

ОТЗЫВ

официального оппонента, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Меркулова Сергея Ивановича на диссертационную работу Мурашкина Василия Геннадьевича на тему: «Деформационная модель для расчета железобетонных эксплуатируемых конструкций», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)

Актуальность избранной темы диссертации

Здания и сооружения с применением железобетонных конструкций рассчитаны на длительный срок эксплуатации. Для особо опасных, технически сложных, уникальных объектов в процессе эксплуатации необходимо решать вопросы продления сроков эксплуатации с учетом их технического состояния. Длительные процессы, такие как ползучесть, старение бетона и воздействие различных внешних факторов существенно влияют на несущую способность и долговечность сооружений. Разработка методов расчета, учитывающих эти процессы, имеет важное значение для обеспечения безопасности и продления срока службы зданий и сооружений, особенно в условиях интенсивной эксплуатации. Применение таких методов в строительной практике, включая проектирование, реконструкцию и оценку остаточного ресурса, позволяет обеспечить надежность железобетонных конструкций.

Разработанная обобщенная деформационная модель бетона и метода расчета железобетонных конструкций с учетом длительной интенсивной эксплуатации определяют актуальность диссертационной работы.

Оценка содержания диссертационной работы

На отзыв представлены: диссертационная работа, изложенная на 275 страницах, включающая введение, шесть глав, заключение, список использованной литературы из 237 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, 3 приложения; автореферат диссертации на 46 страницах.

Введение: обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Подчеркивается важность учёта длительных процессов в железобетоне.

Глава 1 содержит подробный обзор деформационных моделей бетона и методов их построения от первых предложений до общепринятых деформационных моделей, используемых в современных расчетах в России и за рубежом. Приведен анализ построения общепринятых моделей деформирования бетона для бетонов, чьи характеристики не совпадают с заданными в нормативных документах, например, фибробетонов, бетонов, испытывавших высокотемпературные воздействия, бетонов, твердеющих под давлением, а также бетонов, изменивших свои характеристики в процессе длительной эксплуатации. В результате проведенного анализа, обозначена

научная проблема, что для бетонов, характеристики которых не имеют соответствия с заданными в нормах значениями, требуется разрабатывать деформационные модели для каждого отдельного случая. При этом расчетные модели на основе существующих диаграмм деформирования недостаточно полно учитывают реальные изменения свойств бетона во времени, что приводит к снижению точности расчетов.

Глава 2 посвящена разработке обобщенной нелинейной деформационной модели бетона. Соискателем впервые предложено применить для бетона формулы отражающие процессы взаимодействия молекул в газовой среде, что позволило сократить необходимые исходные данные для построения деформационной модели, при этом учитывая изменения характеристик бетона во времени. В результате разработанная соискателем деформационная модель бетона строится по двум характерным точкам диаграммы сжатия бетона, получаемым в процессе обследования, что позволяет применять ее на практике.

В главе также впервые предложена методика получения ниспадающей ветви диаграммы деформирования бетона без специального прессового оборудования с контролем скорости загрузки для жесткого нагружения бетона. Приведено сопоставление предложенной модели деформирования с другими предложениями и экспериментальными данными для различных бетонов, подтверждающее высокую точность разработанной модели.

Глава 3 описывает впервые разработанную методику расчета несущей способности железобетонных конструкций с использованием предложенной модели. Соискателем оригинально решена задача определения коэффициента секущего модуля для бетонов, изменивших характеристики после длительной эксплуатации, что дает возможность учитывать эти изменения в современных диаграммных методах расчета. В главе приводится впервые предложенный и запатентованный способ послойного анализа структуры бетона, который при минимальной трудоемкости и стоимости значительно повысил точность проведения анализа структуры и контроля прочности бетона строительных конструкций.

Соискателем разработаны алгоритмы определения напряженно-деформированного состояния и расчета несущей способности изгибаемых, а также внецентренно-сжатых железобетонных элементов с учетом нелинейного деформирования на основе предложенной модели деформирования, позволяющие рассчитывать нормально армированные и перearмированные конструкции с единых позиций. Приведено сравнение результатов расчета по предложенной методике с собственными экспериментальными данными и экспериментами других авторов.

Глава 4 рассматривает влияние ползучести на распределение деформаций и напряжений в железобетонном изгибаемом элементе. Соискателем предложен инженерный способ перехода от деформаций ползучести при сжатии к деформациям ползучести при изгибе с помощью коэффициента, который

позволил в дальнейшем применить его для определения кривизны железобетонных изгибаемых элементов. При этом, для упрощения решения соискатель использует ряд допущений, которые подтверждает описанным в главе математическим экспериментом.

Глава 5 посвящена расчету прогибов изгибаемых железобетонных элементов с учетом длительных процессов и нелинейного деформирования бетона. Соискателем предложен алгоритм определения кривизны изгибаемого железобетонного элемента на основе предложенной модели нелинейного деформирования бетона, при этом средняя кривизна сечения получается аналогично усреднению напряжений в арматуре по предложению Мурашева.

При наличии деформаций ползучести, для их учета соискатель использует деформации ползучести при сжатии бетона с применением коэффициента перехода от ползучести при сжатии к ползучести при изгибе. В главе приводятся результаты экспериментальных исследований и их сравнение расчетными данными по предложенной методике.

Глава 6 описывает разработанную методику определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации конструкций, которая позволяет учитывать влияние упрочнения бетона после 28 суток и снижением прочности бетона во времени.

Соискатель анализирует общепринятые выражения для учета упрочнения бетона после 28 суток и приходит к выводу, что они разработаны для учета упрочнения на короткий период времени. Учитывая, что сроки эксплуатации могут превышать 50 лет и более, соискатель предлагает собственное выражение для учета упрочнения бетона. Для подтверждения которого приводит сравнение аппроксимации упрочнения с помощью предложенного выражения и экспериментальных данных других авторов. Далее изложена методика определения срока оставшейся безопасной эксплуатации железобетонных конструкций с учетом процесса упрочнения бетона и деградации его прочностных характеристик.

В Заключение изложены основные выводы по итогам выполненного исследования.

Приложение содержат справки о внедрении, алгоритмы расчета, экспериментальные данные и сравнительные таблицы.

Текст диссертации изложен логично, последовательно и стилистически грамотно, материал тщательно проработан.

Научная новизна исследований

Научную новизну исследований определяет разработанная обобщенная нелинейная деформационная модель бетона, учитывающая изменения свойств материала при возведении и длительной эксплуатации железобетонных конструкций зданий и сооружений, позволяющая разработать методы оценки текущего технического состояния и обеспечить надежность зданий и сооружений при проектировании.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы корректным применением методов строительной механики, теории железобетона и статистической обработки экспериментальных данных. Соответствие расчетных результатов экспериментальным данным подтверждает достоверность предложенных методик. Выводы по каждой главе логично вытекают из поставленных задач и цели исследования, что свидетельствует о высоком уровне научной проработки.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждена:

- использованием современных методов испытаний;
- статистической обработкой экспериментальных данных;
- сопоставлением расчетных результатов с результатами экспериментов, в том числе и других исследователей.

Теоретическая значимость

Теоретическая значимость диссертации заключается в развитии фундаментальных основ теории железобетона, в частности:

- углубление понимания процессов деформирования железобетонных изгибаемых и внецентренно-сжатых конструкций;
- уточнение теоретических основ расчета несущей способности и остаточного ресурса железобетонных конструкций;
- развитие методов проектирования и оценки долговечности сооружений.

Практическая значимость

Практическая значимость работы заключается в:

- разработке методик расчета, которые могут быть использованы для оценки состояния и при проектировании железобетонных конструкций;
- возможности применения предложенной модели для оптимизации конструктивных решений, что снижает затраты при строительстве и эксплуатации;
- внедрении результатов в учебный процесс и производственную практику, что подтверждено соответствующими актами.

Методики позволяют повысить точность расчета несущей способности, прогибов и остаточного ресурса, что особенно важно для реконструкции и реновации существующих сооружений.

Публикации по результатам диссертационных исследований

По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, включая статьи в рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК – 16 статей,

индексируемых в базах Web of Science – 1 статья и Russian Science Citation Index – 1 статья.

По теме диссертации зарегистрировано 14 результатов интеллектуальной деятельности, включая 8 патентов на изобретения, 5 патентов на полезную модель и патент на промышленный образец.

Соответствие автореферата

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе

1. Построение предложенной деформационной модели производится по двум характерным точкам, указанным на рисунке 2.2. Касательно точки А не ясно на каком уровне напряжений необходимо ее определять при проведении испытаний, проводимых при обследовании?

2. Во второй главе на странице 76 указано, что деформационная модель по предложенному выражению (2.3) может быть построена практически для любого вида бетона, характер деформирования которого соответствует графику общепринятой диаграммы. Необходимо установить более конкретные условия возможности использования предложенной модели.

3. В работе не освещен вопрос обработки данных, полученных при обследовании для построения деформационной кривой. Используется ли средние значения испытаний, количество необходимых испытаний и т.д.

4. В работе отсутствуют указания возможности применения предложенной модели деформирования железобетонных конструкций с предварительным напряжением. Возможность расчета конструкций с предварительным напряжением позволила бы значительно расширить область применения работы.

5. В расчетной модели не учтены аспект коррозионного повреждения бетона при длительной эксплуатации, в том числе в агрессивных средах, что может влиять на оценку остаточного ресурса.

Заключение

Диссертационная работа Мурашкина Василия Геннадьевича «Деформационная модель для расчета железобетонных эксплуатируемых конструкций» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны методики расчета и обобщенная деформационная модель изгибаемых железобетонных конструкций, способствующие развитию методов оценки надежности и проектирования железобетонных конструкций, внедрение которых вносит значительный научный и практический вклад в развитие страны.

Диссертационная работа Мурашкина Василия Геннадьевича «Деформационная модель для расчета железобетонных эксплуатируемых конструкций» соответствует требованиям п. 9, п. 10, п. 11, п. 13 и п. 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого

постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024) в части требований к работам, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук. Результаты диссертационной работы соответствуют п. 1 и п. 3 паспорта научной специальности 2.1.1 Строительные конструкции, здания и сооружения.

Считаю, что Мурашкин Василий Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.1.1 Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки).

Настоящим даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета.

Официальный оппонент

заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»,

член-корреспондент РААСН,

доктор технических наук, профессор

(2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения)

Меркулов Сергей Иванович

305000, г. Курск, ул. Радищево, д. 33.

Телефон: +7 (4712) 51-06-33. Электронная почта: pgs@kursksu.ru.

