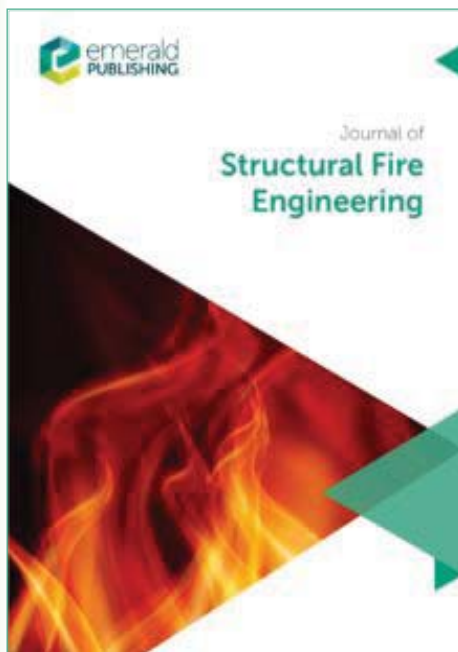


Реферативный обзор зарубежных изданий (Journal of Structural Fire Engineering, Vol. 11, Issue 2, 2020)

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА



1. Франсуа Анюс, Никола Келле, Сильвен Геллар, Оливье Вассар
Коэффициенты снижения прочности для марок стали с S355 по S500 при нагреве в устойчивом состоянии и нагреве в переходном состоянии
2. Хитеш Лахани, Ян Хофманн
Влияние растрескивания на прогнозируемые температурные градиенты и несущую способность при изгибе: численная модель
3. Андрей Кервалишвили, Ивар Тальвик
Метод расчета на основе надежности при изгибе стальных колонн во время пожара
4. Ола Бакр Шалби, Хала Мохаммед Элькади, Эльсаид Абдель Рауф Наср, Мохаммед Кохайль
Оценка механической устойчивости и огнестойкости гибридных наноглинистых и стальных фибробетонов при различном возрасте отверждения
5. Фариз Асуан Ахмад Закван, Рукайя Исмаил, Ренга Рао Кришнамурти, Азми Ибрагим
Прогнозируемое развитие температуры защищенной ячеистой стальной балки (CSB) при воздействии огня
6. Гасем Пачидех, Маджид Голхаки
Оценка послетеплового поведения цементного раствора, содержащего кремнеземистый дым и гранулированный доменный шлак
7. Вирендра Кумар, Амит Кумар, Брадджишор Прасад
Воздействие повышенной температуры на щелочно-активированный измельченный гранулированный доменный шлакобетон

КОЭФФИЦИЕНТЫ СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ МАРОК СТАЛИ С S355 ПО S500 ПРИ НАГРЕВЕ В УСТОЙЧИВОМ СОСТОЯНИИ И НАГРЕВЕ В ПЕРЕХОДНОМ СОСТОЯНИИ

Франсуа Анюс, Никола Келле, Сильвен Геллар, Оливье Вассар (Люксембург)

Цель

Целью данной работы является описание испытаний пробных образцов, проведенных при повышенных температурах на марках стали с S355 по S500, а также сравнение результатов испытаний с предыдущими исследованиями и действующим стандартом EN 1993-1-2. Необходимо определить, удовлетворяют ли эти марки стали действующим стандартам, и может ли сфера применения этих стандартов быть расширена для применения для марок стали до S500.

Проект / методология / подход

Были запущены две экспериментальные программы для изучения поведения марок стали S460M и S500M, разработанных для горячекатаного проката. Первая исследовательская программа была сосредоточена на сравнении марок стали S355 и S460, в то время как вторая экспериментальная программа была сосредоточена на недавно разработанной марке стали S500M. Последняя программа состояла из испытаний в устойчивом состоянии, испытаний в переходном состоянии, а также двух крупномасштабных испытаний балок на изгиб.

Результаты исследований

Результаты испытаний в устойчивом и переходном состоянии хорошо коррелируют с коэффициентами восстановления, определенными в стандарте EN 1993-

1-2, которые в настоящее время ограничены классом стали S460. На основе этого исследования область применения стандарта EN 1993-1-2 распространяется на марки стали S500. Для испытаний в устойчивом состоянии процедура испытаний (с ускорением и без него после Rp0,2) привела к заметным различиям. Испытания в переходном состоянии, которые до сих пор не стандартизированы, проводились с учетом постоянных скоростей нагрева 5 К/мин и 10 К/мин. Самая медленная скорость приводит к снижению прочности, так как эффекты ползучести более существенны. Однако все результаты соответствуют действующему стандарту EN 1993-1-2. Большое значение следует придавать эталонному пределу текучести стали при температуре окружающей среды.

Оригинальность / ценность

Пересмотр стандарта EN 1993-1-2 продолжается, и данная работа вносит свой вклад в расширение сферы применения действующего стандарта, касающегося стали в условиях пожара.

Ключевые слова: *прочность на растяжение, высокопрочная сталь, испытания в устойчивом состоянии, испытания в переходном состоянии*

ВЛИЯНИЕ РАСТРЕСКИВАНИЯ НА ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ГРАДИЕНТЫ И НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ПРИ ИЗГИБЕ: ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ

Хитеш Лахани, Ян Хофманн (Германия)

Цель

Цель статьи – представить усовершенствованный двухмерный переходный анализ теплопередачи, способный учитывать эффект растрескивания с точки зрения количества, местоположения и продолжительности. Модель учитывает смещающиеся тепловые граничные условия в соответствии с изменяющимся поперечным сечением элемента. Рассмотренная численная модель дает инструмент для количественной оценки влияния растрескивания на несущую способность при изгибе железобетонных балок.

Проект / методология / подход

Обсуждается реализация представленной численной модели с помощью разработанного кода, а также ее утверждение. Тепловая подпрограмма была последовательно соединена с механической подпрограммой (секционный анализ) для вычисления изменения момента несущей нагрузки сечения во время воздействия.

Результаты исследований

Температуры, спрогнозированные с учетом растрескивания, хорошо согласуются с результатами экспериментов, представленными в научных источниках. Представленные результаты также подчеркивают важность учета продолжительности растрескивания. Результаты показывают, что растрескивание в зоне сжатия также влияет на огнестойкость простых двухопорных балок.

Исследовательские ограничения / последствия

Следует признать, что с помощью модели не прогнозируется растрескивание, а она разрабатывается как инструмент для изучения эффекта растрескивания. В качестве входных данных о растрескивании используется информация о его местоположении, количестве и продолжительности.

Оригинальность / ценность

В работе количественно представлено влияние растрескивания на прогнозируемое изменение температуры по поперечному сечению балки, а также момент несущей нагрузки.

Ключевые слова: *растрескивание, изгибаемые элементы, движущиеся ВС, анализ нестационарного теплообмена*

МЕТОД РАСЧЕТА НА ОСНОВЕ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ СТАЛЬНЫХ КОЛОНН ВО ВРЕМЯ ПОЖАРА

Андрей Кервалишвили, Ивар Тальвик (Эстония)

Цель

Целью данной работы является анализ надежности аксиально нагруженных стальных колонн при повышенных температурах с учетом вероятностных особенностей пожара.

Проект / методология / подход

Функция отклика, используемая при анализе надежности, основана на нелинейных расчетах методом конечных элементов (МКЭ). Стохастическая изменчивость температуры интегрирована с процедурой, аналогичной параметрам нагрузки и свойствам материала. Для вероятностного анализа реализовано прямое моделирование методом Монте-Карло. Вычислительные затраты снижаются благодаря полиномиальной аппроксимации функции отклика колонны.

Результаты исследований

Предложен метод проектирования для практического применения в едином формате Еврокода, который может быть использован для оценки вероятности разрушения стальной колонны в условиях пожара. При применении стандартных критериев надежности данных о степени изгиба стальной колонны при пожаре в соответствии с предложенной методикой отклоняются от итоговых данных, изложенных в стандарте Еврокод в определенных диапазонах параметров. результаты исследования либо критерии?

Оригинальность / ценность

Предложенный метод проектных расчетов использует преимущества результатов моделирования методом Монте-Карло, при этом для конечного пользователя отпадает необходимость производить большое количество вычислений, так как заранее заданные коэффициенты реализуются в рамках процедуры формата Еврокод. Данный метод позволяет лучше дифференцировать вероятность пожара при оценке мощности по сравнению с существующими расчетными методами.

Ключевые слова: *надежность, колонна, крепление, сталь, пожар, Еврокод*

ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ОГНЕСТОЙКОСТИ ГИБРИДНЫХ НАНОГЛИНИСТЫХ И СТАЛЬНЫХ ФИБРОБЕТОНОВ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ВОЗРАСТЕ ОТВЕРЖДЕНИЯ

Ола Бакр Шалби, Хала Мохаммед Элькади, Эльсаид Абдель Рауф Наср, Мохаммед Кохайль (Египет)

Цель

Наноглина (НГ) считается частичной заменой цемента из-за ее распространен-

ности и относительно низкой стоимости – помимо того, известна ее способность о ее способности активировать различные свойства бетона. С другой стороны, доказано, что стальные волокна (СВ) положительно влияют на остаточную прочность бетона после воздействия огня. Цель данной работы – представить результаты комплексной исследовательской программы по оценке гибридной смеси НГ и СВ в бетонных смесях (NCSF-CRETE).

Проект / методология / подход

Описание физико-химических и физических характеристик НГ осуществляется с использованием различных инструментов: рентгеновский спектрометр и ПЭМ-микрограф. Исследованы свойства свежего бетона NCSF-CRETE, такие как просадка и содержание воздуха. Повышение проницаемости с помощью НГ и СВ проверяется путем сравнения устойчивости такого бетона к проникновению хлоридов по сравнению с обычной бетонной смесью. Кроме того, предлагаемая прочность на сжатие NCSF-CRETE оценивается по сравнению со смесями с НГ и СВ, каждая из которых используется отдельно при разном возрасте отверждения. Кроме того, НГ и СВ и сравниваемые смеси подвергаются программе испытаний непрямого воздействия огня – двухчасовому воздействию – при температуре 300, 450 и 600 °С. Было исследовано ухудшение прочности при сжатии после воздействия различных температур и представлен процент остаточной прочности.

Результаты исследований

Результаты показали улучшение эксплуатационных характеристик NCSF-CRETE по прочности на сжатие примерно на 40 % по сравнению с обычным бетоном при нормальных условиях. Данное улучшение распространялось и на поведение смеси при непрямом воздействии огня. Смесь НГ и СВ также сохраняла прочность, на 40 % большую, в сравнении с остаточной прочностью обычной бетонной смеси – которая была серьезно повреждена – после 2-часового воздействия 600 °С.

Оригинальность / ценность

Использование NCSF-CRETE позволяет восстановить конструкцию после интенсивного воздействия различных факторов.

Ключевые слов: *прочность на сжатие, проницаемость, бетон, огнестойкость, стальные волокна, метакаолин, устойчивость, цемент, нанометакаолин, содержание воздуха, просадка*

ПРОГНОЗИРУЕМОЕ РАЗВИТИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАЩИЩЕННОЙ ЯЧЕИСТОЙ СТАЛЬНОЙ БАЛКИ (CSB) ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОГНЯ

Фариз Асуан Ахмад Закван, Рукайя Исмаил, Ренга Рао Кришнамурти, Азми Ибрагим (Малайзия)

Цель

Целью данной работы является исследование прогнозируемого температурного поведения защищенной ячеистой стальной балки (CSB) с круглыми отверстиями при повышенной температуре с помощью метода конечных элементов.

Проект / методология / подход

Было проанализировано развитие температуры вдоль поверхности CSB, после чего результаты анализа были использованы для параметрического исследования. Кроме того, в данной работе исследуются новые сферы применения вспучи-

вающихся покрытий различной толщины, покрывающих всю CSB, для снижения температурного проявления по сечению балки.

Результаты исследований

Из результатов моделирования видно, что вспучивающееся покрытие оказывает значительное влияние на снижение температурного проявления по сечению CSB. Более толстое вспучивающееся покрытие способствует большему снижению температуры в нижней части таврового профиля, чем в верхней.

Оригинальность / ценность

Использование строительных CSB приобрело популярность среди инженеров и архитекторов. Этот тип балки обеспечивает удобство обслуживания воздуховодов и труб, проходящих через основную секцию стальной перемычки под системой напольного покрытия, тем самым предоставляя проектировщикам большую высоту помещения. Тем не менее, в любом здании из конструкционной стали создается рискованная ситуация для CSB при воздействии случайного пожара. Чтобы смягчить и уменьшить риск воздействия огня, который может угрожать прочности и жесткости CSB, предлагается пассивная противопожарная защита. Одним из распространенных пассивных огнезащитных материалов, применяемых для сечения стальной балки, является вспучивающееся покрытие. Вспучивающееся покрытие на сегодняшний день – самое дешевое решение для защиты CSB по сравнению с другими пассивными системами противопожарной защиты. Вспучивающееся покрытие может поглощать некоторую часть теплового воздействия, что впоследствии приводит к меньшему температурному проявлению по секции CSB.

Ключевые слова: *конечный элемент, огонь, повышенная температура, вспучивающееся покрытие, ячеистая стальная балка (CSB), подход, основанный на производительности*

ОЦЕНКА ПОСЛЕТЕПЛОГО ПОВЕДЕНИЯ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА, СОДЕРЖАЩЕГО КРЕМНЕЗЕМИСТЫЙ ДЫМ И ГРАНУЛИРОВАННЫЙ ДОМЕННЫЙ ШЛАК

Гасем Пачидех, Маджид Голхаки (Иран)

Цель

Принимая во внимание проведенные ранее исследования, а также отсутствие исследований послетеплового поведения цементных растворов, содержащих пуццолановые материалы, целью настоящей работы является изучение послетепловых механических характеристик (а именно, прочности на сжатие, растяжение и изгиб) цементных растворов, содержащих гранулированный доменный шлак (ГДШ) и кремнеземистый дым (КД). При этом выбранные температуры включают 25, 100, 250, 500, 700 и 900 °C. В заключение был проведен рентгеноструктурный тест для изучения микроструктуры смесей и результаты были представлены в виде степенных математических соотношений.

Проект / методология / подход

Всего для проведения испытаний на изгиб, сжатие и растяжение было изготовлено 378 образцов. В это число входят кубические и призматические образцы размерами 5 × 5 × 5 см и 16 × 4 × 4 см соответственно для проведения испытаний на прочность при сжатии и изгибе, а также образец в виде восьмерки, используемый для испытания на прочность при растяжении, в котором цемент был

заменен на КД и ГДШ в количестве 7, 14 и 21 %. Данные образцы были нагреты для изучения влияния на них температуры. Образцы нагревали со скоростью 5 °С/мин и подвергали воздействию температур 25 (обычная температура), 100, 250, 500, 700 и 900 °С.

Результаты исследований

Исходя из полученных результатов, более основательный эффект от использования ГДШ и КД, соответственно, обнаруживается при низких (до 250 °С) и высоких (500 °С и более) температурах. В количественном отношении прочность при сжатии, растяжении и изгибе была увеличена до 73 и 180 %, 45 и 100 %, 106 и 112 % при низких и высоких температурах соответственно. Кроме того, при повышении температуры частицы образцов, содержащих КД и ГДШ, уменьшаются в размерах по сравнению с эталонным образцом.

Оригинальность / ценность

Образцы были отверждены согласно ASTM C192 после 28-дневного помещения в водный бассейн. Сначала в соответствии с тем, что было предусмотрено рецептурой смеси, был приготовлен раствор, включающий пуццолановые материалы и суперпластификатор. Затем была проведена процедура отбора проб на кубических образцах размером 5 × 5 × 5 мм для испытания на прочность при сжатии, призматических образцах размером 16 × 4 × 4 мм для испытания на прочность при изгибе. И, наконец, были испытаны образцы в виде восьмерки для проведения испытаний на прочность при растяжении (для каждой температуры и каждого испытания было построено по три образца).

Ключевые слова: *цементный раствор, кремнеземный дым, гранулированный доменный шлак, тепло, рентгеновский анализ*

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЩЕЛОЧНО-АКТИВИРОВАННЫЙ ИЗМЕЛЬЧЕННЫЙ ГРАНУЛИРОВАННЫЙ ДОМЕННЫЙ ШЛАКОБЕТОН

Вирендра Кумар, Амит Кумар, Брадджишор Прасад (Индия)

Цель

Цель настоящей работы – представить экспериментальное исследование характеристик щелочно-активированного шлакового (ЩАШ) бетона и шлакопортландцемента (ШПЦ) при воздействии повышенной температуры. В настоящем исследовании щелочно-активированное связующее вещество содержит 85 % измельченного гранулированного доменного шлака (ИГДШ) и 15 % порошка, смешанных в качестве химических активаторов.

Проект / методология / подход

Для этой цели из разработанной смеси бетона были отлиты куб, цилиндр и призма стандартных размеров. Образцы ЩАШ бетона подвергались как отверждению в воде, так и отверждению на воздухе. После достижения зрелости в течение 28 дней образцы сначала подвергались воздействию различных повышенных температур, а именно 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 и 800 °С. Позже для данных образцов были проведены испытания с целью определения изменения веса и остаточной прочности бетона.

Результаты исследований

После воздействия температуры 500 °С у ЩАШ бетона наблюдалась значительная потеря прочности. Было оценено, что эксплуатационные характеристики ЩАШ бетона при повышенной температуре были лучше, чем у ШПЦ.

Исследовательские ограничения/последствия

В рамках настоящей исследовательской работы проведен эксперимент и получены результаты.

Практические последствия

Авторы попытались разработать новый тип связующего вещества, используя отходы сталелитейной промышленности, а затем испытали его при повышенной температуре для применения при высоких температурах.

Социальные последствия

Это исследование может иметь социальный эффект при разработке проекта массового жилищного строительства с более низкой стоимостью, чем при использовании обычного связующего, то есть цемента.

Оригинальность / ценность

Разрабатывается новый тип связующего материала.

Ключевые слова: щелочно-активированный шлак, шлакопортландцемент, повышенная температура, отверждение

Материал подготовили:

Ю.В. МЕЛЬНИКОВА, науч. сотр.;

Н.В. САЙГИНА, науч. сотр.;

Е.О. СМИРНОВА, науч. сотр.;

А.И. МИРОНОВА, науч. сотр.

(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)