

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника Академии
ГПС МЧС России по научной работе
доктор технических наук, профессор

М.В. Алешков

«05» апреля 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»
(Академия ГПС МЧС России)

Диссертация «Огнестойкость железобетонных балок с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации» выполнена на кафедре пожарной безопасности в строительстве (в составе учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты) Академии ГПС МЧС России.

В период подготовки диссертации соискатель Фёдоров Владимир Юрьевич работал преподавателем-методистом факультета подготовки научно-педагогических кадров в Академии ГПС МЧС России.

В 2016 году окончил Академию ГПС МЧС России по специальности «Пожарная безопасность». В период с 2016 по 2019 гг. соискатель Фёдоров Владимир Юрьевич обучался в адъюнктуре факультета подготовки научно-педагогических кадров в Академии ГПС МЧС России по очной форме, где были положительно сданы кандидатские экзамены и получена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Справка об обучении (периоде обучения) в адъюнктуре выдана в 2019 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (№ 05-2019 от 01 июля 2019 г.).

Научный руководитель – Ройтман Владимир Миронович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», до 01.11.2019 г. - профессор кафедры пожарной безопасности в строительстве (в составе учебно-научного центра проблем пожарной безопасности в строительстве).

По итогам межкафедрального заседания принято следующее заключение.

Общая оценка работы.

Диссертация Фёдорова Владимира Юрьевича представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи по разработке метода оценки эксплуатационных пределов огнестойкости железобетонных балок с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации, что вносит значительный вклад в развитие теории огнестойкости строительных конструкций.

Объем диссертации составляет 176 страниц машинописного текста. Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 107 наименований и 5 приложений.

Актуальность темы исследования.

Техническое состояние строительных объектов (конструкций, зданий, сооружений) в зависимости от условий и длительности эксплуатации постепенно ухудшается вследствие развития процессов износа, возникающих в материале строительных конструкций. Ухудшение технического состояния строительных конструкций приводит к снижению их несущей способности и, соответственно, к снижению их огнестойкости.

Современные методы нормирования и проектирования огнестойкости строительных конструкций не позволяют учитывать влияние длительности и условий эксплуатации на их огнестойкость. В основном в практике обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений рассматриваются строительные конструкции с проектными характеристиками.

Реальное техническое состояние строительных конструкций при пожаре не соответствует проектному значению в этих условиях и приводит к недооценке реальной опасности пожара для эксплуатируемых зданий и сооружений.

Таким образом, возникает необходимость в проведении специальных исследований, направленных на разработку методов оценки огнестойкости зданий и сооружений, выполненных из железобетонных конструкций, в частности железобетонных балок, учитывающих влияние изменения их технического состояния на огнестойкость.

Степень разработанности темы исследования.

В области оценки огнестойкости строительных конструкций существует большое количество работ по проведенным экспериментальным и теоретическим исследованиям. Основные принципы оценки фактической огнестойкости конструкций были заложены в работах М.Я. Ройтмана, В.И. Мурашева, А.И. Яковлева, А.Ф. Милованова, В.В. Жукова, К. Kordina, Т. Harmathy.

Дальнейшее развитие методов расчета огнестойкости строительных конструкций продолжили В.М. Ройтман, В.И. Голованов, Н.И. Зенков, В.П. Бушев, В.А. Пчелинцев, В.С. Федоренко, В.С. Федоров, В.Л. Страхов, В.В. Соломонов, В.Г. Олимпиев, А.Н. Дмитриев и др.

Анализ работ и действующих нормативных документов по пожарной безопасности показал, что до сих пор отсутствуют методы оценки огнестойкости строительных конструкций с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации, а также нормы по пожарной безопасности, регламентирующие учет влияния технического состояния строительных конструкций на их огнестойкость на протяжении всего срока эксплуатации.

Учитывая тот факт, что механизм утраты огнестойкости железобетонных балок учеными достаточно хорошо изучен, в настоящей диссертационной работе при исследовании вопросов влияния технического состояния на огнестойкость железобетонных балок целесообразно использовать метод численного моделирования теплофизической задачи. Это позволит достичь максимальной точности проводимых вычислений без проведения трудоемких и дорогостоящих натурных огневых испытаний.

В настоящей диссертационной работе было установлено, что использование существующих линейных зависимостей коэффициента теплопроводности и теплоемкости при проведении численного моделирования теплофизической задачи огнестойкости не позволяет учитывать процессы тепловлагопереноса, происходящие в локальных объемах бетона. Вследствие чего возникает необходимость в проведении дополнительных исследований особенностей численного моделирования теплофизической задачи при оценке огнестойкости железобетонных балок.

Изучение технических отчетов и обобщенных результатов исследований одного из крупнейших советских и российских ученых в области технологии и организации строительного производства, член-корреспондента РААСН, профессора, доктора технических наук Александра Алексеевича Афанасьева позволило сделать следующий вывод: несущая способность (техническое состояние) железобетонных конструкций на протяжении всего срока эксплуатации может изменяться в очень широких пределах и весьма существенно влиять на срок

эксплуатации.

Кроме этого, в настоящей диссертационной работе установлено, что оценка технического состояния строительных объектов основывается на использовании достаточно обширного списка нормативных документов, рекомендаций и пособий, в которых приведены различные классификации эксплуатируемых строительных конструкций по категориям технического состояния. Однако отсутствует классификация, позволяющая проводить оценку огнестойкости строительных конструкций с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации.

Существует концепция по оценке огнестойкости эксплуатируемых строительных конструкций, разработанная профессором В.М. Ройтманом, в которой предлагаются понятия о проектном $\Pi_{\phi}^{\text{пр}}$, эксплуатационном $\Pi_{\phi}^{\text{экс}}$ пределах огнестойкости строительных конструкций, о коэффициенте утраты огнестойкости эксплуатируемой конструкции. Важно отметить, что в рамках развития данной концепции необходимо провести исследования особенностей изменения коэффициента утраты огнестойкости различных типов железобетонных балок в зависимости от их технического состояния в условиях эксплуатации.

Личный вклад автора в получении научных результатов.

Результаты проведенных исследований получены автором лично и при его непосредственном участии. Автор принимал участие в обсуждении полученных результатов исследования и формулировке выводов. Опубликованные по результатам диссертационной работы научные статьи написаны им лично и в соавторстве, его личный вклад в эти работы не вызывает сомнений. Полученные результаты и их интерпретация докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Достоверность представленных в диссертации результатов достигается:

- 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.

Научная новизна диссертационной работы:

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

– разработана общая схема оценки огнестойкости строительных конструкций (на примере железобетонных балок) с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации, отражающая качественный характер возможного изменения огнестойкости эксплуатируемых строительных конструкций;

– разработан метод оценки эксплуатационных пределов огнестойкости строительных конструкций (на примере железобетонных балок) с учетом их технического состояния;

– 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» пожара. Получена теоретическая зависимость коэффициента утраты огнестойкости железобетонных балок $C_n^f = 0,9966 - 0,016\Delta\Phi$;

– разработана классификация железобетонных балок по категориям технического состояния с учётом изменения эксплуатационных пределов огнестойкости.

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 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.

Практическая реализация диссертационной работы заключалась в использовании результатов:

- в практической деятельности ООО «МаксСтрой» при проектировании зданий и сооружений из железобетонных конструкций, предназначенных для работы в агрессивных средах;
- в практической деятельности ООО «Белтехстрой» при решении теплотехнической задачи в рамках проектирования огнестойкости железобетонных конструкций, предназначенных для работы в условиях повышенной влажности окружающей среды;
- в учебном процессе при разработке учебно-методических материалов по дисциплине «Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре»;
- в практической деятельности ООО «Фарро», а именно, разработанный метод оценки эксплуатационных пределов огнестойкости железобетонных балок применялся при проектировании огнестойкости железобетонных балок дистрибуторского центра «Есипово», расположенного по адресу: Московская область, Солнечногорский район, д. Есипово, с учетом возможного воздействия на них условий эксплуатации.

Рекомендации по использованию результатов диссертации.

Полученные результаты могут быть в дальнейшем использованы:

- при проведении оценок огнестойкости железобетонных балок с учетом изменения их технического состояния в условиях эксплуатации;
- в научно-исследовательских работах и учебном процессе образовательных учреждений пожарно-технического профиля;
- совершенствовании нормативных документов по пожарной безопасности;
- в дальнейшем развитии теории огнестойкости строительных конструкций с учетом их технического состояния.

Полнота опубликования основных научных результатов, полученных автором.

Все основные научные результаты, полученные автором, достаточно полно 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 и получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности, по которой она рекомендуется к защите.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.26.03 Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль - строительство), а именно:

пункту 5 «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов горения, пожаро- и взрывоопасных свойств веществ, материалов, производственного оборудования, конструкций, зданий и сооружений».

Диссертация на тему: «Огнестойкость железобетонных балок с учетом их технического состояния в условиях эксплуатации» Фёдорова Владимира Юрьевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль - строительство).

Заключение принято на совместном заседании профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты, учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности, кафедры инженерной теплофизики и гидравлики, кафедры общей и специальной химии Академии ГПС МЧС России.

Присутствовали на заседании 21 чел. Результаты голосования: «за» - 21 чел.; «против» - нет; «воздержавшихся» - нет (протокол заседания учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты № 3 от 30.03.2021 г.)

Начальник учебно-научного комплекса
пожарной безопасности объектов защиты
доктор технических наук, профессор
полковник внутренней службы



Д.А. Самошин