

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Пинуса Бориса Израилевича на диссертационную работу Плюсина Михаила Геннадиевича «**Обеспеченность несущей способности сжатых железобетонных элементов в условиях замораживания и оттаивания**» представленную в диссертационный совет 24.2.380.01 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный факультете» к публичной защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения

1. Актуальность темы

Одним из важнейших требований государственного технического регламента «Безопасность зданий и сооружений» является обеспечение их надежности, как способности соответствовать установленным проектным требованиям эксплуатационной пригодности с соответствующей обеспеченностью. В плане его реализации разработан Госстандарт «Надежность строительных конструкций и оснований», предусматривающий комплексную систему мер на этапах проектирования, строительства, эксплуатации и технического обслуживания зданий и сооружений. В частности, требуется, чтобы проектирование объектов производилось с учетом расчетного влияния окружающей среды и последствий ее взаимодействия с конструкцией. То есть, необходимо расчетно-аналитическое обоснование проектного ресурса внутреннего сопротивления. Существующая нормативная специализация проектирования железобетонных конструкций для районов с суровыми климатическими условиями состоит в назначении марки бетонов по морозостойкости и коррекции их расчетного сопротивления без расчетного обоснования соответствия критериям работоспособности (прочности) элементов. Представленная диссертация является актуальным исследованием, так как содержит научное обоснование и инженерный подход к проектированию конструкций северного исполнения с расчетной оценкой последствий морозной деградации

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации получены автором на основании целенаправленного изучения и анализа обширных литературных данных, использования фундаментальных положений надежности и собственных экспериментальных данных с учетом физических закономерностей морозной деструкции и нормативных функциональных моделей конструктивных элементов.

3. Достоверность и новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций

Достоверность научных результатов достигнута за счет:

а) использования теории вероятности в оценке последствий взаимодействия конструкций и внешней среды, как соответствующий его случайному характеру;

б) использования апробированных нормативных моделей расчета прочности железобетонных конструкций с параметрами, чувствительными к последствиям взаимодействия;

в) применения стандартизированных экспериментальных исследований на метрологически поверенном оборудовании.

Диссертация содержит новые научные результаты, совокупность которых представляет собой новый метод проектирования железобетонных конструкций с требуемой обеспеченностью на проектный срок эксплуатации в суровых климатических условиях.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Исследование является новым научно-практическим подходом к проектированию железобетонных конструкций с обеспечением ее надежности на расчетный срок эксплуатации. **Научную значимость** представляют обоснованные положения о:

а) вероятностном критерии долговечности конструкций в сложных (неблагоприятных) условиях эксплуатации;

б) необходимости учета конструктивных особенностей и специфики напряженно-деформированного состояния элементов при выполнении коррекции функциональных моделей работоспособности;

в) неоднозначности корреляционной изменчивости при ЦЗО параметров внутреннего сопротивления бетона и арматуры.

Практическую значимость диссертации представляет инженерный метод проектирования внецентренно-сжатых конструкций для суровых климатических условий с обеспечением требуемой надежности на расчетный срок эксплуатации.

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационного исследования являются научно-техническим и практическим подходом к анализу усталостных последствий эксплуатации железобетонных конструкций в специфических неблагоприят-

ных условиях и могут быть применены при расчёте и конструировании железобетонных конструкций.

6. Содержание диссертации и ее завершенность

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения. Введение содержит краткую, регламентируемую положениями ВАК информацию о целях, задачах исследования и его основные научно-практические результаты.

В первой главе дан анализ основных предпосылок существующего метода расчета строительных конструкций, подчеркивается его полувероятностный характер, что ограничивает возможности проектной диагностики их надежности в неблагоприятных условиях эксплуатации. Обосновывается целесообразность и основные направления реализации вероятностных методов расчета, в частности, посредством численного моделирования псевдослучайных наборов показателей с заданными параметрами распределения. Подчеркивается необходимость учета их корреляционных связей при оценке изменчивости параметров работоспособности конструкций под действием внешней среды.

Рассматриваются существующие методы прогноза долговечности конструкций в агрессивных условиях эксплуатации и обосновывается предпочтительность использования математических моделей, основанных на физических закономерностях деградиационных процессов материалов в окружающей среде. Завершает главу краткое обобщение литературных данных по морозной деструкции бетона и железобетона, механизмов структурных изменений при различных формах (видах) низкотемпературных воздействий, неоднозначность влияния последствий на прочностные, деформативные и энергетические параметры внутреннего сопротивления. Подчеркивается ограниченность нормативных процедур по их учету в части обеспечения надежности на проектный срок эксплуатации в районах сурового климата.

Вторая глава диссертации посвящена детальному исследованию диаграмм σ - ε бетонов двух классов в процессе стандартизированных (ускоренных) морозных воздействий. Использован оригинальный подход к формированию экспериментальных выборок образцов, обеспечивающих их тождественность нормативным параметрам. Испытания выполнены в режиме постоянства скорости нагружения с контролем параметров прочности, предельных (пиковых) деформаций и модуля упругости. Приведены полные выборки значений, которые характеризуются различной статистической обеспеченностью. Представлены семейства диаграмм σ - ε одноосного сжатия и возможность их аналитической аппроксимации. Оценены значимые параметры статистики по энергетическим показателям и влияние отдельных параметров на

их изменчивость после ЦЗО; неоднократно указывается на сопоставимость их статистической чувствительности к ЦЗО и взаимозависимость, подтверждаемая высокими значениями коэффициентов линейной корреляции. Обоснована необходимость коррекции предельной сжимаемости по аналогии с прочностью при вероятностной оценке последствий ЦЗО.

В третьей главе детально излагается методика и принятые допущения для численного моделирования несущей способности внецентренно-сжатых элементов с использованием экспериментальных данных автора и нормативного диаграммного метода расчета. Априори предполагается нормальное распределение всех параметров, которое формируется с помощью программы «Mathcad» для заданных средних значений и их дисперсии. Методами итерации достигается требуемая статистическая связь между искомым значением прочности и случайными значениями учитываемых параметров. Подтверждается приемлемое совпадение с экспериментом статистик распределения модельных псевдослучайных значений прочностных и деформативных характеристик бетона и арматуры. Представлен алгоритм расчета, позволяющий на основании исходных данных получить статистическое распределение несущей способности элемента по нормальному сечению. Разработанная процедура позволяет анализировать влияние конструктивных факторов (эксцентриситет, гибкость, уровень армирования) на последствия морозной деградации. Соответствующие графики изменения напряженного состояния представлены в диссертации и дополнены подробными комментариями, в которых изложено авторское видение полученных закономерностей. Установлена неоднозначность надежности нормативной оценки несущей способности внецентренно-сжатых элементов разного уровня армирования: заниженная при малых и завышенная при больших эксцентриситетах. Предложена коррекция расчетных значений предельных деформаций как вариант повышения надежности внецентренно сжатых элементов. Ее эффективность для различного уровня армирования подтверждена численным моделированием. Обобщая их результаты, автор приходит к необходимости повышения минимального уровня армирования сжатых элементов, подвергаемых ЦЗО. Для его обоснования и реализации дана инженерно-приемлемая методика расчета. Завершают главу выводы, обобщающие указанные выше комментарии численных исследований.

Содержание диссертации, основные результаты и выводы позволяют считать ее законченным исследованием рассматриваемой актуальной проблемы. Она характеризуется строгой последовательностью изложения и анализа, подробностью описания и обоснования предлагаемых выводов.

Автореферат диссертации соответствует основному содержанию и выводам диссертационной работы.

7. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

Несомненным достоинством диссертации является обоснование необходимости и разработка метода расчета конструкций более адекватно учитывающего случайный характер и физические закономерности последствий их взаимодействия с агрессивной внешней средой. При этом логическая последовательность и математическая корректность изложения, детализация результатов в виде таблиц, графиков и моделей позволяют объективно оценивать причинно-следственные связи исследуемых явлений, научную и практическую значимость выполненных исследований.

К содержанию и оформлению диссертации имеются следующие замечания:

1. На всех графиках (рис. 2.5-2.7) отсутствует начальная деформация (ϵ_0 – «зуб» по Н. И. Карпенко). Почему она не учитывается, особенно при сравнениях деформаций «до» и «после» ЦЗО?

2. Не вызывает возражений утверждение автора о высокой чувствительности и информативности энергии разрушения как характеристики потенциала внутреннего сопротивления. Однако, ссылка на табл. 2.9 с. 61 в обоснование этого, нуждается в разъяснении.

3. Каким образом учитываются остаточные деформации бетонов после циклических температурно-влажностных воздействий?

4. Чем объясняется использование арматуры класса А500 для анализа кинетики при ЦЗО несущей способности внецентренно сжатых элементов?

Приведенные замечания не влияют на основные выводы и предложения автора, не снижают ее научно-практической значимости. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения п. 3. Развитие теории и методов оценки напряжённого состояния, живучести, риска, надёжности, 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.

Заключение

Диссертация М. Г. Плюснина является научно-квалификационной работой, в которой обоснован и разработан новый метод расчета внецентренно сжатых железобетонных конструкций с заданным уровнем надежности несущей способности.

