

Диссертационная работа Андреева Ильи Федоровича посвящена решению указанной научно-технической задачи и, таким образом, является актуальной как с теоретической, так и с практической точки зрения. Тема, цель и задачи диссертационной работы направлены на развитие методов расчёта надёжности преднапряжённых железобетонных подкрановых балок с учётом накопленных в процессе эксплуатации коррозионных повреждений арматурных канатов, что отвечает требованиям п. 3 паспорта научной специальности 2.1.1.

Цель исследования и основные положения, выносимые на защиту. Целью диссертационного исследования является разработка метода расчёта надёжности железобетонных подкрановых балок с учётом потерь предварительного напряжения при коррозии арматурных канатов.

На защиту выносятся следующие основные положения:

1. Метод оценки надёжности железобетонной подкрановой балки при совместном действии коррозии и циклических нагрузок.
2. Модель распространения коррозионного повреждения проволок в арматурных канатах подкрановой балки, учитывающая локализацию повреждений и их влияние на несущую способность.
3. Методика оценки потерь преднапряжения железобетонной подкрановой балки с учётом коррозии в арматурном канате.
4. Вероятностная оценка остаточного ресурса преднапряжённых железобетонных подкрановых балок при различных уровнях коррозии канатов и циклических нагрузках.

Структура и содержание диссертации

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы научно-техническая гипотеза, цель и задачи исследования; представлена научная новизна работы, её теоретическая и практическая значимость, достоверность полученных результатов; приведены сведения об апробации и публикациях по теме диссертации.

Первая глава посвящена анализу состояния вопроса по теме исследования. Выполнен систематический обзор и критический анализ трудов отечественных и зарубежных учёных в области теории надёжности строительных конструкций, изучения влияния коррозии и циклических нагрузок на физико-механические свойства изгибаемых железобетонных элементов. На основе выполненного анализа автором обоснован вывод о том, что существующие методы оценки коррозионного

повреждения разработаны применительно к стержневой арматуре и не учитывают специфику многопроволочных канатов — характерное для них неравномерное перераспределение усилий между проволоками при локализованных повреждениях. Это позволило корректно сформулировать цели и задачи диссертационного исследования.

Вторая глава содержит разработанные автором математические модели и расчётный метод. Предложена вероятностная модель деградации механических свойств семипроволочных канатов K1400, учитывающая нелинейное изменение площади поперечного сечения проволок во времени применительно к десяти расчётным сценариям коррозионного поражения. Получены аналитические зависимости для оценки потерь преднапряжения в зависимости от конфигурации и степени поражения. Разработан метод оценки надёжности подкрановой балки с применением аппарата теории предельных состояний и индекса надёжности β при нормальном и логнормальном законах распределения нагрузок и характеристик материалов. Установлено, что при коррозии пяти канатов несущая способность балки исчерпывается на 19-м году эксплуатации, а при коррозии трёх канатов — на 26-м году. Вероятность одновременного поражения трёх и пяти канатов за 25 лет при независимом характере повреждений составляет 0,424 и 0,199 соответственно.

Третья глава описывает программу и методику экспериментального исследования преднапряжённых изгибаемых железобетонных балок с коррозионными повреждениями канатов (уровни 20% и 30%) при циклическом нагружении. Представлены диаграммы «нагрузка – прогиб», результаты испытаний прочностных и деформационных характеристик образцов. Экспериментально подтверждено, что при коррозии 30% уровень предельной нагрузки снижается на 42% (несущая способность составляет 43,5–47,6% от расчётной), а первые трещины появляются при нагрузке $0,16M_{ult}$. Установлено принципиальное отличие механизма разрушения корродированных многопроволочных канатов от стержневой арматуры: наблюдается не только равномерное уменьшение сечения, но и критическое перераспределение напряжений между проволоками. Показано, что действующие нормы систематически завышают несущую способность корродированных балок на 13,7%.

В четвёртой главе разработана конечно-элементная модель экспериментальной балки в программном комплексе ANSYS, выполнена её верификация на результатах физического эксперимента. Достигнутая сходимость

85,5–89,5% подтверждает применимость модели для инженерных расчётов полноразмерных конструкций. Выполнен численный анализ полноразмерной преднапряжённой подкрановой балки при различных уровнях коррозии. Показано, что при несимметричном нагружении предельная нагрузка на 7% выше, чем при симметричном — вследствие включения в работу менее нагруженных канатов при достижении текучести в наиболее нагруженных. При коррозии 20% несущая способность снижается на 17,7% относительно бездефектной балки.

В заключении обобщены основные результаты, полученные в ходе исследования, намечены перспективы дальнейшей работы.

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

Обоснованность выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждается применением апробированных аналитических и численных методов строительной механики и теории железобетона; использованием сертифицированного испытательного оборудования при проведении физического эксперимента; удовлетворительной сходимостью расчётных и экспериментальных данных (расхождение не превышает 13,7%); верификацией конечно-элементной модели ANSYS с точностью 85,5–89,5%.

Материалы диссертации отражены в 4 научных публикациях, в том числе 2 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных научных результатов кандидатских диссертаций, 2 — в сборниках трудов международных конференций. Основные выводы полностью соответствуют обозначенным в работе целям и задачам.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность результатов диссертационного исследования основывается на использовании стандартных методов испытаний, применении поверенного оборудования, удовлетворительной сходимости результатов численных, экспериментальных и теоретических исследований.

К научной новизне работы относятся следующие результаты:

1. разработан метод оценки надёжности железобетонной подкрановой балки при совместном действии коррозии арматурных канатов и циклических нагрузок, учитывающий нелинейное изменение площади поперечного сечения проволок во времени;

2. разработана модель распространения коррозионного повреждения проволок в арматурных канатах подкрановой балки с учётом локализации повреждений и их влияния на несущую способность;

3. разработана методика оценки потерь преднапряжения с учётом коррозии в арматурном канате; получены аналитические зависимости для 10 сценариев поражения;

4. получена вероятностная оценка остаточного ресурса преднапряжённых железобетонных подкрановых балок при различных уровнях и конфигурациях коррозии канатов.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость диссертационного исследования состоит в развитии теории надёжности железобетонных конструкций применительно к преднапряжённым элементам, подверженным коррозии в агрессивной среде. Разработанный метод позволяет строить математические модели и выполнять вероятностные расчёты надёжности в зависимости от времени эксплуатации, что вносит вклад в методологию оценки предельных состояний железобетонных конструкций.

Практическая значимость определяется возможностью применения разработанных методов и методик при расчёте и оценке надёжности подкрановых балок, при формировании требований к периодичности технического мониторинга, а также при разработке мероприятий по усилению конструкций. Результаты диссертации внедрены в ООО «СИБУР ПОЛИЛАБ».

Качество изложения и оформления материалов диссертации

Диссертационная работа изложена грамотным техническим языком, в ней достаточно графиков, рисунков, таблиц иллюстративного материала. Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации.

Самостоятельность исследования подтверждается проведённой экспериментальной работой, публикациями статей по теме исследования и выступлениями на конференциях. Личный вклад автора состоит в разработке

вероятностной модели коррозии арматурных канатов, метода оценки надёжности, проведении экспериментальных исследований и численного моделирования.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

Высоко оценивая работу в целом, считаем необходимым высказать следующие замечания и вопросы, которые не снижают научной и практической ценности диссертационного исследования:

1. Тема диссертации определяет предметом исследования «подкрановые балки при коррозии арматурных канатов». При этом экспериментальная программа охватывает только два уровня коррозии — 20% и 30% — с двумя образцами в каждой серии. Промежуточный диапазон (5–15%), наиболее характерный для ранних стадий эксплуатации, не имеет экспериментального подтверждения, что сужает диапазон верификации вероятностной модели. Представляется целесообразным либо явно оговорить данное ограничение области применения метода, либо дополнить модель интерполяционными зависимостями.

2. Модель потерь предварительного напряжения при коррозии построена на основе изменения площади поперечного сечения канатов. Учитывается ли при этом снижение адгезии (сцепления) между канатом и бетоном вследствие коррозионного расширения продуктов ржавления — явление, которое может приводить к потере преднапряжения независимо от уменьшения сечения?

3. В тексте диссертации оценивается несущая способность нормальных сечений изгибаемых элементов при коррозии продольной арматуры. Вместе с тем при воздействии циклических нагрузок существенную роль может играть и коррозия поперечной арматуры, влияющей на трещиностойкость и сдвиговую прочность приопорных зон. Данный вопрос не получил достаточного освещения; рекомендуется либо рассмотреть его в работе, либо обозначить как ограничение.

4. В третьей главе при описании методики ускоренной (электрохимической) коррозии не представлен анализ соответствия получаемого характера повреждений реально наблюдаемым коррозионным повреждениям в эксплуатируемых подкрановых балках. Отсутствие такого сопоставления не позволяет в полной мере оценить применимость полученных количественных зависимостей для нормативного использования.

5. Расчётные модели четвёртой главы в целом воспроизводят конфигурацию экспериментальных образцов. При этом было бы полезным использовать верифицированную модель для численного параметрического исследования —

расширения ряда опытных данных для различных классов бетона, процентов армирования и уровней предварительного напряжения. Это позволило бы полнее обосновать приемлемость предлагаемого метода для инженерной практики.

Заключение

Диссертационная работа Андреева Ильи Федоровича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научно-технической задачи — разработки метода оценки надёжности железобетонных подкрановых балок при коррозии арматурных канатов в условиях циклических нагрузок, что имеет существенное значение для обеспечения безопасной эксплуатации промышленных зданий и сооружений.

Диссертация «Надёжность железобетонных подкрановых балок при коррозии арматурных канатов» соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней (Постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013) для диссертаций, представляемых на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Андреев Илья Федорович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Заключение на диссертацию Андреева Ильи Федоровича рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

Результаты голосования: «ЗА» - 8 _____, «ПРОТИВ» - _____,
«ВОЗДЕРЖАЛИСЬ» - _____.

Протокол № 9 от «17» апреля 2026 г.

Заключение составил:
Парфенов Сергей Григорьевич
Канд. Технические наук, доцент
Зав. кафедрой «Строительные
конструкции» ФГБОУ ВО «Брянский
государственный инженерно-
технологический университет»
241037, г. Брянск, проспект Станке
Димитрова, д. 3.
Научная специальность 05.23.01 –
Строительные конструкции, здания и
сооружения.
Отрасль науки – технические.
Телефон: +7(4832)64-99-12
e-mail: mail@bgitu.ru



Парфенов
Сергей Григорьевич

_____ «17» апреля _____ 2026 г.

Я, Парфенов Сергей Григорьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 75.1.078.01 и их дальнейшую обработку.

« 17 » апреля 2026 г.

 Парфенов С.Г.

Сведения о ведущей организации

Наименование организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Почтовый адрес: 241037, Брянская область, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, д. 3. Телефон: +7(4832)74-60-08; +7(4832)64-99-12. E-mail: mail@bgitu.ru.

Подпись к.т.н., доцента Парфенова Сергея Григорьевича удостоверяю:

Ректор БГИТУ Егорушкин В.А.

« 13 » мая

2026г.

