

## **ОТЗЫВ**

**Официального оппонента, доктора технических наук, профессора Смоляго Геннадия Алексеевича на диссертационную работу Андреева Ильи Федоровича «Надежность железобетонных подкрановых балок при коррозии арматурных канатов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения.**

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературы, 1-го приложения. Объем диссертационной работы включает 164 страницы машинописного текста, в том числе 51 рисунок, 30 таблиц, список литературы из 165 наименований трудов отечественных и зарубежных авторов.

### **1. Актуальность исследования.**

Диссертационная работа Андреева И.Ф. посвящена разработке метода оценки надежности железобетонных подкрановых балок при совместном влиянии коррозии арматурных канатов и циклических нагрузок.

Проблема оценки уровня конструктивной безопасности железобетонных конструкций, в частности железобетонных подкрановых балок, определяется длительным периодом их эксплуатации, снижением их силового сопротивления вследствие коррозионных повреждений бетона и арматурных канатов, их прочностных и деформативных параметров.

Разработка, апробация методов расчета надежности предварительно напряженных железобетонных подкрановых балок является актуальной задачей. Сложность исследования надежности строительных конструкций связана с проявлением многочисленных факторов, определяющих надежность. В целом разработка современных практических методов и методик позволит повысить конструктивную безопасность при длительной эксплуатации объектов.

### **2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

В рецензируемой работе рассматриваются вопросы, связанные с обеспечением надежности коррозионно-поврежденных железобетонных балок в зависимости от интенсивности и характера распределения коррозии проволок в арматурных канатах, потерь предварительного напряжения при циклической нагрузке.

Основными показателями долговечности строительных конструкций выступают ресурс и срок службы. Их нормирование на сегодняшний день осуществляется обобщенно и имеет лишь рекомендательный характер. Превалирующей причиной снижения несущей

способности железобетонных конструкций, а соответственно, и остаточного ресурса является повреждения бетона и арматуры из за процессов коррозии, вызванных агрессивной эксплуатационной средой.

Предлагаемые методы оценки коррозии, в основном, касаются арматурных стержней, не учитывая модели коррозионного износа проволок предварительно напряженных канатов. При этом необходимо принимать во внимание, что коррозия отдельных проволок может привести к неравномерному перераспределению усилий между проволоками и преждевременному достижению предельных состояний конструкции.

К достоинствам работы следует отнести разработанный метод оценки надежности предварительно напряженных железобетонных подкрановых балок, учитывающий различные варианты коррозии проволок канатов и две модели коррозионного износа проволок: уменьшение сечения равномерно по части периметра проволоки и уменьшение ее сечения сегментально. Предложенные расчетные положения могут быть использованы как на стадии проектирования, так и при усилении конструкций, что достаточно актуально.

Заслуживают внимания полученные зависимости определения расчетных площадей коррозионного повреждения проволок и скорости коррозии исходной и соседних проволок.

Объем проведенного эксперимента предусматривал испытания 6-ти железобетонных балок, включая две контрольные балки без коррозии арматурного каната и 4 балки с варьированием уровня коррозионных повреждений 20% и 30%.

Эксперимент был проведен в испытательной лаборатории института промышленного и гражданского строительства НИУ «МГСУ» на сертифицированном оборудовании. Выполненное сопоставление несущей способности нормальных сечений железобетонных предварительно напряженных балок с коррозионными повреждениями арматурных канатов по действующим нормам превышает их экспериментальные значения. В связи с этим соискателем предложено ввести дополнительный коэффициент снижения несущей способности.

Для апробации предложенной методики были выполнено численное моделирование.

Подтверждением достоверности и обоснованности положений и выводов является использование положений теории железобетона, стандартных методов испытаний, поверенных и аттестованных приборов и испытательного оборудования., результатами экспериментальных данных.

### **3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций.**

К научной новизне работы следует отнести.

1. Метод оценки надежности железобетонных подкрановых балок при совместном действии коррозии и циклических нагрузок.
2. Модель распространения коррозионных повреждений проволоки арматурных канатов.
3. Результаты экспериментальных исследований прочности по нормальным сечениям и прогибов предварительно напряженных железобетонных балок в зависимости от уровня коррозионного повреждения арматурных канатов и циклических нагрузок.
4. Вероятностная оценка остаточного ресурса предварительно напряженных железобетонных подкрановых балок при уровне коррозионного повреждения арматурного каната 20% и 30%.

### **4. Значимость результатов, полученных автором для науки и практики.**

Теоретическая значимость полученных результатов диссертационного исследования заключается в разработке метода оценки надежности предварительно напряженных железобетонных балок с коррозионными повреждениями канатов и при циклической нагрузке.

Предложенные расчетные положения могут быть использованы как на стадии проектирования, так и при необходимости в процессе их эксплуатации в условиях воздействия агрессивной среды.

### **5. Структура работы.**

Во введении обоснована актуальность темы исследований, приведена общая характеристика работы и основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость.

Первая глава содержит обзор научной публикаций по теме диссертационного исследования. Автором проведен анализ современного состояния исследований и развития теории надежности и вероятностных методов расчета строительных конструкций, существующие тенденции развития методов расчета на основе математических моделей и подходов к решению стохастических задач, при этом отмечено отсутствие методик оценки надежности при одновременном учете коррозионных повреждений и циклической нагрузки применительно к железобетонным подкрановым балкам с преднапряжёнными канатами.

Во второй главе приведена методика, учитывающая изменение диаметра арматурных канатов во времени вследствие коррозионных повреждений в условиях

воздействия агрессивных сред. Указывается на различие модели коррозионного износа арматурных канатов по сравнению с моделью коррозионного износа арматурных стержней. Неравномерное повреждение коррозионными повреждениями проволок каната приводит к перераспределению напряжений между проволоками, что приводит к существенному снижению надежности с течением времени. Приведен разработанный метод оценки надежности с учетом коррозии и циклических нагрузок.

В третьей главе изложена программа, методика и результаты расчета экспериментальных исследований предварительно напряженных железобетонных балок по выявлению влияния коррозионных повреждений арматурного каната на прочность по нормальным сечениям при циклических нагрузках, а также исследования зависимости прогиба железобетонных балок от уровня коррозионных повреждений арматурного каната и приведена оценка остаточного ресурса прочности нормальных сечений балок с коррозионными повреждениями канатов.

В четвертой главе приведены результаты численного моделирования предельной нагрузки на подкрановые балки с анализом ее изменения и с сопоставлением с результатами экспериментальных исследований.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена задача по оценке надежности железобетонных подкрановых балок при коррозионном повреждении арматурных канатов.

По работе можно отметить следующие замечания:

1. Установлено, что накопление коррозионных повреждений арматуры и бетона в железобетонных конструкциях зачастую происходит совместно. В разработанной методике оценки надежности учитываются только коррозионные повреждения арматурных канатов.
2. Предложенные зависимости определения потерь предварительного напряжения в арматурных канатах зависят от изменения его площади поперечного сечения и скорости коррозии с течением времени. Однако потери предварительного напряжения определяются и другими факторами: релаксацией напряжений арматуры, ползучестью бетона и пр.
3. В ходе проведения экспериментальных исследований железобетонные балки испытывали до наступления разрушения, но при этом не приведены критерии наступления предельного состояния.

4. В перечне задач экспериментальных исследований было предусмотрено построение диаграмм «напряжение-деформация» для бетона и арматуры. В диссертации эти диаграммы не приведены.
5. Не приведены прочностные и деформационные характеристики бетона по результатам испытаний вспомогательных образцов: кубов и призм.
6. При расчете подкрановой балки на рис. 2.9 указана высота балки 1200 мм, по всей вероятности допущена опечатка, т.к. при выполнении расчета на с. 75 и далее диссертации приведена высота балки 1400 мм
7. В работе имеют место некоторые неудачные термины и формулировки, неточности: с. 72 диссертации, разрез. 1-1 рис. 2.9 продольное сечение балки, Однако на схеме балки выше надо было указать разрез 1-1 не перпендикулярно балке, а параллельно; с. 83 для зависимости 2.56 не указана размерность; с. 87 коэффициенты сопротивления материалов коэффициенты нагрузки; с. 71 табл.2.3 Для класса бетона по прочности на сжатие В40  $R_b = 22$  МПа а не 24,2 МПа,  $R_{bt} = 1,4$  МПа, а не 1,54,  $E_b = 36000$  МПа, а не 32500. Есть некоторые подобные несоответствия в табл. 2.4-2.6 (СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003»).

## Общая оценка диссертационной работы

Сделанные замечания по работе не снижают положительной оценки диссертационной работы.

По теме диссертации опубликовано 7 научных работ, в том числе 4 опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

На основании вышеизложенного следует отметить, что по объему, содержанию, элементам научной новизны и практической значимости результатов исследований диссертационная работа Андреева Ильи Федоровича соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Андреев Илья Федорович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 - Строительные конструкции, здания и сооружения.

Официальный оппонент:

доктор технических наук

(специальность 2.1.1-

Строительные конструкции, здания и сооружения),

профессор, профессор кафедры

Строительства и городского хозяйства

Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения

высшего образования

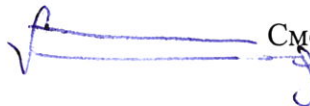
«Белгородский государственный

технологический университет

им. В.Г. Шухова»

308012, г. Белгород, уд. Костюкова, 46

9107412919, [str-exp@mail.ru](mailto:str-exp@mail.ru)



Смоляго Геннадий Алексеевич

«08» мая 2026 г.

Подпись Г.А. Смоляго заверяю

Проректор по научной и инновационной

Деятельности БГТУ им. В.Г. Шухова

Доктор педагогических наук, профессор



Т.М. Давыденко