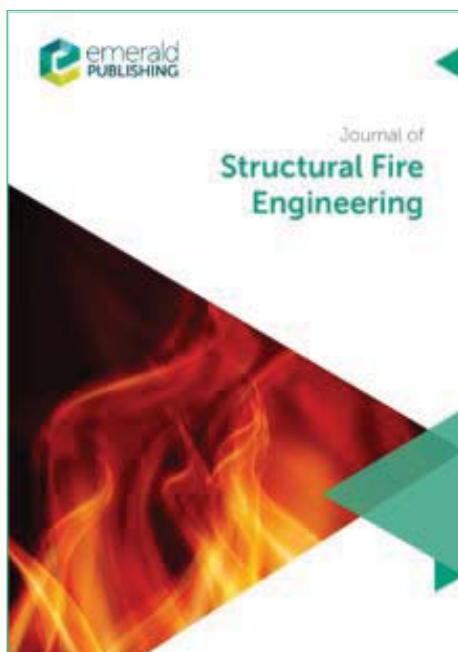


2019
Volume 10, Issue 1



СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

1. Тьяго А. де С. Пирес, Жуэу Пауло Родригес, Ёсе Дж. Р. Сильва
Численное исследование округлых бетононаполненных трубчатых колонн при воздействии пожара
2. Атаолла Тагхипур Анвари, Мустафа Мухамед, Микаэл Мак-Наллан, Мохамедреза Эслами
Влияние повреждения огнезащиты на стальные строительные конструкции при воздействии пожара
3. Партасарати Н., Сатьянараянан К.С., Пракаш М., Тамиларасу В.
Линейное и нелинейное исследование двухмерного стального каркаса при различных температурах
4. Муд Афик Хизами Абдулла, Мод Зульхам Афанди Мод Захид, Афиза Айоб, Кайруниса Мухамад
Изгибные характеристики поврежденных пожаром железобетонных балок, отремонтированных высокопрочным волокнистым армированным раствором
5. Прабхакар Сатуйода, Пол Арнелл, Эндрю Дэнс
Механическая целостность дверей корпуса газовой турбины в условиях огневых испытаний по классу огнестойкости А0
6. Хала Мохамед Элкади, Ахмед М. Ясиен, Мохамед С. Элфеки, Мохамед Е. Сераг
Оценка механической прочности нанокремнеземистого бетона (НКБ) при воздействии повышенных температур
7. Партасарати Н., Сатьянараянан К.С., Тамиларау В., Пракаш М.
Линейный анализ трехмерной многоэтажной конструкции со стальным каркасом при различных температурах

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОКРУГЛЫХ БЕТОНАПОЛНЕННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОЛОНН ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОЖАРА

Тьяго А. де С. Пирес (Бразилия), Жуэу Пауло Родригес (Португалия), Ёсе Дж. Р. Сильва (Бразилия)

Цель

В настоящее время круглые бетононаполненные трубчатые (БТ) колонны в основном используются в строительстве из-за конструктивных и архитектурных преимуществ, таких, как высокая несущая способность и эстетичный внешний вид. Поведение БТ колонн при температуре окружающей среды и высоких температурах является оптимальным. Однако существуют проблемы, связанные с их поведением при пожаре в реальную конструкцию здания, как, например, влияние ограничения на температурное удлинение, что следует учитывать для улучшения их характеристик. Цель настоящего исследования – представить результаты численного анализа поведения БТ колонн по ограничению температурного удлинения при пожаре.

Проект / методология / подход

Параметры, проверенные в ходе численного моделирования, включали в себя гибкость колонны, уровень нагрузки, жесткость окружающей конструкции и коэффициент усиления стали. Был проведен анализ термического напряжения методом последовательностной связности. Численная модель была подтверждена результатами большой серии испытаний на огнестойкость, проведенных в Коимбрском университете в Португалии. В ходе испытаний были выведены простые уравнения для оценки критических времен для БТ колонн.

Результаты исследований

Результаты исследований были также сопоставлены с результатами, полученными с помощью существующих методов упрощенного расчета и табличных

данных стандарта EN 1994-1-2:2005. Для проанализированных случаев было подтверждено, что, в то время как упрощенный метод расчета приводил к результату «безопасно» по оценке огнестойкости БТ колонн по ограничению температурного удлинения, метод табличных данных приводил в некоторых случаях к результату «небезопасно». Данное исследование также показало более низкие значения критические времена для аналогичного типа колонн, чем те, которые были получены из литературы.

Оригинальность / ценность

В большей части уже проведенных исследований влияние жесткости окружающей конструкции на поведение БТ колонн при пожаре еще не достаточно ясно. Таким образом, данная работа является оригинальной в части рассмотрения этого параметра в численном моделировании этого типа колонн.

Ключевые слова: *пожар, устойчивость, бетон, сталь, тепловое ограничение, колонна*

ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТЫ НА СТАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОЖАРА

Атаолла Тагхипур Анвари, Мустафа Мухамед, Микаэл Мак-Наллан, Мохамадреза Эслами (США)

Цель

Цель данной работы – представить оценку влияния повреждения огнезащиты на стальные строительные конструкции. Это исследование демонстрирует, что незначительное повреждение огнезащиты значительно снижает предел огнестойкости конструкций. Повреждения огнезащиты конструкций происходят по разным причинам, и всегда возникает вопрос, насколько она эффективна? В данной работе представлены результаты исследования одного из видов огнезащитных материалов, а также параметрическое исследование величины повреждения и его влияния на огнестойкость стальных строительных конструкций.

Проект / методология / подход

Исследование выполнено с использованием численных методов, а также термического и структурного анализа конечных элементов. Метод анализа был подтвержден экспериментальными результатами.

Результаты исследований

Небольшие повреждения или потери противопожарной защиты приводят к значительному повышению температуры на поврежденных участках и вызывают резкое снижение огнестойкости балок. Увеличение повреждения противопожарной защиты на нижнем выступе стальных балок не оказывает существенного влияния на скорость снижения огнестойкости балок. Большее снижение огнестойкости стальных балок наблюдается при более высоких уровнях нагрузки из-за наличия более высоких напряжений и нагрузок внутри сечения стальной балки.

Исследовательские ограничения / последствия

Исследование проводилось с использованием анализа конечных элементов и охватывало широкий диапазон реальных размеров. Однако экспериментальные работы будут выполняться исследователями, когда будет предоставлено финансирование.

Практические последствия

Исследование дает как ученым, так и специалистам-практикам оценку влияния поврежденных огнезащитных материалов на огнестойкость стальных строительных балок.

Социальные последствия

Понимание влияния поврежденной огнезащиты помогает в оценке огнестойкости стальных строительных конструкций, которые могут защитить от разрушений и катастроф.

Оригинальность / ценность

Исследование является оригинальным; был проведен обширный анализ литературы, и этот анализ является оригинальным.

Ключевые слова: *анализ конечных элементов, поврежденные огнезащитные материалы, класс пожароопасности, частичная потеря огнезащиты, термоструктурный анализ*

ЛИНЕЙНОЕ И НЕЛИНЕЙНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХМЕРНОГО СТАЛЬНОГО КАРКАСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Партасарати Н., Сатьянараянан К.С., Пракаш М., Тамиларасу В. (Индия)

Цель

Прогрессирующее разрушение из-за высоких температур, возникающих в результате взрыва, удара транспортного средства или пожара, является важной проблемой в случае потери несущей способности конструкций в высотных зданиях.

Проект / методология / подход

В настоящей работе было исследовано прогрессирующее разрушение двумерной, трехпролетной четырехэтажной стальной каркасной конструкции от высокотемпературных напряжений с использованием программного обеспечения ABAQUS для анализа.

Результаты исследований

После того как конструкция достигает определенной температуры, обсуждаются такие результаты, как смещение, осевая нагрузка напряжения и сила сдвига.

Исследовательские ограничения / последствия

Было произведено воздействие различных температур на колонны на различной высоте конструкции. Кроме того, в соответствии с рекомендациями Управления служб общего назначения применялись прогрессивные комбинации нагрузок при разрушении.

Оригинальность / ценность

Данное исследование охватывало как равновесное, так и переходное состояние многоэтажного каркасного здания при воздействии повышенных температур на угловые и промежуточные колонны. Колонны в каркасной конструкции подвергались воздействию высоких температур на разных высотах, при этом были получены, проанализированы и обсуждены возникшие деформации, напряжения и осевые нагрузки.

Ключевые слова: *деформация, сдвиг, поток, нелинейный анализ, рекомендации Управления служб общего назначения*

ИЗГИБНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВРЕЖДЕННЫХ ПОЖАРОМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫМ ВОЛОКНИСТЫМ АРМИРОВАННЫМ РАСТВОРОМ

Муд Афик Хизами Абдулла, Мод Зулхам Афанди Мод Захид, Афиза Айоб, Кайруниса Мухамад (Малайзия)

Цель

Целью настоящего исследования является изучение влияния ремонта поврежденного пожаром бетона высокопрочным строительным раствором (ВСП) на прочность при изгибе.

Проект / методология / подход

В данном исследовании использовались железобетонные балки размерами 100 мм × 100 мм × 500 мм. Балки нагревали до 400 °С и накладывали либо ВСП, либо высокопрочный армированный волокном строительный раствор (ВАВСП) для измерения эффективности ремонтного материала. Затем проверялась изгибная прочность отремонтированных балок из различных материалов. Другая группа балок также была отремонтирована и испытана по той же методике, но нагревалась при более высокой температуре 600 °С.

Результаты исследований

Ремонт поврежденных огнем образцов при температуре 400 °С с использованием ВСП восстановил 72 % от их первоначальной изгибной прочности, 100,8 % от их первоначальной ударной вязкости и 56,9 % от их первоначальной упругой жесткости. Ремонт поврежденных огнем образцов при температуре 400 °С с использованием ВАВСП восстановил 113,5 % от их первоначальной изгибной прочности, 113 % от их первоначальной ударной вязкости и 85,1 % от их первоначальной упругой жесткости. При ремонте образцов, поврежденных огнем при температуре 600 °С, с использованием ВСП, было восстановлено 18,7 % от их первоначальной изгибной прочности, 25,9 % от их первоначальной мощности пиковой нагрузки, 26,1 % от их первоначальной ударной вязкости и 22 % от их первоначальной упругой жесткости. Ремонт поврежденных огнем образцов при температуре 600 °С с использованием ВАВСП восстановил 68,4 % от их первоначальной изгибной прочности, 96,5 % от их первоначальной мощности пиковой нагрузки, 71,2 % от их первоначальной ударной вязкости и 52,2 % от их первоначальной упругой жесткости.

Исследовательские ограничения / последствия

Данное исследование ограничено размером печи. Длина образца и габаритные размеры балки не превышают 500 мм. Этот размер не используется в реальной конструкции, следовательно, может наблюдаться преувеличение разрушающего воздействия нагрева на железобетонную балку.

Практические последствия

Данное исследование может способствовать более глубокому изучению использования ВСП в качестве ремонтного материала для поврежденного пожаром бетона. Это приведет к его применению на практике и будет являться решением для ремонта поврежденной пожаром конструкции.

Социальные последствия

Цель данного исследования использования ВСП, который легко наносится, состоит в том, что облегчается его применение и повышается качество ремонта поврежденной конструкции.

Оригинальность / ценность

Существует недостаток исследований по использованию ВСП в качестве ремонт-

ного материала для поврежденного пожаром бетона. Некоторые исследования проводились с использованием раствора с меньшей прочностью по сравнению с данным исследованием.

Ключевые слова: *изгибная прочность, ремонт, армированный волокном, поврежденный пожаром бетон, высокопрочный строительный раствор*

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЦЕЛОСТНОСТЬ ДВЕРЕЙ КОРПУСА ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ В УСЛОВИЯХ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО КЛАССУ ОГНЕСТОЙКОСТИ А0

Прабхакар Сатуйода, Пол Арнелл, Эндрю Дэнс (Великобритания)

Цель

Поскольку противопожарные двери являются пассивными противопожарными элементами, их сертификация осуществляется посредством стандартных огневых испытаний. Обычной практикой является проведение стандартных огневых испытаний на изделиях, требующих пожарной сертификации. Однако некоторые двери корпуса газовой турбины слишком велики для опытов на испытательном объекте, и поэтому испытание на огнестойкость практически невозможно. Целью данной работы является разработка надежной конечноэлементной модели, валидация модели с использованием результатов испытаний образцов дверей и распространение метода на фактические двери корпуса газовой турбины для обеспечения пожарной сертификации.

Проект / методология / подход

Во-первых, было проведено стандартное испытание на огнестойкость испытательного образца двери корпуса. Во-вторых, была построена и настроена модель анализа конечных элементов в соответствии со стандартными отклонениями при огневых испытаниях, и, наконец, тот же метод моделирования был расширен, чтобы смоделировать фактические двери корпуса газовой турбины для проверки результатов пожарной сертификации.

Результаты исследований

Для анализа результатов был предложен такой метод постобработки, как Гар-анализ. Было сочтено целесообразным проверить зазоры, необходимые для сертификации на пожароопасность по классу А0 в соответствии с Кодексом процедур испытания на огнестойкость, а также проверить механическую целостность обшивки рамы двери корпуса.

Оригинальность / ценность

Методика, описанная в данной работе, может быть использована в качестве вспомогательной информации наряду с результатами испытаний образцов для сертификации дверей по классу огнестойкости А0 в соответствии с резолюцией Международной морской организации MSC.307 (88) (Приложение 1: Часть 3).

Ключевые слова: *метод конечных элементов, категория А0, двери корпуса газовой турбины, механическая целостность, стандартные огневые испытания*

ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ НАНОКРЕМНЕЗЕМИСТОГО БЕТОНА (НКБ) ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

Хала Мохамед Эллади, Ахмед М. Ясиен, Мохамед С. Элфеки, Мохамед Е. Сераг (Египет)

Цель

Целью данной работы является изучение влияния косвенной повышенной температуры на механические характеристики нанокремнеземистого бетона (НКБ).

Исследовано влияние как на прочность при сжатии, так и на прочность соединения. Проанализирована пред- и постэкспозиция в диапазоне высокой температуры от 200 до 600 °С. Тестируется нанокремнезем (НК) трех видов процентного содержания в бетонных смесях: 1,5, 3 и 4,5 %.

Проект / методология / подход

Предэкспозиционные механические испытания (нормальные условия – комнатная температура) с использованием 3 % НК в бетонной смеси привели к наибольшему увеличению как прочности на сжатие, так и прочности сцепления (43 % и 38,5 % соответственно) по сравнению с контрольной смесью без НК (по результатам 28-дневных испытаний). Стоит отметить, что добавление НК в бетонные смеси не оказывает существенного влияния на повышение их прочности в раннем возрасте (менее 3 суток). Кроме того, испытания на проницаемость проводятся на НКБ с различными соотношениями НК. НК улучшил проницаемость бетона у всех протестированных процентных содержаний НК. Максимальное снижение сопровождается максимальным используемым процентным содержанием (4,5 % НК в смеси НКБ), уменьшающим проницаемость до половины величины бетонной смеси без НК. Что касается механических испытаний после воздействия повышенной температуры, то НКБ с 1,5 % содержанием НК показал наименьшую потерю прочности вследствие косвенного теплового воздействия 600 °С; остаточная прочность на сжатие и прочность сцепления составляют 73 % и 35 % соответственно.

Результаты исследований

Метод диспергирования НК играет ключевую роль в механических характеристиках, отличительных для НКБ, у НКБ, имеющего более низкий процент содержания НК. НК значительно улучшил прочность сцепления. НК имеет исключительное влияние на устойчивость к повышенной температуре. Прочность сцепления НКБ, подвергнутого воздействию повышенных температур, ухудшалась быстрее, чем его прочность на сжатие.

Исследовательские ограничения / последствия

Для НКБ необходимо исследовать специальный коэффициент масштабирования.

Оригинальность / ценность

Несмотря на то, что большое внимание уделяется оценке преимуществ использования наноматериалов в строительном бетоне, в данной работе представлен один из первых результатов теплового воздействия на бетонные смеси с НК в качестве частичной замены цемента.

Ключевые слова: *повышенная температура, прочность на сжатие, прочность сцепления, нанокремнеземистый бетон*

ЛИНЕЙНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕХМЕРНОЙ МНОГОЭТАЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ СО СТАЛЬНЫМ КАРКАСОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Партасарати Н., Сатьянараянан К.С., Тамиларау В., Пракаш М. (Индия)

Цель

Целью данного исследования является прогрессивный характер разрушения в зданиях. Он возникает вследствие удаления/повреждения колонны пожаром, взрывом или ударом транспортного средства.

Проект / методология / подход

В настоящем исследовании изучается сравнительное поведение трехмерного четырехэтажного стального каркаса для сопротивления изгибающему моменту

с использованием ABAQUS для прогнозирования чувствительности конструкции при прогрессирующем разрушении из-за нагрузки во время пожара. Колонны с худшими свойствами материала и пределом текучести подвергали воздействию различной температуры на разных уровнях. В соответствии с рекомендациями Управления служб общего назначения была принята комбинация нагрузок прогрессирующего обрушения. Угловые, средние, промежуточные, многоугольные и многоугольные промежуточные колонны подвергались нагрузке во время пожара отдельно.

Результаты исследований

Были получены и обсуждены показатели смещения, напряжения, силы сдвига и осевой силы.

Оригинальность / ценность

Исследование включает в себя линейный анализ поведения стального каркаса при различных температуры. Воздействие температуры на конструкции было зафиксировано в различных условиях пожара.

Ключевые слова: *сдвиг, рекомендации Управления служб общего назначения, линейный анализ*

Материал подготовили:

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