

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор ФГБОУ ВО

«Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет», к.т.н.

Гладких Виталий Александрович



«16» СЕНТЯБРЯ 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

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

Актуальность темы диссертации

Большая часть существующих зданий и сооружений построены из железобетона. В процессе эксплуатации за длительный период времени характеристики бетона меняются. В настоящее время наряду с обеспечением надежности сооружений все большее внимание уделяется обеспечению ресурса нормальной эксплуатации сооружений. Поэтому исключительно важными становятся исследования по влиянию среды на конструкции сооружений и методика определения результатов этого влияния. Для железобетонных конструкций, прошедших значительный период эксплуатации и получивших различные воздействия, соотношение между прочностью и модулем упругости

для бетонов определенных классов не будет соответствовать начальным прочностям и модулям упругости бетона. На основе этих данных может быть построена деформационная модель состояния бетона в любой момент эксплуатации, а затем произведен перерасчет железобетонных конструкций на основе этой диаграммы. В момент, когда здание или сооружение потребует проведение капитального ремонта или реконструкции поверочные расчеты необходимо проводить с учетом изменившихся характеристик бетона, чтобы избежать значительных погрешностей. Предлагаемая автором модель расчета позволяет учитывать изменение характеристик бетона послойно, что особенно важно для конструкций, поврежденных коррозией. Поэтому построение деформационных моделей для эксплуатируемых конструкций является безусловно актуальной задачей.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа изложена на 275 страницах, состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы из 237 отечественных и зарубежных источников, а также 4 приложений на 8 страницах.

В первой главе представлен краткий обзор развития теории нелинейного деформирования бетона. Проведен анализ применения общепринятых деформационных моделей в России и других странах.

Во второй главе предложена деформационная модель бетона при сжатии, основанная на уравнении шведского ученого С. Аррениуса. Проведено сравнение предложенной деформационной модели с моделями Н.И. Карпенко и по нормам Еврокода, для различных классов бетона от В15 до В100, а также для бетонов с деформационными характеристиками отличными от нормативных значений. Проиллюстрирована возможность построения предложенной деформационной модели для бетонов, эксплуатирувавшийся длительный период.

В третьей главе разработана методика определения коэффициента секущего модуля на основе данных полученных в процессе обследования.

Представлена методика расчета изгибаемого и внецентренно-сжатого железобетонного элемента на основе предложенной модели деформирования бетона. В качестве переменной величины приняты относительные деформации, что позволяет при построении напряженно-деформированного состояния учитывать нисходящую ветвь единым выражением. Рассмотрен расчет железобетонного элемента с послойным изменением прочности бетона в сжатой зоне. Получены зависимость высоты сжатой зоны и деформаций с ростом нагрузки, а также зависимость воспринимаемого сечением момента и деформаций крайних сжатых волокон бетона.

Приведено сравнение расчетов по предложенной методике с собственными экспериментальными исследованиями, проведенными в СамГТУ, а также экспериментальными исследованиями А.А. Гвоздева и специальными экспериментами Г.И. Мельникова.

В четвертой главе исследуется влияние ползучести на распределение напряжений и деформаций в изгибаемых элементах. Предложена методика определения коэффициента трансформации при переходе от сжатия к изгибу, для учета деформаций ползучести для изгибаемых железобетонных элементов. Принятые допущения в методике обоснованы численным экспериментом.

В пятой главе приводится методика и пример расчетов прогибов эксплуатируемых железобетонных конструкций, основанный на предложенной деформационной модели бетона. Выполнено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными, полученными в СамГТУ.

В шестой главе проанализирован учет нарастания прочности бетона со временем различными авторами, и предложено новое выражение для аппроксимации нарастания прочности бетона при длительной эксплуатации.

На примере плит покрытия железобетонного резервуара изложена методика расчета срока безопасной эксплуатации для определения остаточного ресурса конструкции.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием основных положений теории железобетона, теории упругости и строительной механики, совпадением результатов расчетов по предложенным методикам с результатами собственных экспериментальных исследований, а также экспериментальных и теоретических исследований, отечественных и зарубежных авторов.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, представляются достоверными. Достоверность результатов исследования основывается на использовании аналитических и численных методов теории железобетона и строительной механики, подтверждена достаточной согласованностью экспериментальных данных и теоретических исследований, полученных и проведенных как автором, так и другими исследователями.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития строительной науки

Значимым результатом проведенного исследования является решение научной проблемы, заключающееся в разработке универсальной деформационной модели бетона и метода расчета железобетонных конструкций на всем диапазоне нагружений от кратковременных до длительных, при различных условиях эксплуатации, в том числе, испытывавшие высокотемпературное воздействие, с учетом влияния ползучести и нелинейности деформирования бетона, а также методики определения остаточного ресурса.

Научная новизна положений, выводов и рекомендаций

К основным научным результатам, полученным в диссертационном исследовании, можно отнести следующее:

- Разработана нелинейная модель деформирования бетона с учётом времени эксплуатации и сокращения исходных данных для ее построения;

– Получен секущий модуль деформирования бетона, и обосновано его определение по характерным точкам диаграммы сжатия бетона, соответствующим наибольшей величине напряжений в бетоне и точке ниже границы нарушения сплошности бетона;

– выявлена зависимость трансформирования нелинейной модели деформирования бетона от параметров и условий эксплуатации;

– разработана методика расчета остаточного ресурса на основе предложенной модели нелинейного деформирования бетона с учетом упрочнения и деградации бетона при эксплуатации на примере плит покрытия железобетонного резервуара.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость результатов исследований заключается в том, что получено и обосновано напряженно-деформированное состояния сечения изгибаемых железобетонных элементов, с деформационными и прочностными характеристиками бетона, изменившимися в результате длительной эксплуатации;

исследовано изменения напряженно-деформированного состояния бетона в результате перераспределения деформаций в железобетонных изгибаемых элементах обусловленного ползучестью бетона;

разработаны методики расчета прочности и прогибов изгибаемых железобетонных конструкций на основе предложенной модели нелинейного деформирования бетона;

выражен коэффициент секущего модуля бетона, учитывающий изменения прочностно-деформационных характеристик бетона в процессе длительной эксплуатации;

разработана методика расчета остаточного ресурса плит покрытия железобетонного резервуара, с учетом, как нарастания прочности, так и ее снижения в процессе эксплуатации.

Практическая значимость заключается в том, что предложенная модель деформирования бетона ориентирована на расчеты прочности и прогибов железобетонных конструкций, а также определения их напряженного состояния, с учетом нелинейной связи напряжений и деформаций.

Предложенная модель деформирования бетона повышает точность расчетных моделей деформирования бетона за счет их приближения к реальному физическому состоянию материала в процессе эксплуатации и может использоваться в решении практических задач.

Представлены методические рекомендации для расчета прочности и прогибов железобетонных конструкций на основе предложенной модели деформирования бетона.

Предложенная методика расчета остаточного ресурса безопасной эксплуатации для плит покрытия железобетонного резервуара позволяет определять сроки выхода конструкций из строя или необходимости их ремонта, в том числе при агрессивном воздействии среды.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.

Разработанная универсальная деформационная модель бетона и диаграммный метод расчета рекомендуется применять при проверке несущей способности эксплуатируемых железобетонных конструкций, при реконструкции и реновации, а также для определения остаточного ресурса.

Методика расчета несущей способности железобетонных конструкций на основе предложенной деформационной модели с нелинейным деформированием бетона может быть использована как при силовом воздействии, так и при различных средовых воздействиях, включая коррозионные.

Замечания по диссертационной работе

1. В главе 4, посвященной трансформации диаграммы деформирования бетона в результате процесса ползучести, недостаточно подробно раскрыты протекающие процессы, представляется что более глубокое изучение данного вопроса позволило бы значительно расширить применение проведенных исследований.

2. Учитывая, что диссертационная работа имеет направленность на расчет эксплуатируемых железобетонных конструкций, вопросу обеспеченности данных, получаемых при обследовании, необходимо было уделить больше внимания.

3. Остается открытым вопрос о состоянии эксплуатируемых железобетонных конструкций, испытывавших комбинированные воздействия.

4. Для бетонов в длительно эксплуатируемых конструкциях, необходимо было определить деформации ползучести от различных нагрузжений и воздействий, что могло дать более точную картину НДС.

5. В работе одновременно присутствует, как общепринятое обозначение высоты сжатой зоны, так и дополнительное обозначение, используемое автором, что усложняет восприятие.

Общее заключение по диссертации

Автореферат на диссертационную работу достаточно полно раскрывает ее содержание и передает структурное построение. Основные результаты и выводы диссертационного исследования изложены в 18 научных публикациях, в том числе в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, – 16 статей, 1 статья в издании, индексируемом в международной базе данных Web of Science, 1 статья в издании, индексируемом в базе данных Russian Science Citation Index (RSCI). По материалам, связанным с диссертационной работой, зарегистрированы 14 результатов интеллектуальной деятельности, в том числе

8 патентов на изобретение, 5 патентов на полезную модель и 1 патент на промышленный образец.

Диссертация Мурашкина В.Г. на тему «Деформационная модель для расчета железобетонных эксплуатируемых конструкций» содержит все признаки научно-квалификационной работы, соответствующие паспорту специальности 2.1.1. «Строительные конструкции, здания и сооружения», и отвечает направлениям исследований, предусмотренным п. 1 «Построение и развитие теории, разработка аналитических и вычислительных методов расчёта механической безопасности и огнестойкости, рационального проектирования и оптимизации конструкций и конструктивных систем зданий и сооружений»; 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».

Диссертационная работа Мурашкина Василия Геннадьевича является самостоятельно выполненной завершённой научно-квалификационной работой на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. В работе представлено решение научной проблемы, заключающейся в разработке деформационной модели бетона и диаграммного метода расчета длительно эксплуатируемых железобетонных конструкций, а также методики определения их остаточного ресурса, имеют важное хозяйственное значение для развития строительной отрасли Российской Федерации.

Рассматриваемая диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 (в редакции от 16.10.2024), а её автор, Мурашкин Василий Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной

специальности 2.1.1. -Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки).

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию Мурашкина Василий Геннадьевича рассмотрены и одобрены на заседании кафедры "Железобетонные и каменные конструкции" Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» 15.09. 2025г.

Доктор технических наук (05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения), профессор, член -корреспондент РААСН, заведующий кафедрой железобетонных и каменных конструкций НИУ МГСУ

 Ашот Георгиевич Тамразян

129337, Москва, Ярославское ш., д.26,

Учебно-лабораторный корпус (УЛК),

ком. 417 УЛК, 418 УЛК

Тел.: +7 (495) 287-49-14 (доб. 3036, 3084),

E-mail: gbk@mgsu.ru

Подпись доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой железобетонных и каменных конструкций НИУ МГСУ Тамразяна Ашота Георгиевича заверяю:

 **НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА
КАДРОВОГО ДЕЛОПРОИЗ-
ВОДСТВА УРП
А. В. ПИНЕГИН**

