

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора

Демьянова Алексея Ивановича

на диссертационную работу **Кхона Кхемарака** на тему:

**«ДЕФОРМАЦИИ И ПРОЧНОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ
ВЫСОКОПРОЧНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ПРИ НЕСОВПАДЕНИИ
ПЛОСКОСТЕЙ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПЕРЕПАДА И НАГРУЖЕНИЯ»**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения

Официальному оппоненту для подготовки отзыва были представлены: диссертация на 152 страницах машинописного текста, включающая введение, четыре главы с основными выводами, список использованной литературы из 133 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, 50 иллюстраций в виде таблиц и рисунков, акт о внедрении, автореферат диссертации на 25 страницах, копии 9 статей соискателя, опубликованных им в соавторстве, в том числе в рецензируемых изданиях.

На основании рассмотрения предоставленных материалов формулируется заключение о том, что диссертация Кхона Кхемарака на тему: **«Деформации и прочность изгибаемых элементов из высокопрочного железобетона при несовпадении плоскостей температурного перепада и нагружения»** содержит признаки научно-квалификационной работы, соответствующие паспорту научной специальности «2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения» и относится к пункту 3: «Развитие теории и методов оценки напряженного состояния, живучести, риска, надежности, остаточного ресурса и сроков службы строительных конструкций, зданий и сооружений, в том числе при чрезвычайных ситуациях, особых и запроектных воздействиях, обоснование критериев приемлемого уровня безопасности».

Актуальность избранной темы

Рецензируемая диссертация направлена на решение важной задачи разработки научно обоснованной методики расчета изгибаемых железобетонных элементов из конструкционного ВПБ с учетом режимов воздействий температурных перепадов и возрастающих изгибающих моментов в несовпадающих плоскостях. Для большинства конструкций зданий, подвергающихся температурным воздействиям, характерно

несовпадение плоскостей температурного перепада и нагружения. В действующем СП 27.13330.2017 представлена методика расчета железобетонных элементов прямоугольного и таврового поперечных сечений для случаев температурных перепадов в вертикальной или горизонтальной плоскостях без конкретных рекомендаций по расчету для случаев, когда плоскость теплового потока не совпадает с главными осями сечения расчетных элементов. Именно такой случай обуславливает сложную форму неоднородности свойств бетона в плоскости расчетного сечения и сложную форму изгиба – косой изгиб. Кроме того, в СП 27.13330.2017 представлены характеристики свойств конструкционных бетонов классов по прочности на сжатие до В60. Это является сдерживающим фактором для применения в практике строительства современных высокопрочных модифицированных бетонов нового поколения более высоких классов прочности. Именно такие бетоны могут быть наиболее эффективными для возведения высотных зданий и сооружений башенного типа, в том числе подвергающихся температурным воздействиям.

Поэтому рассматриваемая диссертационная работа, посвященная разработке практического инженерного метода расчета железобетонных изгибаемых элементов при сложных режимах силовых и температурных воздействий на основе специально проведенных экспериментальных и теоретических исследований, представляется весьма актуальной.

Анализ и оценка содержания диссертации

Во введении изложены актуальность темы исследования, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, методы исследования, научная новизна и практическая значимость результатов работы, изложены положения, выносимые на защиту, дано обоснование достоверности результатов работы, представлены сведения об апробации работы.

В первой главе представлен достаточно полный обзор экспериментальных и теоретических исследований зависимости характеристик физико-механических свойств обычных и высокопрочных бетонов от температуры и продолжительности нагрева, от предыстории нагрева и нагружения, деформаций ползучести бетонов в зависимости от температуры нагрева и уровня длительного обжата. Представлен анализ исследований характеристик НДС изгибаемых элементов железобетонных

конструкций из обычного и высокопрочного бетона в условиях нормальной и воздействий повышенных температур. Особо отмечено, что нагрев к конструкциям прикладывается в форме температурных перепадов, что приводит к формированию неоднородности механических и реологических свойств в плоскости расчетных сечений конструкций, а в статически неопределимых конструкциях – к возникновению температурных усилий. Указано, что в более сложных случаях, при несовпадении направлений теплового потока с главными осями сечений элементов в статически неопределимых конструкциях возникает сложная форма изгиба – косой изгиб. Отмечено также, что в действующем СП 27.13330.2018 нет четких рекомендаций по практическим методам расчета железобетонных элементов, косой изгиб которых обусловлен приобретенной при сложных режимах нагрева неоднородностью свойств бетона и арматуры. Подробно рассмотрены методы расчета изгибаемых элементов при действии температурных перепадов, построенные на основе нелинейной деформационной модели, дан анализ их достоинств и недостатков, определены направления исследований.

Во второй главе диссертации представлены состав исследуемого высокопрочного модифицированного бетона и описание конструкций опытных образцов, основных, в виде железобетонных балок, и дополнительных образцов в виде кубов и призм. Дано описание методик проведения экспериментальных исследований характеристик свойств высокопрочного бетона и характеристик напряженно-деформированного состояния (НДС) статически неопределимых железобетонных элементов балочного типа. Указаны точность измерения исследуемых величин, методы обработки результатов.

Отмечается, что размеры опытных образцов-призм, равные 100*100*400мм, принятые меньшими в сравнении со стандартными призмами размерами 150*150*600мм, применяемыми для определения характеристик свойств бетонов.

Отмечаются также достаточно крупные размеры опытных образцов-балок, что позволяет создавать значительные температурные перепады и моделировать тем самым неоднородность деформационных и прочностных свойств бетона в конструкциях, близкую к характеристикам в конструкциях реальных размеров.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований влияния кратковременного и длительного нагрева на температурные деформации высокопрочного модифицированного бетона, на

его прочность и деформации при кратковременном и длительном осевом сжатии, а также данные о влиянии длительного предварительного обжата уровнями $\eta_l = \sigma_l / R_b = 0,3$ в условиях нагрева на прочность и деформации бетона при последующем догружении сжатием. Отмечается, что автором выполнено изучение влияния на характеристики свойств высокопрочного бетона ранее недостаточно исследованного диапазона температур от 20° до +90°С. Подтверждена возможность применения с достаточной точностью для исследованного диапазона температур ранее разработанных методик расчета температурно-усадочных деформаций и ползучести бетона. Получены данные, подтверждающие положительное влияние на прочность бетона длительного предварительного обжата до $\eta_l = 0,3$ в условиях нагрева до +90°С.

Результаты экспериментальных исследований явились основой для включения полученных данных в нелинейную деформационную модель железобетона по программе теоретических исследований, представленной в главе 4.

В четвертой главе диссертации приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований влияния кратковременного и длительного одно- и двустороннего нагрева и возрастающего нагружения на характеристики НДС изгибаемых железобетонных элементов из высокопрочного бетона с учетом неоднородности характеристик прочностных и деформационных свойств бетона и арматуры в направлениях температурных перепадов.

В экспериментальных исследованиях реализованы 2 этапа нагружения, позволившие отдельно решить задачи оценки влияния различных режимов неравномерного нагрева и возрастающего нагружения на характеристики НДС железобетонных конструкций балочного типа. Закономерности изменения температурных моментов применительно к неравномерно нагретым статически неопределимым конструкциям установлены с применением достаточно известного в термоупругости метода устранения температурных деформаций.

В теоретической части исследований на основе применения соотношений нелинейной деформационной модели железобетона определены основные характеристики напряжений и деформаций в сжатых и растянутых частях бетонных сечений и в стержнях арматуры на различных этапах

температурных и силовых нагрузений, включая предельные, соответствующие разрушению.

На основе обобщения результатов экспериментальных и теоретических исследований разработаны предложения по уточнению методик СП 27.13330.2017 в части расчетов деформаций и прочности изгибаемых элементов из высокопрочного железобетона для сложных режимов неравномерного нагрева и нагружения в несовпадающих плоскостях.

Сопоставление расчетных характеристик НДС косоизгибаемых железобетонных элементов из высокопрочного бетона в условиях воздействий температурных перепадов и нагружения в несовпадающих плоскостях по предложенной автором методике с опытными значениями свидетельствует о достаточно близкой оценке расчетом несущей способности конструкций, что позволяет рекомендовать ее для применения в практических расчетах.

В заключении представлены выводы по диссертации, которые отражают основные результаты выполненных исследований, подтверждают достижение поставленной цели и решение соответствующих задач.

Оценка степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений. Представленный диссертантом аналитический обзор экспериментально-теоретических исследований отечественных и зарубежных специалистов позволил обоснованно выбрать направление исследований, сформулировать цель и задачи диссертационной работы.

Для решения поставленных задач принят комплексный метод, включающий экспериментальные и теоретические исследования по стандартным методикам, с использованием специально разработанного экспериментального оборудования, а также развиваемой применительно к железобетонным конструкциям балочного типа нелинейной деформационной модели железобетона. Полученные автором результаты экспериментальных и теоретических исследований явились основой для решения практически важной задачи – разработки инженерной методики расчета конструкций исследуемого типа.

Основные результаты исследований достаточно полно опубликованы в 9 научных статьях, в том числе включенных в базы ВАК – 1 публикация,

SCOPUS – 5 публикаций, в базу РИНЦ – 3 публикации. Результаты работы прошли апробацию в обсуждениях на 6 научных конференциях.

Достоверность представленных в диссертации основных результатов и выводов подтверждается данными, полученными в экспериментальной части с применением стандартных методов испытаний, с использованием метрологически аттестованного лабораторного оборудования и поверенных приборов, а в теоретической части – с применением нелинейной деформационной модели железобетона, соотношения которой построены на основе общепринятых гипотез и допущений, что подтверждается удовлетворительным соответствием результатам экспериментальных исследований. Результаты диссертационного исследования рекомендованы к внедрению в учебный процесс.

Новизна научных результатов

Представленные в работе результаты в полной мере отвечают признакам научной новизны так как содержат:

- новые экспериментальные данные и установленные на их основе закономерности влияния на характеристики деформационных и прочностных свойств высокопрочного бетона характерных временных режимов нагружения и нагрева в недостаточно изученном диапазоне воздействий повышенных температур до +90°C;

- полученные экспериментально и теоретически данные о влиянии на характеристики напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов балочного типа более общих случаев воздействий температурных перепадов и нагружений в несовпадающих плоскостях, недостаточно изученных к настоящему времени и не представленных в действующих нормах проектирования.

Практическая значимость работы заключается в разработке научно обоснованной методики расчета деформаций и прочности железобетонных элементов балочного типа для более общих расчетных случаев несовпадения плоскостей температурных перепадов и силового нагружения.

Обоснованность выводов и рекомендаций

Выводы, представленные в заключении, отражают основные результаты выполненных исследований, логически вытекают из содержания диссертации

и подтверждают достижение поставленной цели и решение поставленных в диссертации задач. Рекомендации по развитию методики расчета железобетонных элементов конструкций основаны на обобщении результатов экспериментальных и теоретических исследований автора и подтверждены их достаточно близким соответствием.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Материалы диссертации содержат обстоятельный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований отечественных и зарубежных авторов в части деформаций и прочности железобетонных элементов конструкций, подвергающихся силовым и температурным воздействиям, в том числе при сложных видах деформаций, а также результаты экспериментальных и теоретических исследований автора диссертации в части процессов деформирования и разрушения железобетонных элементов-балок при различных программах воздействий температурных перепадов и возрастающих изгибающих моментов в несовпадающих плоскостях. Результаты исследований автора представлены в виде рекомендаций для включения в СП 27.13330.2017 в части характеристик температурно-усадочных деформаций, деформаций ползучести, деформационных характеристик и прочности высокопрочного бетона исследованного состава в диапазоне температур до $+90^{\circ}\text{C}$, а также в части рекомендаций по определению температурных усилий и деформаций железобетонных элементов балочного типа при несовпадении плоскостей температурного перепада и нагружения.

Замечания по тексту диссертации

1. В тексте диссертации нет обоснования принятого в исследованиях диапазона воздействий на конструкции температур от 20° до $+90^{\circ}\text{C}$.
2. Автором рассмотрены задачи, связанные с применением нелинейной деформационной модели для режимов кратковременного и длительного неравномерного нагрева конструкции. Из текста диссертации не ясно, позволяет ли расчетная модель выполнять расчеты для этапов остывания конструкций после длительного нагрева?
3. Из текста диссертации не ясно, каков принят вид диаграммы деформирования высокопрочного бетона в примененной нелинейной деформационной модели?

4. В работе, в задачах моделирования НДС конструкции, при переходе от этапов длительного нагрева к этапам нагружения изгибающим моментом происходит зажатие части участков бетона, ранее исключенных из работы по причине пересечения трещиной. В тексте диссертации не совсем ясно изложено, каким образом осуществлялось повторное включение в работу на сжатие участков бетона после их разрыва на предшествующих этапах.

5. В расчетах железобетонных изгибаемых элементов важным является корректное моделирование работы железобетона с трещинами в растянутой зоне. Из текста диссертации не совсем ясно, насколько корректно применение модели В.И. Мурашева для расчета косоизгибаемых элементов.

6. Деформации и напряжения в арматурных стержнях балок определялись дополнительным расчетом по экспериментально измеренным деформациям слоев бетона и в предположении совместности деформирования бетона и арматуры при соблюдении закона плоских сечений. Желательно было бы измерять деформации арматурных стержней непосредственно в процессе испытаний.

Заключение

Текст диссертации написан лаконично и, в целом, технически грамотно. Отмеченные замечания не носят принципиального характера, не снижают ценности полученных автором результатов и не влияют на общую оценку диссертационной работы. Диссертация выполнена на достаточно высоком научном уровне, представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой содержатся решение задачи определения характеристик НДС изгибаемых железобетонных элементов конструкций при сложных режимах силовых и температурных воздействий, методика расчета деформаций и прочности таких конструкций, что имеет важное значение для развития теории и практики проектирования строительных конструкций.

Аннотация диссертации по содержанию и оформлению соответствует требованиям ВАК и ГОСТ Р 7.0.11-2011.

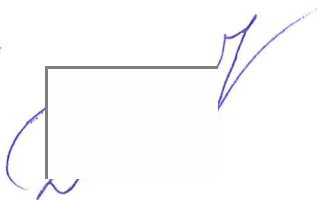
Диссертация на тему: **«Деформации и прочность изгибаемых элементов из высокопрочного железобетона при несовпадении плоскостей температурного перепада и нагружения»** отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а автор диссертации, **Кхон Кхемарак**, достоин присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.1.1– Строительные конструкции, здания и сооружения.

Настоящим даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных.

Официальный оппонент,
доктор технических наук по
специальности 2.1.1 – Строительные
конструкции, здания и сооружения,
профессор кафедры «Уникальные
здания и сооружения»
ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет»
тел. +7 (980) 377-75-00
e-mail: speccompany@gmail.com

305040, г. Курск,
ул. 50 лет Октября, 94,
тел.: +7 (4712) 50-48-00,
e-mail: rector@swsu.ru


Демьянов
Алексей Иванович
18.03.2024


Подпись, удостоверяет
Специалист по документам