

ОТЗЫВ

официального оппонента Гаращенко Анатолия Никитовича на диссертационную работу Круглова Евгения Юрьевича «Огнестойкость ограждающих деревянных лёгких каркасных конструкций с полимерной теплоизоляцией», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль строительство).

Рассмотрев диссертацию, автореферат и публикации Круглова Е.Ю. были определены следующие характеристики рассматриваемой работы:

1. Актуальность темы

Древесина является одним из наиболее применяемых конструкционных материалов в жилом и общественном домостроении. Широкое распространение в мире получило строительство мало- и среднеэтажных деревянных зданий и сооружений лёгкого каркасного типа, потребность в которых постоянно возрастает. В нашей стране высокими темпами развивается малоэтажное строительство торговых центров, офисов, развлекательных комплексов и баз отдыха, многоквартирных и многоэтажных жилых зданий с ограждающими и несущими лёгкими деревянными каркасными конструкциями (ЛДКрК), состоящими из деревянного каркаса и обшивок (облицовочных плит), в пространстве между которыми размещается теплоизоляционный материал (ТИМ). Важной проблемой в строительстве деревянных зданий и сооружений каркасного типа является обеспечение требуемого уровня огнестойкости и в целом пожарной безопасности, а также эффективной теплозащиты.

Для изготовления ЛДКрК чаще всего применяются материалы, обладающие высокой пожарной опасностью. Это может привести к возгоранию и быстрому распространению пожара (за несколько минут) по всему зданию, и, как следствие, к высокой вероятности гибели людей при пожаре и крупному материальному ущербу. В связи с этим, работа Круглова Е.Ю., целью которой является повышение огнестойкости ограждающих ЛДКрК и обеспечение требуемого уровня их пожарной безопасности за счет применения современных облицовочных и теплоизоляционных материалов, а также средств огнезащиты для древесины является важной и актуальной. Актуальным является также комплексный подход к решению поставленной задачи, предполагающий исследование закономерностей термического разрушения рассматриваемых материалов и определение таких неизученных ранее характеристик материалов как тепловыделения, показатели пожарной опасности, усадки и пр.

Вкл. в/32 от 19.02.2018

2. Научная новизна

Научная новизна диссертационной работы Круглова Е.Ю. определяется в значительной степени тем, что:

- Впервые были организованы и проведены испытания при стандартном режиме пожара фрагментов несущих ограждающих ЛДКрК с разной комбинацией облицовочных плит и ТИМ. Анализ и обобщение полученных результатов позволил определить фактические пределы огнестойкости и вклад в огнестойкость каждого из составляющих элементов, а также обосновать наиболее оптимальные конструктивные решения. Установлено, в частности, что использование полимерной теплоизоляции «PENOCOM», рекомендуемой соискателем взамен базальтоволокнистой плиты, позволяет увеличить фактический предел огнестойкости ограждающей конструкции почти в 2 раза.

- Впервые с помощью стандартного проточного калориметра получены характеристики тепловыделения для образцов древесины хвойных и лиственных пород. Показано, что обработка древесины огнезащитными составами с разным механизмом действия приводит к значительному (от 2-х до 9-ти раз) снижению общего тепловыделения при пламенном горении древесины, а также снижению интенсивности нарастания скорости тепловыделения как на стадии пламенного, так и тлеющего горения.

- Впервые установлен механизм и определены эффективные макрокинетические параметры пиролиза и термоокислительного разложения полимерного пенокомпозита «PENOCOM», оценена его формоустойчивость при повышенной температуре в сравнении с другими видами ТИМ.

- Получены результаты численных теплотехнических расчетов конструкций с полимерной и неорганической теплоизоляцией по одномерной модели прогрева методом конечных элементов с привлечением программного комплекса ANSYS, удовлетворительно согласующиеся с экспериментальными результатами по значениям пределов огнестойкости конструкций и вклада отдельных элементов.

3. Практическая значимость выполненной диссертационной работы

Практическая ценность диссертации заключается в возможности использования в строительстве разработанной и испытанной ограждающей деревянной каркасной конструкции, обеспечивающей достаточно высокий предел огнестойкости. Доказано, что трудногорючий, неплавкий, коксообразующий и не тлеющий после удаления источника нагрева полимерный пенокомпозит «PENOCOM» может успешно конкурировать с базальтоволокнистой теплоизоляцией в обеспечении пожарной безопасности и

повышении огнестойкости ограждающих деревянных конструкций. С учетом преимуществ материала «PENOCOM» по технологии производства и стоимостным показателям целесообразно широкое использование этого материала в строительстве (для теплоизоляции внешних и внутренних конструкций зданий, фасадов, стен и перегородок, чердачных перекрытий и пр.). Значительный интерес представляет применение этого ТИМ в сочетании со стекломгнезитовыми листами для производства панелей с несущими и ограждающими функциями.

Полученные в диссертации характеристики тепловыделения древесины разных пород при отсутствии и наличии огнезащиты, макрокинетические параметры разложения полимерной теплоизоляции и теплофизические свойства материалов могут использоваться при моделировании динамики развития пожара, прогнозировании нарастания опасных факторов пожара в помещениях деревянных каркасных зданий разного функционального назначения, а также при расчетах и обеспечении пределов огнестойкости ограждающих деревянных конструкций, включающих указанные материалы (в том числе при сценариях пожара, отличающихся от стандартного).

4. Оценка содержания и оформления диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников из 94 наименований и приложений. Работа изложена на 128 страницах машинописного текста, содержит 46 рисунков и 13 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, отражена новизна, практическая значимость и достоверность результатов исследования.

В первой главе проведен обстоятельный анализ состояния рассматриваемой проблемы. Рассмотрены современные строительные материалы и новые направления в строительстве зданий и сооружений с применением древесины и материалов на ее основе, а также облицовочных материалов и современных видов ТИМ. Сделан вывод, что повышение огнестойкости и обеспечение пожарной безопасности ЛДКрК возможно за счёт обоснованного применения новых материалов, а также огнезащиты элементов каркаса из древесины.

В работе отмечено, что основными видами на рынке полимерной теплоизоляции являются пенополистиролы и пенополиуретаны, имеющие широкое применение в малоэтажном строительстве. Проведен анализ отечественной и зарубежной литературы о пожарной опасности разных видов полимерных ТИМ и современных видов облицовочных материалов.

Имеющиеся результаты свидетельствуют об их высокой пожарной опасности (они интенсивно горят с образованием токсичных продуктов). На основании проведенного анализа соискателем показана перспективность применения в строительстве трудногоряемого полимерного пенокомпозиата «PENOCOM».

Обоснована необходимость проведения исследований огнестойкости различных вариантов конструкций, а также показателей пожаробезопасности, тепловыделений и других характеристик применяемых материалов, требуемых для рационального конструктивного исполнения ЛДКрК.

Во второй главе изложены характеристики исследуемых объектов и методы их комплексного экспериментального исследования. Определение пределов огнестойкости фрагментов ограждающих конструкций при стандартном режиме пожара проводилось на лабораторной установке (стенде) «Огневая печь» на кафедре пожарной безопасности Академии ГПС МЧС РФ.

Использовались образцы в виде фрагментов несущих ограждающих ЛДКрК (перегородок, стен). Были выбраны трех- и четырехслойные системы с разной комбинацией обшивок и теплоизоляции. В качестве теплоизоляции применялись минеральные плиты Rockwool Light и полимерный пенокомпозиат «PENOCOM»). В качестве каркаса ограждающих конструкций использовалась древесина хвойных и лиственных пород, а для ее огнезащиты - пропиточный состав «КСД-А», а также вспучивающееся покрытие на основе модифицированных полисахаридов растительного сырья (МПС). В ходе экспериментов проводились измерения температуры в различных зонах фрагментов.

В работе обоснована важность информации о характеристиках тепловыделения при горении рассматриваемых материалов для обеспечения требуемых показателей пожаробезопасности ЛДКрК, в частности, их огнестойкости. Для исследований предложено использовать проточный конкалориметр, применение которого практикуется в авиации. По общепринятым методам предусмотрено определение показателей пожарной опасности материалов, параметров термодеструкции, формоустойчивости и термоусадки.

В третьей главе (учитывая тему диссертационной работы) было бы логично представить результаты исследований огнестойкости фрагментов ограждающих ЛДКрК. Однако в этой главе приведены результаты определения характеристик тепловыделения, относящихся, безусловно, к числу важнейших свойств деревянных элементов каркасных конструкций. А исследования огнестойкости рассматривается только в пятой главе, что несколько мешает должному восприятию главных итогов работы.

Характеристики тепловыделения определены по методу ASTM E 90 6 на проточном калориметре марки HRR 3 типа OSU, применение которого

оговорено международными «Авиационными правилами». Соискателем исследовалось общее тепловыделение при пламенном горении древесины, а также снижение интенсивности нарастания скорости тепловыделения как на стадии пламенного, так и тлеющего горения. Исследовано влияние двух огнезащитных составов на снижение тепловыделения при горении древесины. Получены уникальные экспериментальные данные, которые можно использовать при прогнозировании опасных факторов пожара, что нельзя определить при использовании стандартного метода (НПБ 251-98). Показана эффективность использования вспучивающего состава для снижения характеристик тепловыделения. Приведенные результаты свидетельствуют о существенном снижении максимальной скорости тепловыделения и увеличении времени достижения её максимального значения. Эти результаты востребованы при выборе средств огнезащиты конструкций из древесины (в том числе ограждающих ЛДКрК).

Четвертая глава посвящена определению механизма и макрокинетических параметров пиролиза и термоокислительного разложения полимерной теплоизоляции – пенокомпозиата «PENOCOM», а также анализу формоустойчивости этого материала в сравнении с другими видами полимерной и неорганической теплоизоляции.

Получены результаты изучения механизма поведения полимерных ТИМ при их нагреве в среде воздуха и инертного газа, а также макрокинетические параметры, характеризующие эти процессы (энергию активации и предэкспоненциальный множитель). Полученные соискателем данные по механизму и макрокинетическим параметрам разных видов ТИМ могут учитываться при обеспечении пожарной безопасности зданий и сооружений. Вместе с тем следует отметить излишнюю детализацию порядка и промежуточных результатов определения указанных характеристик.

Кроме того в этой главе представлены результаты определения параметров плавления и усадки ТИМ, при которой в ограждающих конструкциях появляется свободное пространство, влияющее на теплопередачу.

Пятая глава посвящена исследованию огнестойкости ограждающих ЛДКрК при воздействии стандартного температурного режима пожара. Образцы моделировали фрагменты стен деревянных зданий лёгкого каркасного типа. Соискателем подготовлены и проведены испытания в огневой печи семи образцов ЛДКрК с различными вариантами их конструктивного исполнения.

Представлены результаты по влиянию материалов теплоизоляции и облицовки на огнестойкость исследуемых конструкций. Их анализ показал, насколько стекломгнезитовые листы могут увеличить предел огнестойкости ЛДКрК. Эксперименты продемонстрировали значительное влияние на

огнестойкость вида теплоизоляции. Наибольшее увеличение предела огнестойкости достигнуто при использовании в качестве теплозащиты полимерного пенокомпозита. Полученные результаты будут играть важную роль при определении огнестойкости ограждающих ЛДКрК и выборе их рационального конструктивного исполнения.

Заслуживает положительной оценки то, что автором проведено определение вклада отдельных элементов в огнестойкость ограждающей конструкции в соответствии с принятым за рубежом стандартом (EN 1995-1-2 Eurocode 5) и соответствующими рекомендациями. Рассматривалась теплопередача в ограждающей конструкции, и проводились последовательные оценки времени потери теплоизолирующей способности каждого слоя с учетом влияния соседних слоев на теплопередачу.

Шестая глава посвящена математическому моделированию теплопередачи в ограждающих ЛДКрК с облицовочными материалами и полимерной теплоизоляцией, а также теплотехническому расчету огнестойкости конструкций при стандартном режиме пожара. Проведена серия расчетов с использованием программного комплекса ANSYS.

Нельзя согласиться с утверждением соискателя, что «разработана одномерная модель прогрева ограждающих ЛДКрК с полимерной теплоизоляцией», поскольку использованы известная модель и существующий программный продукт. Однако с их помощью получены интересные результаты теплотехнических расчетов для различных вариантов конструкций, которые, удовлетворительно согласующиеся с экспериментальными результатами по значению предела огнестойкости ЛДКрК и вклада отдельных элементов. Это свидетельствует о возможности проведения таких расчетов при конструировании подобных конструкций с разными видами ТИМ и облицовки, а также при определении их пределов огнестойкости.

В заключении диссертации указаны основные выводы, полученные на основании проведенных исследований.

В приложениях представлены протоколы испытаний, иллюстрирующие объем проведенных исследований и подтверждающие достоверность полученных результатов. Представлены также акты внедрения результатов исследований.

Данные, приведенные в диссертации и автореферате, свидетельствуют о достаточном обсуждении основных результатов работы. По теме диссертации имеется 23 публикации из них 7 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК. Автореферат достаточно полно и точно отражает содержание и результаты работы.

5. Степень обоснованности и достоверности положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность и достоверность основных результатов диссертации подтверждается использованием надежных методов огневых испытаний и стандартных методов лабораторных исследований характеристик материалов, а также применением поверенной контрольно-измерительной аппаратуры и средств измерений.

6. Замечания к диссертационной работе:

6.1. Тема диссертационной работы предполагает, что наиболее важные результаты должны быть получены при исследованиях огнестойкости ограждающих ЛДКрК. В работе такие результаты получены в необходимом объеме, однако представлены они в одной из последних глав диссертации, что является нелогичным и несколько мешает должному восприятию главных итогов работы.

6.2. Соискателем установлена эффективность использования вспучивающегося огнезащитного составов для снижения характеристик тепловыделения и повышения пожаробезопасности ЛДКрК, однако отсутствует информация о характеристиках такой огнезащиты (расход состава или толщина покрытия, толщина слоя пенококса или кратность вспучивания и пр.).

6.3. Не рассмотрен вопрос выхода токсичных газов при термодеструкции полимерного пенокомпозита, что необходимо для обоснования безопасности его применения в строительстве.

6.4. Не представлены конкретные рекомендации по обеспечению пожарной безопасности при использовании ЛДКрК в строительстве зданий и сооружений разного функционального назначения, отсутствуют также рекомендации по уточнению соответствующих нормативных документов с учетом результатов, полученных при выполнении диссертации.

6.5. Имеются неточности и опечатки. Например, неточности при указании авторства публикаций (номера статей в автореферате: 4, 6, 8-10, 12). На странице 82 диссертации во втором абзаце необходимо поменять местами ссылки [17] и [18].

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку работы, ее научную и практическую значимость. Данные замечания и пожелания носят, в основном, рекомендательный характер и могут быть учтены соискателем в ходе дальнейших работ в данной области исследований.

7. Заключение.

Диссертация Круглова Е.Ю. на тему «Огнестойкость ограждающих

деревянных лёгких каркасных конструкций с полимерной теплоизоляцией» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решается важная научная задача, связанная с обеспечением пожарной безопасности и повышением фактической степени огнестойкости зданий и сооружений с применением деревянных лёгких каркасных конструкций. Полученные в работе результаты имеют высокую научную и практическую значимость для строительной отрасли и являются значительным вкладом диссертанта в понимание особенностей поведения рассматриваемых конструкций в условиях пожара. Результаты исследования можно использовать при разработке технических решений, направленных на повышение огнестойкости и обеспечение пожаробезопасности ограждающих ЛДКрК.

Считаю, что диссертационная работа Круглова Евгения Юрьевича соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль строительство).

Официальный оппонент:

Ведущий научный сотрудник АО «ЦНИИСМ»

доктор технических наук, доцент

«15» 02 2018 г.

 А.Н. Гаращенко

Подпись Гаращенко А.Н. заверяю:
Секретарь НТС АО «ЦНИИСМ»



 Г.В. Краснова

Почтовый адрес: 141371, Московская область, город Хотьково, улица Заводская, Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения».

Контактный телефон: (495) 993-00-11.

E-mail: tsniism@tsniism.ru, <http://www.tsniism.ru>