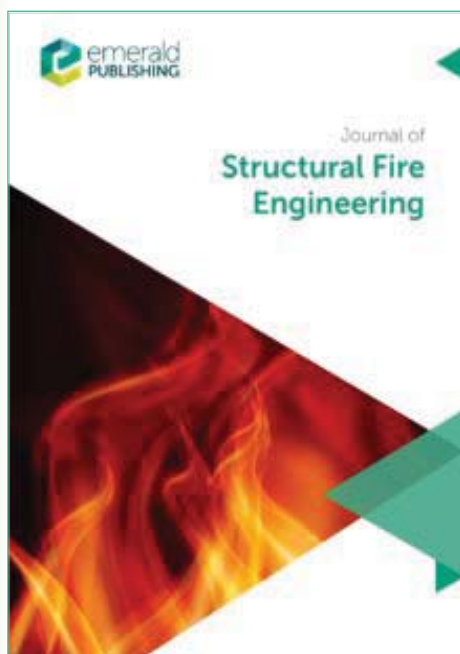


Реферативный обзор зарубежных изданий (Journal of Structural Fire Engineering, Vol. 11, Issue 4, 2020)



СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

1. Ранджит Кумар Чаудхари, Татхагата Рой, Васант Мацагар
Хрупкость железобетонной конструкции и ее отдельных элементов при пожаре
2. Камила Кабова, Филип Земан, Лукаш Блесак, Мартин Бенишек, Франтишек Вальд
Деревянная балка в виртуальной печи
3. Шуфэн Ли, Ле Дэн, Чжао Ди
Исследование огнестойкости сборного бетонного узла соединения ригеля со стойкой с торцевыми пластинами
4. Хай Т. Нгуен, Николай Топольский, Денис Тараканов, Александр Мокшанцев
Информационно-аналитические технологии в работе пожарно-спасательных подразделений с использованием инфракрасных технических средств
5. Николя Пиното, герцог Тоан Фам, Хонг Хай Нгуен, Ромен Меж
Разработка гибридных пожарных испытаний путем разделения физических и числовых подструктур в режиме реального времени
6. Мортеза Джамшиди, Гейдар Дашти НасерАбади, Мохаммадреза Олиаи
Поведение стены сдвига из стальной пластины при высокой температуре
7. Анджали Наир, Усама (Сэм) Салем
Экспериментальное определение остаточной прочности на сжатие бетонных колонн, подвергнутых воздействию пожара разной продолжительности и различным коэффициентам нагрузок

ХРУПКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОНСТРУКЦИИ И ЕЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПОЖАРЕ

Ранджит Кумар Чаудхари, Татхагата Рой, Васант Мацагар (Индия)

Цель

Несмотря на признание важности риск-ориентированных систем в технике пожарной безопасности, стандартный подход к проектированию строительных конструкций базируется в основном на уровне элементов/компонентов, при котором явно не учитывается воздействие неопределенностей, влияющих на огнестойкость конструкций. В этом контексте представлена вероятностная система для исследования уязвимости железобетонных элементов и конструкций с учетом пожарной нагрузки.

Проект / методология / подход

Железобетонные конструкции, подвергшиеся воздействию пожара, моделируются методом конечных элементов, включающего вещественную и геометрическую нелинейность. С помощью данного метода выполняется переходный термомеханический анализ, соответствующим образом учитывающий изменение температуры тепловых и механических свойств как бетона, так и стальной арматуры. Стохастичность в системе учитывается в параметрах структурной устойчивости, тепловых параметрах и параметрах модели пожара, а последующие кривые хрупкости разрабатываются с учетом порогового предельного состояния отклонения.

Результаты исследований

Сообщается, что огнестойкость железобетонной конструкции оказалась значительно ниже огнестойкости отдельных железобетонных элементов. Данное

обстоятельство прекрасно иллюстрирует действующие нормативные подходы к проектированию, основанные на исследовании особенностей поведения элементов конструкции, которые имеют решающее значение с точки зрения безопасности и надежности.

Практические последствия

Данная программа, разработанная для оценки уязвимости железобетонных конструкций в условиях воздействия пожара с помощью конечноэлементного анализа, может быть эффективно использована для оценки огнестойкости других аналогичных конструкций с целью повышения их безопасности и надежности в экстремальных условиях.

Оригинальность / ценность

В статье предлагается новая методология оценки уязвимости трехмерных железобетонных конструкций в условиях воздействия пожара с помощью конечноэлементного анализа и проводится сравнение хрупкости всей конструкции с хрупкостью, рассчитанной для каждого из элементов конструкции.

Ключевые слова: *бетон, пожар, хрупкость, тепловой, стохастический*

ДЕРЕВЯННАЯ БАЛКА В ВИРТУАЛЬНОЙ ПЕЧИ

Камила Кабова, Филип Земан, Лукаш Блесак, Мартин Бенишек, Франтишек Вальд (Чехия)

Цель

Цель данной работы – продемонстрировать компонент парной численной модели для прогнозирования огнестойкости элементов в горизонтальной печи. Значения температуры, рассчитанные внутри бруса, сравниваются со значениями, полученными при пожарных испытаниях.

Проект / методология / подход

В статье представлен компонент парной численной модели для прогнозирования огнестойкости элементов в горизонтальной печи. Представленный компонент располагается в виртуальной печи, которая имитирует температурную среду вокруг тестируемых элементов в печи. Сравнение результатов показывает их совпадение в том случае, когда сжигание древесины включено в численную модель.

Результаты исследований

Виртуальная печь, представленная в данной статье, позволяет рассчитать температуру окружающей среды вокруг трех деревянных балок. После проверки модели FDS температурные условия передаются в конечноэлементную модель (модель FE), которая решает проблему теплопередачи к испытываемому элементу. Температуры внутри деревянной балки, которые рассчитываются в программном обеспечении Atena Science, сравниваются с измеренными температурами при испытании на огнестойкость. При сравнении температур в трех контрольных точках обнаруживается высокая точность расчетов в точке, расположенной ближе к нагретой кромке. Неточность расчетов проявляется в точках, расположенных глубже в поперечном сечении балки, а именно ниже слоя обугливания.

Практические последствия

Виртуальная печь использует обширные возможности вычислительной гидродинамики кода FDS. Модель основана на точном представлении настоящей печи в пожарной лаборатории PAVUS a.s., расположенной в Чешской Республике.

Она учитывает конфигурацию реальной печи, свойства материала футеровки печи, горелки, условия вентиляции и испытываемые объекты. Температура газа, рассчитанная в виртуальной печи, проверяется на соответствие температурам, измеренным во время пожарных испытаний.

Социальные последствия

Виртуальная печь обладает большим потенциалом для исследования теплового поведения при испытаниях на огнестойкость. Огромное преимущество заключается в оценке теплового эффекта по всему объему печи, что позволяет точно прогнозировать испытания на огнестойкость и оценивать большое количество технических альтернатив и граничных условий.

Оригинальность / ценность

Следует отметить, что виртуальная печь обладает большим потенциалом при исследовании теплового поведения в испытаниях на огнестойкость. Ее преимущество заключается в оценке теплового воздействия по всему объему печи, что позволяет точно прогнозировать испытания на огнестойкость, а также оценивать большое количество технических альтернатив и пограничных условий. Однако передача температурного поля из модели FDS в модель FE может отрицательно повлиять на точность расчетов. Для решения данной проблемы предлагается парная модель CFD-FE. Подобная слабосвязанная модель, включающая в себя гидродинамику, теплообмен и механическое поведение, разрабатывается на факультете гражданского строительства Чешского технического университета в Праге. Компонент модели, включающий в себя гидродинамику, представлен в данной статье. Он вычисляется с помощью программы FDS, а термомеханический компонент рассчитывается с помощью объектно-ориентированной модели конечных элементов (OOFEM). Взаимосвязь вышеуказанных программных средств осуществляется посредством библиотеки MuPIF python.

Ключевые слова: *вычислительная гидродинамика, парная модель вычислительной гидродинамики – метода конечных элементов, испытание на огнестойкость, деревянная балка, виртуальная печь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ СБОРНОГО БЕТОННОГО УЗЛА СОЕДИНЕНИЯ РИГЕЛЯ СО СТОЙКОЙ С ТОРЦЕВЫМИ ПЛАСТИНАМИ

Шуфэн Ли, Ле Дэн, Чжао Ди (Китай)

Цель

Целью данного исследования является разработка высокопрочного болтового соединения концевой шайбы сборного бетонного узла соединения ригеля со стойкой, а также проведение псевдостатического испытания.

Проект / методология / подход

Для изучения характеристик огнестойкости высокопрочного болтового сборного соединения торцевой пластины применяется программное обеспечение ABAQUS, реализующее метод конечных элементов. При этом в основном учитывается влияние степени осевого сжатия, предварительного натяга винта, толщины торцевой пластины и толщины стального обруча.

Результаты исследований

Результаты показывают, что толщина как торцевой пластины, так и стального обруча оказывает определенное влияние на огнестойкость. Изменение величин

ны предварительного натяга винта мало влияет на предел огнестойкости.

Оригинальность / ценность

В целях более детального изучения механических характеристик такого рода соединений, применяется программное обеспечение, реализующее метод конечных элементов. Кроме того, рассматривается влияние показателей степени осевого сжатия, предварительного натяга винта, толщины торцевой пластины и толщины стального обруча на огнестойкость соединений.

Ключевые слов: *сборное соединение, степень осевого сжатия, предел огнестойкости, деформация*

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАБОТЕ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФРАКРАСНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Хай Т. Нгуен (Вьетнам), Николай Топольский, Денис Тараканов, Александр Мокшанцев (Российская Федерация)

Цель

Спасение человеческой жизни является целью работы всех спасательных подразделений. В то же время значительная часть спасательных операций проводится в зданиях или помещениях, которые сами часто находятся в аварийном состоянии либо разрушены. Цель данной работы – выяснить, как можно проводить спасательные операции в условиях постоянной угрозы обрушения.

Проект / методология / подход

Для изучения опасности обрушения здания используются информационные системы, отображающие процесс аварийно-спасательных мероприятий в случае угрозы деформации здания, в котором существует риск возгорания или разрушения.

Результаты исследований

Полученные результаты показывают, что анализ параметров разрушения в режиме онлайн позволяет с помощью инфракрасных датчиков формировать картину распределения мест, где могут находиться люди, и тем самым спасает жизни при одновременном снижении риска для пожарно-спасательного подразделения. Для реализации представленного формата предлагается использовать инфракрасные датчики.

Оригинальность/ценность

Использование инфракрасных датчиков позволяет в режиме онлайн взаимодействовать с источниками опасных ситуаций и выявляет основные аспекты сертификации подготовки деятельности пожарно-спасательного подразделения в условиях повышенной опасности.

Ключевые слова: *информационные системы, аналитический процесс, опасность обрушения, пожарно-спасательные подразделения, инфракрасная технология*

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНЫХ ПОЖАРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПУТЕМ РАЗДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ЧИСЛОВЫХ ПОДСТРУКТУР В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Николя Пиното, герцог Тоан Фам, Хонг Хай Нгуен, Ромен Меж (Франция)

Цель

Данное исследование направлено на оценку возможности проведения гибридных пожарных испытаний путем разделения физических и числовых подструктур (NSs) в режиме реального времени на упрощенные конструкции.

Проект / методология / подход

Интерфейс, в котором осуществлялся обмен данными между программным обеспечением, реализующим метод конечных элементов, и регулятором гидравлического домкрата с использованием текстовых файлов, был разработан и применен для проведения двух экспериментальных кампаний, состоящих из девяти испытаний простых стальных каркасных конструкций с различными условиями термической нагрузки. В первой экспериментальной кампании предполагалось, что физическая подструктура (PS) была защищена изоляционным материалом, в то время как числовая подструктура равномерно подвергалась воздействию пожара со всех сторон в соответствии со стандартом ISO 834. Отличие второй экспериментальной кампании от первой заключалось в том, что физическая подструктура нагревалась только с одной стороны.

Результаты исследований

Результаты испытаний показали, как может возникнуть разрыв между определенным положением равновесия и «реальным» положением, вызванный запаздыванием по времени. Кроме того, испытания продемонстрировали феномен перегрузки из-за несинхронизированного действия обеих подструктур. С момента обнаружения данного феномена были найдены два способа уменьшения задержки числовой подструктуры.

Оригинальность / ценность

В контексте увеличения числа предлагаемых теоретических алгоритмов при отсутствии реальных экспериментальных уточнений подобные экспериментальные результаты и их анализ дают возможность определить пути улучшений предложенного в статье метода, которые могли быть пропущены или не обнаружены в ходе предыдущих исследований.

Ключевые слова: *экспериментальное подтверждение, численное моделирование, гибридные пожарные испытания, подразделение*

ПОВЕДЕНИЕ СТЕНЫ СДВИГА ИЗ СТАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Мортеза Джамшиди, Гейдар Дашти НасерАбади, Мохаммадреза Олиаи (Иран)

Цель

Высокая температура при пожаре может существенно снизить несущую способность, что более опасно для незащищенных стальных конструкций, чем для железобетонных конструкций. Одной из типовых стальных конструкций является стена сдвига из стальной пластины (пластины SPSW), в которой для защиты от боковых нагрузок используются тонкие заполняющие стальные пластины. По-видимому, из-за небольшой толщины заполняющих плит высокая температура сильно влияет на боковую несущую способность конструкций данного типа. Поэтому представленное исследование направлено на изучение характеристик пластины SPSW с уменьшенным сечением балки при высокой температуре.

Проект / методология / подход

С целью изучения характеристик сейсмостойчивости пластины SPSW при высокой температуре в настоящей работе было численно смоделировано 48 однопролетных одноэтажных стальных каркасов, оснащенных стальными пластинами толщиной 2,64, 5 и 7 мм и пределами текучести 85, 165, 256 и 300 МПа. Кроме того, их поведенческие характеристики, а именно прочность, жесткость, пластичность и поведение при гистерезисе, были изучены при температурах 20, 458, 642 и 917 °С. Представленные в настоящей работе имитационные модели основаны на экспериментальном образце, предложенном Вианом и Бруно (2004).

Результаты исследований

Полученные результаты показали, что высокая температура резко снижает характеристик сейсмостойчивости пластины SPSW, таким образом, что боковая прочность снижается на 95 % при существенно высоких температурах. Следовательно, пластина SPSW начинает терять свою прочность и жесткость при высокой температуре, таким образом, что полностью теряет их, а также способность к рассеиванию энергии при температуре 917 °С.

Оригинальность / ценность

Насколько авторам известно, характеристики сейсмостойчивости SPSW при различных температурах прежде не оценивались и не сравнивались.

Ключевые слова: *пожар, численное исследование, характеристики сейсмостойчивости, стальная конструкция*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ БЕТОННЫХ КОЛОНН, ПОДВЕРГНУТЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ ПОЖАРА РАЗНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И РАЗЛИЧНЫМ КОЭФФИЦИЕНТАМ НАГРУЗОК

Анджали Наир, Усама (Сэм) Салем (Канада)

Цель

Воздействие повышенных температур изменяет механические и тепловые свойства бетона, что чаще всего приводит к снижению его прочности и в итоге может привести к разрушению конструкции. Самым оптимальным вариантом восстановления поврежденных пожаром бетонных конструкций является ретрофитинг. Однако для обеспечения безопасного повторного использования зданий, подвергшихся воздействию пожара, и применения надлежащих методов ретрофитинга необходимо оценить остаточную несущую способность подобных железобетонных конструкций. Фокус внимания настоящего экспериментального исследования направлен на изучение огнестойкости бетонных колонн, подвергшихся стандартному пожару, а также на оценку их остаточной прочности при сжатии после воздействия пожара разной продолжительности.

Проект / методология / подход

Для эффективного изучения огнестойкости восемь идентичных образцов железобетонных колонн размерами 200 × 200 × 1500 мм подвергались воздействию огня разной продолжительности (1 и 2 часа) при нагрузке с двумя различными коэффициентами нагрузки (20 % и 40 % от максимальной расчетной осевой сжимающей нагрузки колонны). На следующем этапе после полного охлаждения для каждой колонны, подвергшейся воздействию огня, были проведены испытания на остаточную прочность при сжатии.

Результаты исследований

Экспериментальные результаты показали, что колонны никогда не восстанавли-

вают свою первоначальную производительность прочность после стандартного пожара. Кроме того, было выяснено, что остаточная прочность на сжатие снизилась почти до 50 % и 30 % от значения прочности при нормальной температуре окружающей среды для колонн, подвергшихся воздействию огня продолжительностью 1 и 2 часа соответственно. Также было отмечено, что определенный коэффициент нагрузки оказывает гораздо меньшее влияние на остаточную прочность на сжатие колонны по сравнению с воздействием длительности пожара.

Оригинальность / ценность

Из результатов исследования видно, что поврежденные пожаром бетонные колонны обладали значительной остаточной прочностью на сжатие, особенно те, продолжительность воздействия огня на которые была меньше. В связи с этим ожидается, что при применении надлежащих методов ретрофитинга, таких как обертывание полимерами, армированными волокнами (FRP), поврежденные пожаром колонны могут восстановить по крайней мере часть утраченной несущей способности. Соответственно, данные об остаточном сопротивлении сжатию, полученные в результате этого исследования, могут быть эффективно использованы для выбора оптимальных стратегий ретрофитинга бетонных колонн, поврежденных пожаром. Кроме того, их можно использовать для проверки численных моделей, которые применяются для учета термически индуцированной деградации механических свойств бетонного материала, а также для прогнозирования остаточных прочностей на сжатие и деформаций бетонных колонн, подвергшихся нагрузке с различными коэффициентами интенсивности при различной продолжительности пожара.

Ключевые слова: ***огнестойкость, остаточная прочность на сжатие, бетонные колонны, продолжительность пожара, коэффициент нагрузки, стандартный пожар***

Материал подготовили:

Ю.В. МЕЛЬНИКОВА, науч. сотр.;
Н.В. САЙГИНА, науч. сотр.
(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)