

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, доцента Гравит Марины Викторовны

на диссертационную работу Фёдорова Владимира Юрьевича
«Огнестойкость железобетонных балок с учетом их технического состояния
в условиях эксплуатации», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная
безопасность (технические науки, отрасль строительство)

Актуальность темы диссертации.

Диссертация Фёдорова В.Ю. посвящена решению проблеме оценки
огнестойкости строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений.

Актуальность работы обусловлена тем, что современные методы нормирования
и проектирования огнестойкости строительных конструкций не позволяют учитывать
влияние износа (изменение технического состояния), возникающего в процессе
эксплуатации, на их огнестойкость.

Износ строительных конструкций обусловлен возникновением повреждений и
дефектов, приводящих к снижению несущей способности – основного параметра,
определяющего огнестойкость строительных конструкций.

Отсутствие учета износа (изменение технического состояния) при оценке
огнестойкости приводит к недооценке реальной опасности пожара для
эксплуатируемых зданий и сооружений.

Автором было сформулированы основные положения метода оценки огнестойкости
железобетонных балок, учитывающего влияние изменения их технического состояния на
огнестойкость в условиях эксплуатации зданий и сооружений.

Цель исследования заключается в разработке метода оценки эксплуатационных
пределов огнестойкости строительных конструкций (на примере железобетонных
балок) с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1) разработка общей схемы оценки огнестойкости строительных
конструкций (на примере железобетонных балок) с учетом их технического
состояния в условиях эксплуатации;

2) исследование особенностей численного моделирования теплофизической
задачи при оценке огнестойкости железобетонных балок;

3) определение коэффициента утраты огнестойкости различных типов
железобетонных балок в зависимости от их технического состояния в условиях

бх № 7/1 от 10.01.2022 г.

эксплуатации;

4) разработка классификации железобетонных балок по категориям технического состояния с учетом изменения эксплуатационных пределов огнестойкости;

5) разработка предложений в нормативные документы по пожарной безопасности, учитывающих влияние технического состояния в условиях эксплуатации строительных конструкций на их огнестойкость.

Основные результаты работы, их новизна и достоверность.

Основные научные результаты опубликованы в научных журналах и материалах научных и научно-практических конференций (11 научных публикаций), в том числе 2 в журналах, включенных в перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК России. Также автором было получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Публикации по теме диссертации отражают основные научные результаты, полученные автором.

Научная новизна работы диссертационной работы заключается в следующем:

1. при исследовании особенностей численного моделирования теплофизической задачи огнестойкости железобетонных балок была выявлена необходимость специального учета зависимостей коэффициентов теплопроводности и теплоемкости бетона в зависимости от его начального влагосодержания в интервале температур 20–90 °C и волны повышенного влагосодержания, возникающей внутри конструкции при пожаре, и в интервале температур 90–140 °C;

2. впервые обнаружена незначительная чувствительность значений коэффициента утраты огнестойкости к конструктивному исполнению различных типов железобетонных балок в зависимости от уровня снижения их несущей способности (технического состояния) при воздействии стандартного температурного режима пожара;

Получена теоретическая зависимость коэффициента утраты огнестойкости железобетонных балок $C_n^f = 0,9966 - 0,016\Delta\Phi$, произведена оценка надежности полученной линейной теоретической зависимости и построен доверительный интервал;

3. на основе выявленной незначительной чувствительности значений коэффициента утраты огнестойкости к конструктивному исполнению различных типов железобетонных балок была разработана классификация железобетонных балок по категориям технического состояния с учетом изменения эксплуатационных пределов огнестойкости;

4. опираясь на совокупность полученных результатов, впервые был разработан метод оценки эксплуатационных пределов огнестойкости строительных

конструкций (на примере железобетонных балок) с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы заключается в:

- разработке программного комплекса по определению фактической огнестойкости железобетонных балок с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации;
- разработке предложений в нормативные документы по пожарной безопасности, регламентирующих влияние технического состояния строительных конструкций на их пределы огнестойкости в условиях эксплуатации;
- разработке ряда примеров по оценке пределов огнестойкости железобетонных балок с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации;
- разработке проекта раздела справочного пособия по оценке фактической огнестойкости железобетонных балок с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации;
- использовании полученных результатов при проведении оценки огнестойкости железобетонных балок с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации;
- возможности прогнозирования огнестойкости железобетонных балок проектируемого здания на момент окончания его рекомендуемого срока эксплуатации при известных условиях эксплуатации;
- возможности дальнейшего развития теории огнестойкости строительных конструкций с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации.

Автором представлено четыре акта внедрения результатов диссертационного исследования.

Степень достоверности полученных результатов и выводов обусловлена:

- использованием существующих результатов огневых испытаний железобетонных балок на огнестойкость;
- использованием существующих результатов обследования технического состояния строительных объектов;
- использованием валидированного и верифицированного программного комплекса *Ansys Mechanical* при решении теплофизической задачи огнестойкости;
- адекватностью программной модели реальным процессам тепловлагопереноса в системе «источник нагрева – бетонная поверхность»;
- удовлетворительной сходимостью полученных результатов численного решения теплофизической задачи огнестойкости эталонных железобетонных балок с результатами огневых испытаний аналогичных конструкций;

– внутренней непротиворечивостью результатов и их согласованностью с данными других исследователей.

Структура и объем работы.

Представленная на отзыв диссертационная работа Фёдорова В.Ю. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 107 наименований и пяти приложений. Объем диссертации составляет 176 страниц машинописного текста.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы научно-техническая гипотеза, цель, задачи исследования, приведены теоретическая и практическая значимость работы, научная новизна, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе проведен анализ существующих методов оценки огнестойкости и представлены результаты натурных огневых испытаний железобетонных балок. Также автором изложены основы оценки технического состояния строительных конструкций в зависимости от времени и условий их эксплуатации. Представлена концепция оценки огнестойкости строительных конструкций с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации.

В заключительной части первой главы, на основе проведенного анализа, сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации разработана общая схема оценки огнестойкости строительных конструкций, которая отражает качественный характер возможного изменения огнестойкости эксплуатируемых строительных конструкций. Также изложены основные положения применяемых методов численного моделирования теплофизической задачи и решения прочностной задачи огнестойкости.

Автором представлены основные положения разработанного метода оценки эксплуатационных пределов огнестойкости строительных конструкций (на примере железобетонных балок) с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации.

В третьей главе приведены результаты верификации применяемых методов численного моделирования теплофизической задачи и решения прочностной задачи огнестойкости. Была выявлена необходимость специального учета зависимостей коэффициентов теплопроводности и теплоемкости бетона в зависимости от его начального влагосодержания в интервале температур 20–90 °C и волны повышенного влагосодержания, возникающей внутри конструкции при пожаре, и в интервале температур 90–140 °C.

Автором определены коэффициенты утраты огнестойкости различных типов железобетонных балок при одних и тех же установленных категориях их технического состояния (утраты несущей способности): 0, 5, 15, 25, 50 %. При этом применялась верифицированная конечно-элементная модель балки в программном комплексе *Ansys Mechanical*.

Далее автором, в рамках проведения математического анализа полученных результатов исследования, получена линейная теоретическая зависимость коэффициента утраты огнестойкости железобетонных балок $C_n^f = 0,9966 - 0,016\Delta\Phi$, проведена оценка надежности и построен доверительный интервал линии регрессии.

Полученные автором результаты использованы при разработке классификации железобетонных балок по категориям технического состояния в зависимости от соответствующих значений коэффициента утраты их огнестойкости в условиях эксплуатации.

Автором разработан программный комплекс в C⁺⁺, позволяющий произвести оценку эксплуатационного предела огнестойкости железобетонных балок.

В четвертой главе представлены примеры оценки пределов огнестойкости железобетонных балок с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации. Приведены разработанные предложения в нормативные документы по пожарной безопасности, регламентирующие влияние технического состояния строительных конструкций на их пределы огнестойкости в условиях эксплуатации; разработанный в диссертации проект раздела справочного пособия позволяет проводить фактическую оценку огнестойкости эксплуатируемых железобетонных балок.

В заключении Фёдоров В.Ю. корректно обобщил результаты проведенных исследований, доказав их актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость.

Замечания и рекомендации по диссертации

Несмотря на актуальность и научную значимость диссертационной работы, проведение технически сложных вычислительных расчетов в программном комплексе *Ansys Mechanical* и высокую степень достоверности полученных результатов, необходимо отметить следующие недостатки:

1. Работа посвящена изучению огнестойкости железобетонных балок с учетом их технического состояния «в условиях эксплуатации», при этом про собственно условия эксплуатации (климатические характеристики, временные факторы воздействия и т.д.) нигде не упоминается. Речь идет только о конечном результате: категориях технического состояния.
2. В работе желательно было привести статистические данные по пожарам в эксплуатируемых зданиях и сооружениях в зависимости от их степени износа;
3. Не приводятся компенсирующие мероприятия по повышению эксплуатационного предела огнестойкости в случае несоответствия требуемому значению в условиях эксплуатации.
4. Автор много внимания уделил операциям расчета в ПК ANSYS, при этом

практически не показал алгоритм расчета, ввод данных и интерпретацию результатов в его собственной программе.

5. На рис. 3.7 кривая б должна быть сплошной линией, а не пунктирной. То же и на рис. 3.92.

6. Приложение Г не является обязательным.

В целом, работа написана технически грамотным языком и свидетельствует о большом объеме проведенных автором исследований. Указанные замечания носят характер рекомендаций и не снижают общую положительную оценку работы.

Заключение.

Диссертационная работа Фёдорова Владимира Юрьевича на тему: «Огнестойкость железобетонных балок с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации» выполнена на высоком научном уровне и является законченной научно-квалификационной работой.

Текст автореферата полностью отражает содержание диссертации.

По содержанию, научной и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Фёдорова В.Ю. соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль строительство).

Доцент Высшей школы промышленно-
гражданского и дорожного строительства
Инженерно-строительного института
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого»,
кандидат технических наук, доцент

27.12.2021 г.

+7 (921) 912 64 07,
e-mail: gravit_mv@spbstu.ru,
marina.gravit@mail.ru



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»).
195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29. Тел.: +7(812)297-59-49;
email: deanery@cef.spbstu.ru. Сайт: <https://www.spbstu.ru>.