости сжатых железобетонных колонн со случайным эксцентриситетом при заданном режиме пожара / Григорян Б.Б. // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2000. – Вип. 10. – С. 211 – 216.

206. Григорян Б.Б. Нормирование требуемых пределов огнестойкости сжатых железобетонных колонн при реальном режиме пожара на экспериментальной основе / Григорян Б.Б. // Республиканский межведомственный научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». – К.: Изд-во «Техника», 2000. – Вып. 8 – С. 27 – 29.

207. Григорян Б.Б. Метод приведения реального температурного режима к стандартному для определения огнестойкости железобетонных конструкций / Григорян Б.Б. // Проблемы пожарной безопасности : [сб. науч. трудов]. – Х.: «Фолио», 2000. – С.53 – 56.

208. Гринчик Ю.А. Поведение железобетонных конструкций в условиях реальных температурных режимов пожара / Гринчик Ю.А., Измаилов А.С., Григорян Б.Б. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 5. – 1983. – С. 91–96.

209. Жуков В.В. Термостойкость железобетонных конструкций / Жуков В.В., Панюков Э.Ф. – К.: Будівельник, 1991. – 224 с.

210. Anthony J. Wolanski. Flexural behavior of reinforced and prestressed concrete beams using finite element analysis. Milwaukee, Wisconsin. 2004. 87 p.

211. William K.J., Warnke E.P. Constitutive Model for the Triaxial Behavior of Concrete // *Assos. Bridge Struch. Eng. Poc*, 1975, 19, pp. 1 – 30 .

212. Linus C.S. Lim. Membrane Action in Fire exposed concrete Floor Systems. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. Department of Civil Engineering University of Canterbury Christchurch, New Zealand, 2003, 318 p.

213. Levesque A. Fire Performance of Reinforced Concrete Slabs. A Thesis Submitted to the Faculty of the Worcester polytechnic Institute in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science in Civil Engineering. 2006, 196 p.

214. Bernhart D. The Effect of Support Conditions on the Fire Resistance of a Reinforced Concrete Beam. Fire Engineering Research Report 04/5, 2004, 158 p.

215. Wang G. Performance of Reinforced Concrete Flat Slabs Exposed to Fire. Fire Engineering Research Report 06/2, 2006, 293 p.

216. Phan L.T., Carino N.J. Fire Performance of high strength Concrete: research Needs // Reprinted from the Advanced Technology in Structural Engineering. ASCE/SEI Structures Congress 2000. Proceedings. May 8-10, 2000, Philadelphia, PA. Mohamed Elgaaly, Editor, 2000, 9 p.

217. Suhaib Yahya Kasim Al-Darzi, Ai Rong Chen and Yu Qing Liu. Finite Element Simulation and Parametric Studies of Perfobond Rib Connector. *American Journal of Applied Sciences* 4 (3): 2007, pp. 122-127

218. Antonio F. Barbosa, Gabriel O. Ribeiro Analysis of reinforced concrete Structures using ANSYS nonlinear concrete Model. *Computational Mechanics. New Trends and Applications*. 1998, 7 p.

219. Santhakumar R., Dhanaraj R., Chandrasekaran E. Behaviour of retrofitted reinforced concrete beams under combined bending and torsion : A numerical study // *Electronic Journal of Structural Engineering*, 7(2007), 7 p.

220. Amer M. Ibrahim, Huda M. Mubarak Finite Element Modeling of Continuous Reinforced Concrete Beam with External Pre-stressed *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol.30 No.1 (2009), pp.177-186

221. Ewing B. Performance of Post-Tensioned Clay Brick Masonry Walls with Openings. A dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. Raleigh, North Carolina, 2008, 143 p.

222. Kachlakev D., Miller T. Finite Element Modeling of Reinforced Concrete Structures Strengthened with FRP Laminates. Final Report. Oregon Department of Transportation. 2001, 113 p.

223. Radovanovic S. Thermal and structural finite Element Analysis of early Age mass concrete Structures. A Thesis Submitted to the Faculty of Graduate Studie in Partial Fulfulment of the Requirement for the Degree of Master of Science. Department of Mechanical and Industriel Engineering. University of Manitoba. Winnipeg, Manitoba. 1998, 157 p.

224. Hauksdottir B. Analysis of a Reinforced Concrete Shear Wall. M.Sc Thesis. 2007. 118 p.

225. ANSYS, ANSYS 9.0 Manual Set, ANSYS Inc., Southpoint, 275 Technology Drive, Canonsburg, PA 15317, USA.

226. Johnson S. Analytical Modeling of Fiber reinforced post-tensioned Concrete anchorage Zones. A Thesis submitted to the Department of Civil & Environmental Engineering in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science. The Florida state University. 2006, 96 p.

227. Garrick G.M. Analysis and Testing of waste tire Fiber modified Concrete. A Thesis Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Mechanical Engineering. 2005, 65 p.

228. Elyasian I., Abdoli N., Ronagh H.R. Evaluation of Parameters effective in FRP Shear strengthening of RC Beams using FE Method. Asian Journal of civil engineering (Building and Housing) VOL. 7, NO. 3 (2006). p. 249-257.

229. Michelfelder B.C. Trag- und Verformungsverhalten von Kernen bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken. Von der Fakultat Bau- und Umweltingenieurwissenschaften der Universitat Stuttgart zur Erlangung der Wurde

еines Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung. 2006. 187 s.

230. Schäfer M. Zum Tragverhalten von Flachdecken mit integrierten hohlkastenförmigen Stahlprofilen. Institut für Konstruktiven Ingenieurbau. Bergische Universität Wuppertal. 2007. 178 s.

231. [ANSYS Release 10, Inc. Theory Reference.](#)

232. MacGregor, J.G., Reinforced Concrete Mechanics and Design, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ. 1992.

233. Buckhouse, E. R. "External Flexural Reinforcement of Existing Reinforced Concrete Beams Using Bolted Steel Channels," Master's Thesis, Marquette University, Milwaukee, Wisconsin. 1997.

234. Система моделирования движения жидкости и газа. FlowVision Версия 2.5.4. Руководство пользователя. – Москва: ТЕСИС. – 2008. – 284 с.

235. Пат. 85695 Україна, МПК(2009) G01 N 33/38. Спосіб визначення несучої здатності стиснутих елементів залізобетонних конструкцій в умовах пожежі / Поздєєв С.В., Некора О.В., Вітько М.М., Поздєєв А.В., заявник і патентовласник Поздєєв С.В. - №а200607816 ; заявл. 12.07.06 ; опубл. 25.02.09, Бюл. №4, 2009 р.

236. Пат. 87295 Україна, МПК(2009) G01 N 33/38, G01 N 25/00. Установка для визначення несучої здатності залізобетонних колон в умовах високотемпературного нагріву/ Поздєєв С.В., Некора О.В., Тищенко Є.О., Поздєєв А.В., Поклонський В.Г., заявник і патентовласник Поздєєв С.В. - №а200607814 ; заявл. 12.07.06 ; опубл. 10.07.09, Бюл. №13, 2009 р.

237. Поздєєв С.В. Методика вивчення роботи стиснутих елементів залізобетонних конструкцій після тривалого кліматичного впливу при пожежі / Поздєєв С.В., Нуянзін В.М., Осипенко В.І., Поздєєв А.В. // Пожежна безпека. Збірник наукових праць. Львів: ЛДУБЖД. – 2009. – С. 56-62.

238. Поздєєв С.В. Визначення межі вогнестійкості залізобетонної колони після тривалого кліматичного впливу в умовах нагріву / Поздєєв С.В., Нуянзін В.М., Осипенко В.І., Гвоздь В.М., Сташенко С.І. // Черкаси: Збірник наукових

праць. Пожежна безпека: теорія і практика. Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля. – Випуск № 3. – 2009. – С. 88-92.

239. Нуянзін В.М. Визначення теплофізичних характеристик бетону залізобетонної колони після тривалого впливу природних кліматичних факторів / Нуянзін В.М., Цвіркун С.В., Осипенко В.І., Поздєєв С.В. // Проблемы пожарной безопасности. Сборник научных трудов. – Харьков: УГЗУ, 2009. – Випуск 25. – С. 145 – 152.

240. Поздеев С.В. Математическое моделирование поведения железобетонной балки во время пожара при помощи метода конечных элементов / Поздеев С.В., Тищенко И.Ю. // Пожаровзрывобезопасность. Научно-технический журнал. – ООО «Издательство «Пожнаука», 2010 – Том 19 – №1. – С. 20-27.

241. Поздеев С.В. Дослідження ефективності математичних моделей теплопередачі для розв'язку теплотехнічної задачі при визначенні вогнестійкості залізобетонних конструкцій / Поздеев С.В., Тищенко О.М. // Черкаси: Збірник наукових праць. Пожежна безпека: теорія і практика. Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля. – Випуск № 5. – 2010. – С. 122-129.

242. Поздеев С.В. Дослідження ефективності математичних моделей напружено-деформованого стану при визначенні вогнестійкості залізобетонних плит. / Поздеев С.В. // Черкаси: Збірник наукових праць. Пожежна безпека: теорія і практика. Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля. – Випуск № 6. – 2010. – С. 125-133.

243. Поздеев С.В. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния железобетонной балки при пожаре. / Поздеев С.В. // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. – Вып. 27. – 2010. – С. 163–174.

244. Поздеев С.В. Экспериментально-расчетный метод определения механических характеристик бетона в условиях нагрева. / Поздеев С.В. // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ.–Вып. 28.– 2010. – С. 133–140.

245. Поздеев С.В. Исследование эффективности расчетных методов для определения предела огнестойкости преднапряженной ребристой железобетонной

плиты. / Поздеев С.В. // Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. – К.: УкрНДІПБ, 2010. – № 2 (24). – С.5 – 11.

246. Поздеев С.В. Дослідження ефективності вогнезахисної обробки залізобетонних балок покриттями, що спучуються. / Поздеев С.В. // Вісник житомирського державного технологічного університету. – Житомир: ЖДТУ, 2010. - №3(54). – С.12 – 16.

247. Поздеев С.В. Дослідження ефективності математичних моделей напружено-деформованого стану при визначенні вогнестійкості залізобетонних балок. / Поздеев С.В. // Пожежна безпека : [зб. наук. праць]. – Л.: ЛДУБЖД. – № 17. – 2010. – С. 115–122.

248. Поздеев С.В. Дослідження адекватності результатів математичного моделювання тепломасообміну у вогневій печі при випробуваннях залізобетонної плити на вогнестійкість. / Поздеев С.В. // Черкаси: Збірник наукових праць. Пожежна безпека: теорія і практика. Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля. – Випуск № 6/1. – 2010. – С. 60 – 65.

249. Поздеев С.В. Розробка уточненого розрахункового методу для визначення межі вогнестійкості несучих залізобетонних конструкцій. / Поздеев С.В., Левченко А.Д. // Науковий вісник національного технічного університету «Львівська політехніка». – Львів: НТУ «Львівська політехніка». - 2011. – С. 264 - 269

250. Поздеев С.В. Определение предела огнестойкости преднапряженной ребристой железобетонной плиты уточненным расчетным методом. / Поздеев С.В. // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – Минск.: КИИ МЧС Республики Беларусь. – № 1(13). – 2011. – С. 53–60.

251. Поздеев С.В. Экспериментально-расчетный метод построения диаграмм деформирования бетона при высоких температурах / Поздеев С.В. // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – Алчевск : ДонДТУ. – № 33. – 2011. – С. 275–283.

252. Поздеев С.В. Применение уточненного метода расчета для определения огнестойкости преднапряженной ребристой железобетонной плиты / Поздеев С.В.

// Будівельні конструкції. [Міжвідомчій науково-техн. зб. наук. праць]. – К.: ДП «НДІБК». – № 31. – 2011. – С. 264–269.

253. Нуянзін В.М. Визначення теплотехнічних параметрів залізобетонної колони, яка була піддана агресивному кліматичному впливу. / Нуянзін В.М., Цвіркун С.В., Поздєєв С.В., Гвоздь В.М., Стащенко С.І. Некора О.В. // Черкаси: Збірник наукових праць. Пожежна безпека: теорія і практика. Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля. – Випуск № 4. – 2009. – С. 87 – 91.

254. Поздеев С.В. Верификация результатов уточненного расчетного метода определения пределов огнестойкости железобетонных конструкций / Поздеев С.В. // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. – Вып. 29. – 2011. – С. 141–148.

255. Поздеев С.В. Математическое моделирование тепловых процессов в огневой печи при испытании на огнестойкость железобетонной колонны / Поздеев С.В. // Промислова гідравліка та пневматика [Всеукраїнський науково-технічний журнал] – Вінниця : ВНАУ. – №1(31). – 2011. – С. 19–24.

256. Нуянзін О.В. Дослідження метрологічних параметрів вогневих випробувань залізобетонних будівельних конструкцій за допомогою математичного моделювання / Нуянзін О.М., Поздеев С.В., Нуянзін В.М., Тищенко О.М. // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля. 2011. – № 8 – С. 73-79

257. Поздеев С.В. Усовершенствование методики испытаний по оценке остаточной несущей способности железобетонных конструкций после пожара. / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В. // Труды МОК 44 “Рациональный эксперимент в материаловедении”. – 2005. – С. 180.

258. Поздеев С.В. Обоснование расчетно-экспериментальной методики определения остаточной несущей способности элементов железобетонных конструкции при пожаре. / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В., Григорян Б.Б. // Компьютерное материаловедение и обеспечение качества. Материалы 45-го международного семинара по моделированию и оптимизации композитов – МОК’45. – Одесса: 2006. – С. 187.

259. Поздеев С.В. Обоснование методики комбинированных испытаний для определения остаточной несущей способности элементов железобетонных конструкции при пожаре. Компьютерное материаловедение и обеспечение качества. / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В., Григорян Б.Б. // Материалы 46-го международного семинара по моделированию и оптимизации композитов – МОК'46. – Одесса: 2007. – С. 206.

260. Поздеев С.В. До розробки експериментально-розрахункової методики випробувань залишкової несучої здатності залізобетонних колон після пожежі. / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В. // Пожежна безпека та аварійно-рятувальна справа: стан, проблеми і перспективи. Матеріали VII Всеукраїнської наук.-практ. конференції рятувальників. – УкрНДІПБ, 2005. – С.343 – 345.

261. Поздеев С.В. Экспериментально-вычислительная методика оценки несущей способности железобетонных конструкций во время и после пожара. / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В. // Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений: Материалы XIX науч.-практ. конф. – Ч.1. – М: ВНИИПО, 2005. – С.142 – 145 с.

262. Поздеев С.В. Методика определения режимов нагрева бетонных образцов, моделирующих состояние элементов строительных конструкций при пожаре. / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В. // Защита от чрезвычайных ситуаций: инновации и перспективы дополнительного образования. – Светлая Роща: УО «ИППК МЧСРБ». –21-22 сентября 2006. – С. 223 – 225.

263. Поздеев С.В. Расчет температурных режимов прогрева камеры печи при тепловых испытаниях бетонных образцов. / Поздеев С.В., Некора О.В., Григорян Б.Б., Поздеев А.В. // Матеріали VIII Всеукраїнської наук.-практ. конференції рятувальників. – УкрНДІПБ, 2006. – С.253 – 257.

264. Поздеев С.В. Определение несущей способности железобетонной колонны при пожаре расчетно-экспериментальным методом. Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В., Григорян Б.Б. Исторические и современные аспекты решения проблем горения, тушения и обеспечения безопасности людей при пожарах: Материалы XX науч.-практ. конф. – Ч.1. – М: ВНИИПО, 2007. – С.222 – 227 с.

265. Поздеев С.В. Моделирование поведения внутренних слоев железобетонной колонны в условиях нагрева и действия механической нагрузки при пожаре / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В., Аброскин А.Н. // Материалы IV Международной науч.-практ. конф. - Ч.3. – Минск: КИИ, - 2007. – С.113 – 114.

266. Поздеев С.В. Моделирование работы слоев с арматурой железобетонной колонны в условиях пожара. / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В. // Матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. «Пожежна безпека – 2007». – Черкаси: АПБ, - 2007. – С.490.

267. Поздеев С.В. Визначення межі вогнестійкості залізобетонної колони після тривалого кліматичного впливу в умовах нагріву. / Поздеев С.В., Нуянзін В.М. // Матеріали III Міжнародної наук.-практ. конф. «Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту». – Черкаси: АПБ, - 2009. – С.19 – 26.

268. Поздеев С.В. Численное исследование огнестойкости железобетонной балки при помощи метода конечных элементов / Поздеев С.В., Григорян Б.Б. // Матеріали IV Міжнародної наук.-практ. конф. «Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту». – Черкаси: АПБ, - 2010. – С.42 – 45.

269. Поздеев С.В. Математическое моделирование теплообмена в огневой печи для испытаний железобетонных колонн на огнестойкость. / Поздеев С.В., Тищенко И.Ю. Некора О.В. // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2010». – М.: РУДН, Москва. – 2010. – С.3.

270. Поздеев С.В. Исследование адекватности математических моделей свойств материалов для расчета огнестойкости железобетонных плит. / Поздеев С.В., Некора О.В., Поздеев А.В. // Сб. докладов Международной научной конференции «Научные чтения, посвященные 100-летию со дня рождения дважды лауреата Сталинской премии СССР, доктора технических наук, профессора Николая Антоновича Стрельчука» – М.: МГСУ. – 2010. – С.60 – 71.

