

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 190031
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21
E-mail: dou@pgups.ru, <http://www.pgups.ru>
ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,
ИНН 7812009592/ КПП 783801001

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор-проректор
по научной работе
докт. техн. наук, проф.

Титова Т.С.

«05» декабря 2022 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»**

на диссертационную работу Плюснина Михаила Геннадиевича по теме:
«Обеспеченность несущей способности сжатых железобетонных элементов в
условиях замораживания и оттаивания», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные
конструкции, здания и сооружения.

1. Актуальность темы работы

Актуальность темы диссертации определяется географическим положением России более половины территории которой находится в Северной строительной-климатической зоне. Железобетон является наиболее широко используемым материалом в строительстве, а внецентренное сжатие наиболее частым характером нагружения. Следовательно, повышение надёжности внецентренно сжатых элементов железобетонных конструкций, в том числе, при воздействии на них циклов замораживания и оттаивания, обозначенное целью диссертационной работы, является важным. В своём исследовании автор диссертационной работы рассматривает одну из составляющих надёжности – обеспеченность результатов расчёта несущей способности. В соответствии с требованиями действующих нормативных документов по расчёту железобетонных конструкций основным методом расчёта прочность по нормальным сечениям является нелинейная деформационная модель (диаграммный метод). Для формирования расчётных диаграмм и критериев разрушения используются значения прочностных и деформационных характеристик бетона. При этом обеспеченность расчётных значений деформационных характеристик бетона в нормах не определена. Воздействие циклов замораживания и оттаивания (ЦЗО) приводит к трансформации диаграммы $\sigma - \epsilon$ бетона. Проявляется это не только в уменьшении прочности

бетона, но и в изменении значений его деформационных характеристик. В действующих нормативных документах отсутствуют расчётные значения начального модуля упругости бетона и предельных деформаций бетона после ЦЗО для кратковременного нагружения. Следовательно, применение диаграммных методов при расчёте несущей способности железобетонных конструкций с учётом воздействия низких и знакопеременных температур требует уточнения расчётных значений деформационных характеристик бетона, подвергнутого воздействию ЦЗО.

В диссертационной работе выявлены факторы, влияющие на распределение несущей способности внецентренно сжатого железобетонного элемента по нормальному сечению с учётом ЦЗО, проведена оценка обеспеченности результатов расчётов несущей способности по нормальному сечению при внецентренном сжатии. Даны рекомендации по повышению обеспеченности результатов расчётов и особенностям конструирования внецентренно сжатых железобетонных элементов с учётом воздействия ЦЗО.

Таким образом, тема работы является актуальной.

2. Общая характеристика диссертации и ее завершенность в целом

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы из 156 источников из них 38 зарубежные. Работа представлена на 149 страницах печатного текста, содержит 48 рисунков, 18 таблиц, 50 формул и 2 приложения.

Целью исследования является повышение надёжности внецентренно сжатых железобетонных элементов, в том числе, при воздействии на них циклов замораживания и оттаивания.

Во введении сформулирована тема исследования, показана её актуальность, определена научная гипотеза, приведено резюме диссертационной работы.

В первой главе проведён анализ нормативной базы и имеющихся исследований по вопросам обеспечения надёжности строительных конструкций и элементов железобетонных конструкций. Рассмотрен учёт воздействия факторов внешней среды при расчёте ЖБК. Выявлены вопросы, требующие решения. Сделан вывод об актуальности темы исследования, сформулированы его цель и задачи.

Во второй главе описаны методика и результаты проведённого эксперимента. Проведён анализ результатов, определены закономерности статистического распределения прочностных и деформационных характеристик бетона с учётом ЦЗО. Исследовано влияние ЦЗО на энергию разрушения бетона, даны рекомендации по построению диаграмм бетона для расчёта несущей способности ЖБК.

В третьей главе на разработан вероятностный алгоритм расчёта несущей способности железобетонного элемента по нормальному сечению с использованием диаграммного метода. На основе исходных данных, сформированных по результатам эксперимента, исследовано влияние ЦЗО на статистическое распределение несущей способности при внецентренном сжатии и выполнена оценка обеспеченности результатов детерминированных расчётов, проведённых в соответствии с действующими нормативными документами. Для увеличения обеспеченности результатов расчёта несущей способности предложена корректировка расчётного значения предельных деформаций бетона ε_{b0} . Разработана инженерная методика определения значения процента продольного армирования при внецентренном сжатии с учётом ЦЗО.

В заключении изложены основные итоги и выводы диссертационной работы, а также перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

3. Научная и практическая ценность диссертации

В работе соискателя выполнено следующее:

- В ходе эксперимента исследованы полные диаграммы бетона при центральном сжатии и влияние на них ЦЗО;
- В рамках вероятностного подхода разработан алгоритм расчёта внецентренно сжатых железобетонных элементов, учитывающий статистический характер прочностных и деформационных характеристик материалов;
- Проведена оценка влияния статистической изменчивости и взаимной корреляции прочностных и деформативных свойств бетона на несущую способность внецентренно сжатых железобетонных элементов с симметричным армированием с учётом ЦЗО;
- По результатам численного исследования с учётом полученных экспериментальных данных предложено уточнение значения коэффициента γ_{bt} к расчётному значению предельных деформаций бетона ε_{b0} повышающая обеспеченность результатов расчётов несущей способности при внецентренном сжатии;
- Разработаны практические рекомендации по определению процента армирования внецентренно сжатых железобетонных элементов с учётом ЦЗО.

4. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки

Полученные в ходе исследования результаты развивают подход комплексного учёта случайного характера прочностных и деформационных характеристик бетона при расчётах несущей способности железобетонных конструкций в вероятностной и детерминированной постановке, в том числе

при воздействии ЦЗО. Результаты проведённого эксперимента дополняют имеющиеся данные о статистическом распределении прочностных и деформативных характеристик бетона.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в возможности применения разработанного алгоритма расчёта внецентренно сжатых железобетонных элементов в вероятностной постановке с учётом изменчивости прочностных и деформационных характеристик материалов и их корреляции; корректировке расчётного значения предельных деформаций бетона, позволяющей повысить обеспеченность результатов расчётов несущей способности внецентренно сжатых железобетонных элементов по нормальному сечению, в том числе при воздействии циклов замораживания и оттаивания; рекомендациях и инженерной методике определения процента армирования внецентренно сжатых железобетонных элементов, подвергающихся воздействию ЦЗО.

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы могут использоваться при проектировании железобетонных конструкций, в особенности, эксплуатирующихся в условиях холодного климата. Корректировка расчётного значения предельных деформаций бетона позволяет повысить обеспеченность результатов расчёта несущей способности железобетонных конструкций при внецентренном сжатии. Предложенный автором вероятностный алгоритм расчёта может быть использован для оценки надёжности элементов железобетонных конструкций по нормальным сечениям и для расчёта конструкций с заданной надёжностью. Использование разработанных рекомендаций по армированию внецентренно сжатых железобетонных элементов позволит снизить степень воздействия циклов замораживания и оттаивания на их несущую способность.

6. Публикации, апробация и внедрение результатов диссертационной работы

Материалы диссертации опубликованы в 17 печатных работах, в том числе 9 работ опубликованы в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утверждённый ВАК РФ, 3 работы индексируются в международной базе Scopus.

Положения диссертационной работы доложены на 7-х международных конференциях.

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Попов В.М., Плюснин М.Г. Оценка несущей способности железобетонных конструкций в естественных условиях холодного климата // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 2 (43). С. 42–47.

2. Попов В.М., **Плюснин М.Г.** Влияние изменчивости характеристик бетона и арматуры на несущую способность изгибаемых железобетонных элементов // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 3 (50). С. 80–84.
 3. Попов В.М., **Плюснин М.Г.** Влияние деформационных характеристик бетона на несущую способность изгибаемых железобетонных элементов // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 8. С. 5–10.
 4. **Плюснин М.Г.**, Морозов В.И., Попов В.М., Савин С.Н., Смирнова Е.Э. Оценка влияния эксцентриситета продольной силы на обеспеченность несущей способности сжатых железобетонных элементов // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 6. С. 29–34.
 5. **Плюснин М.Г.**, Цыбакин С.В. Экспериментальное исследование изменчивости деформационных характеристик бетона при сжатии // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 10. С. 1390–1398.
 6. Попов В.М., **Плюснин М.Г.** Экспериментальное исследование диаграмм $\sigma - \varepsilon$ бетона при одноосном сжатии и влияния на их форму ЦЗО // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 4 (81). С. 80–88.
 7. **Плюснин М.Г.** Оценка обеспеченности результатов расчетов несущей способности по нормальному сечению внецентренно сжатых железобетонных элементов с использованием нелинейной деформационной модели при действии ЦЗО // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 2 (85). С. 57–67.
 8. Попов В. М., Пухаренко Ю. В., **Плюснин М. Г.**, Белов В. В. Оценка влияния значения предельных деформаций бетона при сжатии на обеспеченность результатов расчета прочности внецентренно сжатого железобетонного элемента по нормальному сечению с использованием нелинейной деформационной модели // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 6 (89). С. 42–50.
 9. **Плюснин М.Г.** Влияние циклов замораживания и оттаивания на несущую способность внецентренно сжатых элементов железобетонных конструкций // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 2 (91). С. 30–35.
- Статьи в журналах, индексируемых в международной базе данных SCOPUS:**
1. Popov V., **Plyusnin M.**, Morozov V., Pukhareno Y. Consideration of variability of concrete characteristics in calculation of reinforced concrete structures // Materials Science Forum. 2016. Т. 871. Р. 166.
 2. **Plyusnin M.G.**, Morozov V.I., Popov V.M. Operating peculiarities of reinforced concrete structures in intense cold and freeze-thaw temperature // Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations. Proceedings of the International Conference on Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations, GFAC 2019. 2019. Р. 254–258.
 3. Morozov V., Popov V., Kondrateva L., **Plyusnin M.** Bending and eccentrically compressed reinforced concrete structures at low and freeze-thaw temperatures // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 1116 AISC. Р. 329–338.
- Публикации в прочих научных изданиях:**
1. **Плюснин М.Г.**, Бахчев В.В., Поддубная Е.В., Смирнов А.В. Оценка изменчивости формы полной диаграммы $\sigma - \varepsilon$ бетона при сжатии // Актуальные вопросы развития науки и технологий. Сборник статей международной научной конференции молодых учёных. 2019. С. 206–210.
 2. **Плюснин М.Г.**, Бахчев В.В., Поддубная Е.В., Смирнов А.В. Вероятностный расчёт внецентренно сжатого железобетонного элемента на прочность по нормальному сечению // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе. Сборник статей 70-й международной научно-практической конференции. Под редакцией С.В. Цыбакина, С.А. Полозова, А.В. Рожнова. 2019. С. 36–39.

3. **Плюснин М.Г.**, Романов М.А., Гозиев Ш. Оценка влияния ЦЗО на несущую способность внецентренно сжатых железобетонных элементов // Актуальные вопросы развития науки и технологий. сборник статей международной научно-практической конференции молодых учёных. 2018. С. 216–220.
4. Морозов В.И., Попов В.М., **Плюснин М.Г.** Влияние армирования изгибаемых железобетонных элементов на их долговечность в условиях переменного замораживания и оттаивания // Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения профессора А.Ф. Лолейта. Под редакцией А.Г. Тамразяна. 2018. С. 285–289.
5. **Плюснин М.Г.**, Романов М.А., Гозиев Ш. Нелинейная деформационная модель при расчёте прочности внецентренно сжатых железобетонных элементов // Актуальные вопросы развития науки и технологий. Сборник статей 69-й международной научно-практической конференции: Под ред. С.В. Цыбакина, С.А. Полозова, А.В. Рожнова. 2018. С. 50–54.

7. Основные замечания по диссертации и автореферату

1. При описании методики замораживания и оттаивания образцов не приведены временные характеристики цикла замораживания и оттаивания (стр. 48).
2. При описании алгоритма формирования исходных данных для вероятностного расчёта (стр. 69) не приведено обоснование количества реализаций псевдослучайных величин.
3. Нет объяснения принятых для моделирования диапазонов эксцентриситета продольной силы и процентов армирования (стр. 86).

Указанные замечания не влияют на достоверность и корректность основных выводов и предложений автора и не снижают научно-практической значимости выполненной работы.

Заключение

Диссертация Плюснина М.Г. на тему «Обеспеченность несущей способности сжатых железобетонных элементов в условиях замораживания и оттаивания» 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».

Диссертация М. Г. Плюснина является завершённой самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной на достаточном научном уровне. Результаты работы имеют прикладное значение в области конструирования железобетонных конструкций.

Основные научные результаты диссертации в достаточном количестве опубликованы в российских и международных рецензируемых научных изданиях.

Соискатель корректно ссылается на авторов и источники заимствования материалов. Результаты научных работ, выполненных автором, соответствующим образом отмечены в диссертации.

Таким образом, диссертация Плюснина Михаила Геннадиевича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует критериям пп. 9-11, 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки).

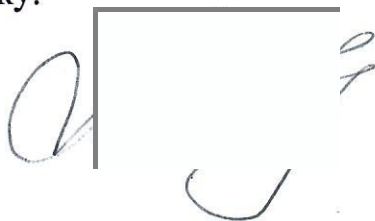
Отзыв обсужден и принят на расширенном заседании кафедры «Строительные конструкции, здания и сооружения». Результаты голосования: «за» 12 чел., «против» 0 чел., «воздержалось» 0 чел., протокол № 6 от 05.12.2022 г.

И.о. заведующего кафедрой
«Строительные конструкции, здания
и сооружения» д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО ПГУПС,



Пегин Павел Анатольевич

Я, Титова Тамила Семеновна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Титова Тамила Семеновна

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9. Тел. +7(812)315-26-21, E-mail: dou@pgups.ru