

«Утверждаю»

Врио генерального директора

АО «НИИ «Строительство»

Климова Наталья Александровна



2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Безбородова Владимира Игоревича на тему:
«Устойчивость при пожаре светопрозрачных фасадных конструкций
высотных жилых зданий», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и
промышленная безопасность» (технические науки).

Актуальность темы диссертационной работы

Пожары в высотных зданиях характеризуются высокими разрушительными последствиями, зачастую с гибелью людей. Характер развития данных пожаров имеет схожий сценарий, пламя распространяется по фасаду здания, переходя с этажа на этаж, не встречая на своем пути каких либо преград, способных его остановить.

На сегодняшний день наибольшую популярность приобретают фасады высотных зданий, выполненные из светопрозрачных конструкций. Стекло, обладая низкой устойчивостью к воздействию высоких температур пожара, разрушаясь, дает возможность выходу пожара на фасад здания и дальнейшему его распространению на вышележащие этажи.

Нормативными документами, по пожарной безопасности, для ограничения распространения пожара по фасаду, определено, что фасад здания выполняется огнестойким или предусматриваются глухие междуэтажные огнестойкие пояса, выполняющие роль барьеров, через которые пожар не должен перейти на вышележащий этаж. Однако, в высотных зданиях, с наружной стороны здания возникают значительные восходящие воздушные (конвективные) потоки, способные оказывать влияние на характер развития внешнего пожара, значительно увеличивая высоту пламени.

В этой связи, получение новых научных данных позволяющих совершенствовать методы и способы ограничения распространения пожаров по светопрозрачным фасадам, особенно высотных зданий, является актуальной научной задачей. Это обусловлено, во-первых, высокими темпами развития высотного строительства и разнообразием систем фасадного остекления, во-вторых, в ограниченных возможностях применения результатов стандартных испытаний, не отражающих условия реального пожара, при выходе его на фасад здания, а также не

Вх. л. В.106 от 02.12.2019

учитывающих внешние факторы, присущие для высотного строительства (мощный конвективный поток).

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

Во введении автором раскрыта актуальность темы диссертационной работы, сформулирована общая научная концепция исследования, а также поставлена цель и задачи исследования. Соискателем определен объект и предмет исследования, научная новизна и практическая ценность работы. Приведены результаты апробации и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ применяемых в строительстве видов светопрозрачных конструкций фасадов зданий, рассмотрены их особенности применения, достоинства и недостатки. Установлено, что наибольшее распространение получила, стоечно-ригельная система, изготавливаемая из алюминиевых стоек и ригелей, и светопрозрачного заполнения, выполняемого из различных типов стеклопакетов, как огнестойких, так и из обычного листового стекла. В подавляющем большинстве, светопрозрачное заполнение принимается не огнестойким, при этом для ограничения распространения пожара по фасаду предусматривают глухие междуэтажные пояса, высотой 1,2 метра.

Проанализирован характер развития пожаров в высотных зданиях, в результате установлено, что зачастую пожар распространяется с наружной стороны здания, в результате перехода пламени через оконные проемы, обладающие низкой устойчивостью к воздействию высоких температур.

Проведен анализ способов, направленных на ограничение распространения пожаров с наружной стороны здания, к таковым относятся:

- изготовление огнестойких фасадов, на основе стеклопакетов со специальными гелиевыми составами, при нагревании которых образуется теплоизолирующий слой, защищающий стеклопакет от разрушения;
- применение специальных систем водяного орошения светопрозрачных конструкций, снижающих тепловое воздействие от пожара;
- использование специальных огнестойких штор, экранирующих температурное воздействие на стекло;
- конструктивные способы, предназначенные для изменения конфигурации пламени и недопущения воздействия пламени на стекло (применяется исключительно на фасадах зданий), к таковым относятся: междуэтажные пояса; балконы, козырьки.

Значительное место уделено изучению работ зарубежных и российских ученых, исследовательская деятельность которых направлена на изучение характера развития наружных пожаров, влияния пожара на поведение светопрозрачных конструкций. Установлено, что на высоту

пламени и размеры температурных полей формируемых вдоль плоскости фасада оказывает влияние соотношение сторон открытого проема, а также параметры горючей нагрузки. Выявлены эмпирические зависимости, позволяющие расчетным путем спрогнозировать размеры пламени. Однако, соискатель делает вывод, о том, что данные зависимости не позволяют оценить дополнительного воздействия на высоту пламени внешнего вертикально направленного конвективного потока, формируемого вдоль плоскости фасада здания. Этот факт ограничивает применимость данной теории для высотных зданий.

Проведен обзор российских и зарубежных национальных стандартов, определяющих методы испытаний и оценки пожарной опасности светопрозрачных фасадных конструкций. Установлено, что сложившаяся на сегодня в России система стандартизации не способствует проведению огневых испытаний позволяющих объективно оценить реальную пожарную опасность светопрозрачного фасада здания.

В заключение главы поставлены задачи исследования.

Во второй главе представлено обоснование применяемого в работе термина – устойчивость при пожаре (пожароустойчивость) светопрозрачного фасада – это способность фасада противостоять разрушению и предотвращать переход пожара на смежные этажи в условиях реального пожара. Критерием потери пожароустойчивости светопрозрачного фасада является обрушение или выпадение фрагментов светопрозрачного заполнения фасада, способствующих распространению пожара по зданию.

Сформулирована функциональная зависимость пожароустойчивости светопрозрачного фасада от параметров горючей нагрузки, самой светопрозрачной конструкции и критериев разрушения стеклопакетов конструкции фасада.

Установлены критерии разрушения светопрозрачных конструкций при пожаре. Выявлено, что все критерии являются эмпирическими данными, полученными в условиях маломасштабных экспериментов.

Предложена структурно-логическая модель алгоритма определения устойчивости при пожаре светопрозрачной фасадной конструкции. Данный алгоритм позволяет расчетным способом прогнозировать распространение пожара по светопрозрачным конструкциям фасада и выбирать необходимые способы ограничения развития пожара.

В заключении сделан вывод о необходимости организации и проведения серии натурных огневых экспериментов, направленных на получение новых сведений о критериях устойчивости при пожаре светопрозрачных фасадных конструкций, а также данных о влиянии конвективных потоков на характер распределения температурных полей пожара выходящего из окна горящего помещения.

Третья глава содержит результаты экспериментальных исследований пожароустойчивости светопрозрачного фасада высотного здания. В первой части главы представлена методика проведения натурального

огневого эксперимента. Сформулирована цель и задачи эксперимента. Во второй части главы представлены результаты натурального огневого эксперимента (скорость прогрева стеклопакета и критический режим температурного воздействия пожара, при котором происходит разрушение стеклопакета и потеря его целостности; влияние площади оконного проема на размер пламени и высоту температурных полей формируемых вдоль плоскости фасада; влияние ветровых (конвективных) потоков, направленных вдоль фасада здания на характер наружного пожара).

В заключительной части соискатель делает вывод о том, что междуэтажный пояс высотой 1,2 метра не способен предотвратить распространение пожара по светопрозрачным фасадам высотных зданий.

В четвертой главе предложен практический способ ограничения распространения пожара по светопрозрачному фасаду высотного здания, основанный на снижении площади оконного проема, через которое пожар выходит наружу. Представлена методика натурального огневого эксперимента, направленного на оценку эффективности предлагаемого способа ограничения распространения пожара, по светопрозрачному фасаду здания.

Установлено, что снижение площади оконного проема более чем на $\frac{2}{3}$ снижает высоту выходящего пламени в 2 раза, что обеспечивает сохранение устойчивости светопрозрачного заполнения и нераспространение пожара по фасаду высотного жилого здания.

В заключении обобщены результаты каждой главы работы и работы в целом. В приложении представлены акты внедрения результатов диссертационной работы, акты и протоколы натуральных огневого испытаний.

Достоверность результатов и выводов не вызывает сомнений и подтверждается сравнением с экспериментальными данными, апробированными аналитическими и численными результатами. Следует отметить применение для решения поставленных задач апробированных математических методов и значительный объем аналитических и экспериментальных исследований. Достоверность результатов подтверждается также использованием поверенного оборудования и достаточной точностью средств измерения; использованием обоснованных математических моделей, применяемых для решения задач по определению параметров пламени; проведением 2-х натуральных огневого испытаний светопрозрачных фасадов в условиях реальных пожаров, характерных для жилых высотных зданий; удовлетворительной сходимостью результатов эксперимента и теоретических расчетов.

К теоретической значимости работы следует отнести решение научной задачи по выявлению предельных состояний и выявлению критериев разрушения светопрозрачных конструкций при пожаре в высотных жилых зданиях; установлению зависимости температурных полей по высоте фасада от площади оконного заполнения помещения очага пожара; определению зависимости высоты пламени от скорости восходящих воздушных потоков.

Теоретические исследования, представленные в работе, являются научным обоснованием предпосылок для совершенствования методологии оценки пожарной опасности светопрозрачных фасадных конструкций, создании нового метода испытаний средств и способов ограничения распространения пожара по светопрозрачным фасадам зданий.

Практическая значимость заключается в следующем:

- разработанный алгоритм расчета позволяет спрогнозировать характер распределения температурных полей вдоль плоскости фасада высотного жилого здания, на основании чего можно определить требования к показателям устойчивости при пожаре светопрозрачных конструкций и обосновывать противопожарные мероприятия по предотвращению распространения пожара по светопрозрачным фасадам высотных жилых зданий;

- разработана методика натуральных огневых испытаний по оценке пожароустойчивости светопрозрачного фасада высотных жилых зданий;

- в условиях двух натуральных огневых экспериментов установлены параметры развития пожара, особенности и критерии разрушения светопрозрачного фасада высотных жилых зданий, а также характер распределения температурных полей по высоте светопрозрачного фасада;

- установлена степень влияния междуэтажного пояса на предотвращение распространения пожара по светопрозрачному фасаду высотного жилого здания;

- в условиях натуральных испытаний установлена эффективность снижения (перекрывания) площади оконного проема помещения очага пожара для понижения высоты пламени и интенсивности теплового воздействия на оконные конструкции вышележащего этажа. Одним из способов достижения этой цели является применение опускающегося экрана из негорючих материалов.

Основные результаты работы отражены в одном отчете НИР, опубликованных статьях, докладах на международных научно-практических конференциях.

Научная новизна диссертационной работы Безбородова В.И. заключается в:

- теоретическом обосновании алгоритма оценки устойчивости светопрозрачной фасадной конструкции при пожаре в жилом высотном здании;

- разработке методики натурального огневого испытания по оценке пожароустойчивости светопрозрачного фасада высотного жилого здания;

- получении сведений о характере распределения температурных полей по фасаду высотного жилого здания при максимальной степени развития пожара;

- определении предельных состояний и критериев разрушения светопрозрачного заполнения фасада помещения очага пожара;

– определении высоты пламени над помещением очага пожара от площади разрушенного оконного проема;

– получении данных о характере распределения температурных полей по высоте фасада здания при скорости восходящих воздушных потоков (3 м/с), характерных для высотных зданий.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при проектировании жилых высотных зданий со светопрозрачными фасадами, в практической оценке обоснованности мероприятий по ограничению распространения пожара по фасаду здания. В работе обоснован и практически подтвержден термин пожароустойчивость светопрозрачной фасадной конструкции, отражающий характер поведения данных конструкций в условиях пожара. Также результаты работы могут быть использованы для актуализации и расширения государственных стандартов, содержащих требования к методам испытаний светопрозрачных фасадов на показатели пожарной опасности.

По содержанию диссертационной работы имеются следующие **замечания и рекомендации.**

1. Для более широкого практического применения результатов диссертационной работы необходимо провести исследования направленные на изучения влияния параметров стеклопакетов на их устойчивость при различных режимах температурного воздействия.

2. В работе не уделяется внимание компьютерному моделированию процессов развития пожаров в жилых зданиях.

3. В дальнейших исследованиях следовало бы уделить внимание процессам протекающим при пожарах на вентилируемых фасадах.

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку работы, ее научную и практическую значимость. Данные замечания и пожелания носят рекомендательный характер и определяют дальнейшую работу соискателя в этой области исследований. Работа носит завершенный характер. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Заключение.

Диссертационная работа на тему «Устойчивость при пожаре светопрозрачных фасадных конструкций высотных жилых зданий», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки), является законченной научно-квалифицированной работой, полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Безбородов Владимир Игоревич заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная

безопасность» (технические науки).

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрены и одобрены на заседании Научного экспертного бюро пожарной, экологической безопасности в строительстве (НЭБ ПБС) ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство» (протокол № 17 от 29.10.2019 г.).

Заместитель директора по научной работе
ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко
АО «НИЦ «Строительство»
тел.: 8 (499) 171 2650, 8 (495) 766 8136
e-mail: dtsniisk@rambler.ru

Пономарев
Олег Иванович

Заместитель руководителя бюро
НЭБ ПБС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
АО «НИЦ «Строительство»
тел.: 8 (499) 170-13-33
e-mail: nebps_tsniisk@mail.ru

Ладыгина
Ирина Романовна

Подписи О.И. Пономарева и И.Р. Ладыгиной
Удостоверено
И.И. Казаков по поручению г-жи С.А. Милошевич

Акционерное Общество «Научно-исследовательский центр «Строительство»
(АО «НИЦ «Строительство»),
109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д.6, к. 1. +7 (495) 602-00-70,
www.cstroy.ru, inf@cstroy.ru.