

**ЗАЩИТА ПАМЯТНИКОВ
ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**



◆ **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**Петрозаводск
2019**

**ЗАЩИТА ПАМЯТНИКОВ
ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

Петрозаводск
2019

УДК 614.843:351.853.1
ББК 38.96:85.11

Защита памятников деревянного зодчества. Научно-практическая конференция : тезисы докладов. — Петрозаводск, 2019. — 56 с.

Сборник составлен по итогам научно-практической конференции «Защита памятников деревянного зодчества», которая состоялась в г. Петрозаводске 18 июня 2019 г. На конференции обсуждались вопросы нормативного регулирования вопросов обеспечения пожарной безопасности памятников деревянного зодчества, проекты противопожарной защиты музеев, опыт работы по защите памятников в странах Северной Европы, результаты огневых испытаний систем противопожарной защиты для памятников деревянного зодчества в Дании и др.

Участники конференции не ставили перед собой задачу решить поставленные проблемы, но считают важным начать их открытое обсуждение и во взаимодействии с заинтересованными государственными, профессиональными и общественными структурами наметить первоочередные системные шаги по их решению.

Для широкого круга специалистов, занимающихся вопросами обеспечения пожарной безопасности памятников деревянного зодчества и музеев.

УДК 614.843:351.853.1
ББК 38.96:85.11

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Мешалкин Е. А. Нормативное регулирование вопросов обеспечения пожарной безопасности памятников деревянного зодчества	6
Цариченко С. Г. Становление и перспективы развития систем противопожарной защиты памятников деревянного зодчества	11
Танклевский Л. Т. Опыт реализации проектов противопожарной защиты в музеях. Огнетушащий состав и способ тушения как основные факторы защиты музейных ценностей.	13
Йенсен Г. Об опыте работы по защите памятников в странах Северной Европы. Обращение к участникам конференции	33
Горбань Ю. И. 35 лет на защите памятников деревянного зодчества	36
Немчинов С. Г. Результаты огневых испытаний систем противопожарной защиты для памятников деревянного зодчества в Дании	41
Богданова Е. В., Чекмасов А. В. Противопожарная защита музея-заповедника «Кижи» сегодня. Проблемы и возможные решения	47
Резолюция научно-практической конференции «Защита памятников деревянного зодчества», 18 июня 2019 г.	53

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение пожарной безопасности памятников деревянного зодчества (рис. 1 и 2) является неотъемлемой частью комплекса задач по государственной охране объектов культурного наследия. Историческая и культурная ценность таких памятников высока, однако сохранение их в первозданном виде и передача следующим поколениям их исторического облика — достаточно сложная задача.

К сожалению, утрата памятников деревянного зодчества как в России, так и в странах Европы и Азии носит регулярный характер. Так, только в Республике Карелия на подобных объектах за последние 10 лет произошло 11 пожаров, в результате чего в большинстве случаев были полностью уничтожены строения и имущество, находившееся в них. Особо следует отметить, что около 50 % пожаров произошли из-за поджогов. Довольно опасным является также попадание молний в купольные части объектов на значительной высоте. В таких случаях, даже несмотря на имеющиеся системы противопожарной защиты, спасти объекты от огненной стихии достаточно сложно.

Отмеченная проблема возникла уже давно, и ее решение имеет свою историю. Реализованные проекты противопожарной защиты памятников деревянного зодчества не всегда были успешными, а с учетом развития современных технологий обнаружения и тушения пожаров большинство из них требует корректировки, внедрения более эффек-



Рис. 1. Жемчужина Русского Севера — Киж



Рис. 2. Памятники деревянного зодчества

тивных решений, в том числе путем разработки и введения в действие соответствующих нормативных документов (стандартов, сводов правил) федерального и регионального уровней.

Использование цифровых технологий* в системах обнаружения и управления тушением позволяет обеспечить обнаружение и тушение пожара на самых ранних стадиях. Данные системы в большей степени защищены от ложных срабатываний, могут программироваться и встраиваться в любые условия эксплуатации защищаемого объекта, сохраняя при этом исторический облик памятника. Помимо этого, использование таких цифровых технологий дает возможность управлять процессом обнаружения и тушения пожара на значительном удалении от объекта.

Важным в данном процессе является государственное регулирование. Применение в этой сфере «регуляторной гильотины» должно быть крайне осторожным, чтобы обеспечить соблюдение интересов общества, сохранение национальных традиций и культурного наследия. Создаваемые нормативные документы должны обеспечивать возможность применения гибких комплексных решений противопожарной защиты в зависимости от реальных условий эксплуатации объекта защиты. Решения по обеспечению пожарной безопасности должны быть «щадящими» по отношению к облику здания или сооружения, чтобы не нанести большего вреда, чем пожар. Здесь особенно важно рассматривать комплекс способов обнаружения пожара как внутри зданий, сооружений, так и вне их, а также обоснования продолжительности тушения, особенно в зимний период года. Выбор должен быть

* Цифровые технологии — это основанная на методах кодировки и передачи информации дискретная система, позволяющая совершать множество разноплановых задач за кратчайшие промежутки времени. Именно быстрдействие и универсальность этой схемы сделали IT-технологии столь востребованными.

сделан в пользу высокоэффективных средств обнаружения и тушения, которые способны обеспечивать достижение этих целей за кратчайшее время, даже если расход огнетушащего вещества будет больше в сравнении с традиционными системами.

Участники конференции не ставят перед собой задачу решения всех этих проблем, но считают важным начать открытое обсуждение данных проблем и во взаимодействии с заинтересованными государственными, профессиональными и общественными структурами наметить первоочередные системные шаги по их решению.

© Мешалкин Евгений Александрович,

д-р техн. наук, профессор, академик НАН ПБ, ВАН КБ,
председатель Правления ООО «ФППСО»,
генеральный директор ООО «Гефест групп»

НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОПРОСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

Общая статистика показывает, что в зданиях высотой до пяти этажей происходит в среднем 110 тыс. пожаров в год, на которых погибает около 9 тыс. чел. (соотношение 11,5:1), а в одноэтажных зданиях — 80 тыс. пожаров с гибелью 7–8 тыс. чел. (соотношение 11,2:1). При этом следует отметить, что требования нормативных документов для таких объектов минимальны, а по системам противопожарной защиты, в том числе по извещателям пожарной сигнализации и первичным средствам пожаротушения, практически отсутствуют.

Гибель людей при пожарах происходит преимущественно в начальной стадии их развития, при этом влияние огнестойкости здания на уровень гибели незначительно: в зданиях II и III степени огнестойкости гибнет 3,0–3,5 тыс. чел.

С другой стороны, уровень гибели людей при пожарах зависит от их продолжительности. Так, 70 тыс. пожаров было ликвидировано в среднем за время от 1 до 5 мин, число жертв на них составило 3,5 тыс. чел., еще до 30 тыс. пожаров — за время от 6 до 10 мин, число жертв — более 2 тыс. чел.!

Вывод напрашивается сам собой: существенное снижение числа пожаров и уровня гибели возможно преимущественно за счет применения системы предотвращения пожаров на основе реализации требований гл. 13 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ (далее — ФЗ № 123). Нужны специализированные своды правил по их реализации, а также эффективные нормативные требования по раннему

обнаружению пожара, локальному пожаротушению первичными и автономными самосрабатывающими средствами.

К сожалению, фактическая надежность систем противопожарной защиты невысока. Статистика показывает, что лишь в 70 % случаев автоматическая пожарная сигнализация (далее — АПС) выполнила свою задачу и только в 34 % случаев сработали автоматические установки пожаротушения (АУПТ). Системы оповещения и управления эвакуацией людей выполнили свою задачу в 85–90 % случаев.

Тип АУПТ, способ тушения и вид огнетушащего вещества (ОТВ) определяет проектная организация. При этом АУПТ должна обеспечивать:

- ◆ реализацию эффективных технологий, оптимальную инерционность (проблема: нет критерия оптимизации);
- ◆ срабатывание за время, которое меньше длительности начальной стадии пожара (проблема: как его определить? Использовать, например, для этого критерии ст. 53 ФЗ № 123 — ОФП для безопасной эвакуации людей?);
- ◆ необходимую интенсивность орошения или удельный расход ОТВ (проблема: в СП 5.13130 нет данных по тонкораспыленной воде (ТРВ));
- ◆ тушение пожара в течение времени, необходимого для введения оперативных сил и средств (проблема: как его определить, если отсутствует методика (см. приказ МЧС России от 25.10.2017 г. № 467). Необходимо повысить роль собственника, руководителя организации);
- ◆ требуемую надежность (проблема: как правило, 0,8, фактически — 0,5–0,6; нужно установить связь с расчетами по оценке пожарных рисков, но если требуется выше 0,8, то нужно подтверждение ТУ изготовителя, которое он не дает);
- ◆ в соответствии со ст. 117 ФЗ № 123 оборудование автоматическими установками сдерживания пожара (АУСП), например, с оросителями (распылителями) с принудительным пуском (С-ПП), активируемыми сигналом от АПС и пожарного спутникового извещателя.

Согласно п. 61 «Правил противопожарного режима в Российской Федерации» руководитель организации обеспечивает исправное состояние систем и установок противопожарной защиты, организует проведение проверки их работоспособности в соответствии с инструкцией на технические средства завода-изготовителя, национальными и (или) международными стандартами и оформляет акт проверки. При монтаже, ремонте и обслуживании средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений должны соблюдаться проектные

решения, требования нормативных документов по пожарной безопасности и (или) специальных технических условий. На объекте защиты должна храниться исполнительная документация на установки и системы противопожарной защиты объекта.

Для реализации вышеуказанных мер необходимы: разработка свода правил «Монтаж, наладка и обслуживание средств ППЗ»; выполнение «Правил безопасной эксплуатации зданий, сооружений», требований ст. 17 Федерального закона от 28.11.2011 г. № 337-ФЗ; чч. 1–4 ст. 55.25 Гражданского кодекса Российской Федерации (ГК РФ); ведение журнала эксплуатации здания, сооружения (чч. 5 и 6 ст. 55.25 ГК РФ).

Действие ГОСТ Р 57974–2017 «Производственные услуги. Организация проведения проверки работоспособности систем и установок противопожарной защиты зданий и сооружений. Общие требования» (добровольного применения в соответствии с письмом МЧС России от 19.03.2018 г. № 91-1080-19) приостановлено приказом Росстандарта № 202-ст с 17.05.2019 г. В связи с этим возникает закономерный вопрос: чем руководствоваться при обслуживании и контроле смонтированных систем противопожарной защиты?

Контроль качества используемой продукции выполняется в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 12.04.2012 г. № 290, т. е. органы ГПН осуществляют деятельность по организации и проведению проверок состояния территорий, участков, а также *продаваемой пожарно-технической продукции* на исполнение требований пожарной безопасности. Такая трактовка противоречит требованиям гл. 33 ФЗ № 123-ФЗ, поскольку в ней установлены требования к *подтверждению соответствия продукции*. В данной ситуации необходим Административный регламент, дополнения в ст. 20.4 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП) в отношении применения собственниками, руководителями фальсифицированной и контрафактной продукции, «ревизия» сертификационных центров и лабораторий, активное участие общественных организаций в контроле.

В соответствии с Федеральным законом от 28.05.2017 г. № 100-ФЗ, постановлениями Правительства Российской Федерации от 17.08.2016 г. № 806 и от 26.05.2018 г. № 601 проведение плановых проверок объектов защиты органами федерального государственного пожарного надзора (ФГПН) осуществляется в зависимости от присвоенной им категории риска. В соответствии с установленными критериями отнесения объектов защиты к различным категориям такие объекты, как памятники деревянного зодчества, попадают в группу среднего риска с возможной периодичностью плановых проверок не чаще одного раза в 5 лет, чего явно недостаточно.

В ГОСТ Р 56891.5–2017 «Сохранение объектов культурного наследия. Термины и определения. Часть 5» дано определение памятника деревянного зодчества: это объект культурного наследия, основные несущие конструкции которого выполнены из дерева с использованием традиционных строительных приемов и инструментов, за исключением фундаментов и кровель, которые могут быть выполнены из других материалов.

Памятники деревянного зодчества подразделяются сообразно своему функциональному назначению на следующие типы: гражданские, культовые, оборонные, инженерные сооружения.

В ГОСТ Р 57097–2016 «Сохранение объектов культурного наследия. Памятники деревянного зодчества. Общие требования к производству работ» в отношении ремонта, реставрации, протезирования практически не упомянуты вопросы огнезащиты, огнесохранности, противопожарной защиты. Единственный пункт, в котором отражен вопрос огнезащиты, — п. 9.27.2: огнезащита подкровельных конструкций не должна изменять структуру древесины, ее цвет, иные естественные характеристики.

Для объектов культурного наследия, в том числе деревянного зодчества, существенное значение имеют следующие документы: СП 1.13130 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» (новая редакция); СП 2.13130 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» (новая редакция); СП 3.13130 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» (новая редакция); СП 4.13130 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» (изменения).

Взамен СП 5.13130.2009 подготовлены новые редакции трех сводов правил: СП «Системы пожарной сигнализации и управления системами противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования»; СП «Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»; СП «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования».

Подготовлены также: СП 8.13130 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности» (новая редакция); СП 10.13130 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования» (новая редакция); серия из четырех ГОСТов (МГС), в том числе на средства огнезащиты древесины. В основном

завершено их публичное обсуждение, проведено рассмотрение на заседаниях ТК (МТК) № 274 «Пожарная безопасность».

Кроме того, Минстроем России приняты или находятся в стадии разработки:

- ◆ СП 388.1311500.2018 «Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности»;
- ◆ СП 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения»;
- ◆ СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа»;
- ◆ СП «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования и строительства» (новый);
- ◆ СП «Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования и строительства» (новый) и др.

До 2025 г. Минстрой России планировал разработать порядка 250 новых нормативных документов в области проектирования, строительства, эксплуатации зданий и сооружений, а также более 400 методических пособий по применению нормативных документов. С учетом плана по обновлению нормативной базы на 10–15 % в год к концу 2025 г. фонд нормативных технических документов в строительстве составит порядка 500 сводов правил, 400 методических документов и 700 стандартов (без учета стандартов на строительные материалы). Нужна реальная *«регуляторная гильотина»* и с обязательным технико-экономическим обоснованием требований. Соответствующая «Дорожная карта» утверждена Д. А. Медведевым, приказ № 4714п-ПЗ6 от 29.05.2019 г.

Следует также **активизировать** взаимодействие с общественными организациями (ОООР «ФППСО», НСОПБ и др.) в части развития контактов с ФОИВ, техническими комитетами (ТК № 274, ТК № 465, ТК № 435, ТК № 001 «Производственные услуги») Росстандарта России при развитии системы национальных и профессиональных стандартов, обеспечивающих расширение сферы реализации продукции (услуг), создание благоприятных условий на рынке занятости населения, эффективное функционирование систем сертификации и декларирования, реальное обеспечение пожарной безопасности объектов, в том числе с применением эффективной системы контроля (надзора).

СТАНОВЛЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

Защита от пожаров памятников деревянного зодчества, к которым в первую очередь относятся культовые сооружения, представляет собой важную и довольно сложную организационно-техническую задачу в деятельности системы противопожарной защиты как у нас в стране, так и за рубежом. Пожары последних лет, происшедшие в деревянных соборах на Камчатке и в Карелии, показали актуальность данной проблемы (рис. 1).



Рис. 1. Пожар в храме святителя Луки на Камчатке (слева) и Успенском соборе в Карелии (справа)

Анализ пожаров и действий оперативных служб, проведенный компанией COWI Fire (Дания), показал, что пожарные прибывают к месту пожара в среднем в течение 10–15 мин, что достаточно для того, чтобы огонь охватил все сооружение и практически уничтожил памятник деревянного зодчества. Очевидно, что для обеспечения реальной защиты таких объектов с учетом их удаленности, пожарной опасности и причин возникновения пожара (в основном от внешних источников, таких как вандализм, удары молнии, ландшафтное загорание) целесообразно использовать стационарные автоматические системы водяного пожаротушения. Многолетние исследования и практический опыт в этой области позволяют выделить два направления — роботизированные пожарные мониторы (лафетные стволы) и спринклерно-

дренчерные системы. Причем экспериментальные исследования, проведенные компанией COWI Fire, показали по комплексу показателей более высокую эффективность первой системы.

Роботизированные лафетные системы водяного пожаротушения являются наиболее эффективным средством защиты памятников деревянного зодчества от внешнего возгорания, что нашло отражение в практической реализации систем защиты как в России на примере исторического комплекса в Кижях, так и в странах северной Европы, где эти системы показали высокую эффективность. Однако, рассматривая эти автоматические системы внешнего пожаротушения, мы можем говорить только о режиме дистанционного управления, обеспечивающем эффективную подачу воды, так как наведение стволов на очаг горения в автоматическом режиме по показаниям существующих систем автоматического наведения не учитывает ветрового воздействия на баллистику струи.

Для решения задачи автоматического наведения струи лафетного ствола при воздействии ветровой нагрузки необходимо использовать модель управления, базирующуюся на комплексированной системе технического зрения, объединяющей датчики и сенсоры различной физической природы. В процессе реализации функционирования алгоритма управления выполняются следующие операции:

- ◆ на модели сцены выделяются точки, принадлежащие струе;
- ◆ аппроксимируется траектория струи кривой и определяются ее параметры;
- ◆ выявляются ошибки наведения струи на очаг возгорания и ошибки по углам наведения лафетного ствола для формирования управляющих воздействий на следящие приводы наведения.

Результаты экспериментальных исследований по корректировке подачи струи воды в очаг возгорания представлены на рис. 2.

Исходя из высокой эффективности лафетных роботизированных стволов в плане наружной противопожарной защиты деревянных



Рис. 2. Фотопанорама натуральных испытаний (слева) и 3D-модель с распознанным очагом возгорания и струей огнетушащего состава (справа)

объектов культуры в последнее время рассматривается вопрос использования роботизированных лафетных комплексов для защиты внутреннего пространства. Эта задача, с одной стороны, представляется более простой, так как отсутствует ветровое воздействие. Однако наличие сложных конфигураций внутренней обстройки, необходимость защитить внутреннее убранство от избыточного пролива воды, а также максимальная автоматизация процесса управления, исключая нахождение операторов внутри горящего объекта, формируют повышенные требования к системе управления и использованию в качестве огнетушащего вещества тонкораспыленной воды как более щадящего средства пожаротушения применительно к внутреннему убранству объектов деревянного зодчества.

© **Танклевский Леонид Тимофеевич**,
д-р техн. наук, профессор, генеральный директор
ООО «Холдинг Гефест»

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ В МУЗЕЯХ. ОГНЕТУШАЩИЙ СОСТАВ И СПОСОБ ТУШЕНИЯ КАК ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ЗАЩИТЫ МУЗЕЙНЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Противопожарная защита объектов культурного наследия и других аналогичных объектов (музеев, запасников культурных ценностей) — задача государственной важности. Согласно приложению А СП 5.13130 помещения хранения музейных ценностей, помещения хранения и выдачи уникальных изданий, отчетов, рукописей и другой документации особой ценности необходимо защищать автоматическими установками пожаротушения (АУП) независимо от площади помещений. Нарушение этого правила не так давно привело к крупному пожару в московской библиотеке, вследствие чего обрушились строительные конструкции и погибли редкие документы и книги. Здесь уместно вспомнить и о пожаре в Соборе Парижской Богоматери, в результате которого обрушились шпиль, уникальная деревянная крыша и часы, повреждены несущие конструкции, сгорел главный из трех органов.

Согласно требованиям Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ выбор огнетушащего вещества и способа пожаротушения для АУП осуществляет проектная организация с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств хранящихся на объекте веществ и материалов, особенностей защищаемого объекта, действующих нормативных документов и рекомендаций.

В отличие от типовых объектов здания музеев, помещения хранения культурных ценностей являются весьма сложными и часто уникальными объектами, к противопожарной защите которых предъявляются очень противоречивые требования.

Например, на таких объектах требуется не просто обеспечить минимально возможный ущерб культурным ценностям при подаче огнетушащего вещества (ОТВ). Нужно обеспечить своевременное обнаружение и эффективное тушение пожара прежде, чем он нанесет ущерб им в результате развития опасных факторов пожара (ОФП). К последним относятся прежде всего открытое пламя, тепловые потоки, дым, коррозионные и ядовитые продукты горения.

Следует учесть, что в таких зданиях и помещениях могут присутствовать люди (периодически или постоянно), поэтому их безопасность также является актуальной задачей, в том числе в случае несанкционированного срабатывания АУП с подачей ОТВ.

Источником загораний может быть как неисправность электропроводки и электроприборов, так и нарушение правил противопожарной безопасности при эксплуатации и ремонте объектов. Нельзя исключать и преднамеренный умысел (поджог).

Очевидно, что в таких условиях не следует применять огнетушащий порошок и аэрозоль, а также огнетушащую пену. Так, в соответствии с СП 5.13130 установки порошкового и аэрозольного пожаротушения не должны применяться для тушения пожаров пористых и других горючих материалов, склонных к самовозгоранию и тлению внутри слоя (объема) вещества. Кроме того, запрещается применять эти установки в помещениях, которые не могут быть покинуты людьми до начала работы, и в помещениях с пребыванием большого числа людей (50 чел. и более).

В связи с этим выбор ОТВ для АУП в данном случае ограничивается распыленной водой и огнетушащим газом. Проблема выбора ОТВ усугубляется тем, что научные и экспериментальные исследования, за исключением нескольких работ в отдельных областях, практически не проводились, поэтому нормативная база в этой области ограничена отдельными рекомендациями.

Класс пожара в таких помещениях соответствует подклассу А1 по ГОСТ 27331, т. е. обычно это — твердые тлеющие материалы (дерево, бумага, ткань и др.), поэтому возникает естественное желание тушить пожар культурных ценностей водой. Вода отлично охлаждает тлеющие материалы и эффективно подавляет тление. Она безопасна для людей, находящихся в помещениях, а при тонком распыле эффективно тормозит развитие ОФП в атмосфере помещения.

Для обычных помещений нормы подачи воды указаны в гл. 5 СП 5.13130, но из-за возможного воздействия ее на экспонаты в данном случае встает задача минимизации норм подачи воды.

Сегодня основной путь минимизации подачи воды заключается в уменьшении дисперсности капельных потоков, т. е. применение тонкораспыленной воды (ТРВ) с дисперсностью капель менее 150 мкм. При этом согласно СП 5.13130 изготовители АУП-ТРВ должны экспериментально определять норму подачи воды с учетом технических характеристик выбранных распылителей для различных условий их применения (высота от пола, экранирование), а также характеристик пожарной нагрузки.

Такие эксперименты обычно проводятся для защиты конкретных объектов, которые сами являются объектом защиты и в которых хранятся культурные ценности.

Так, в целях определения возможности оборудования автоматической установкой пожаротушения основного книгохранилища Национальной библиотеки Республики Коми (одного из крупнейших книгохранилищ Северо-Западного региона России) Центром безопасности культурных ценностей (ЦБКЦ) были проведены физико-химические исследования для определения воздействия ТРВ из оросителей типа «Аква-Гефест» на материалы библиотечных фондов.

Помещения и содержимое защищаемых объектов в библиотеках и архивах, многие из которых относятся к памятникам истории и культуры, повсеместно характеризуются высокой пожарной опасностью: даже в относительно небольших помещениях сосредоточивается значительное количество горючих органических, тлеющих материалов (уникальные исторические документы, книги, подшивки газет и журналов, а также ценные предметы интерьера). Превалирующую часть (более 90 %) материалов библиотечных и архивных фондов составляют органические целлюлозные: бумага, кожа, ткани, дерево и т. п., склонные к тлению и горению внутри объема.

При этом горючий органический материал может очень долго тлеть, так как его основной компонент — целлюлоза содержит большое количество кислорода и окисляется без доступа воздуха извне с выделением большого количества тепла.

Испытания проводились на макетной установке в соответствии с утвержденной программой и методикой. При этом выдерживались как условия существующего хранения и размещения материалов на стеллажах, так и возможные значения пожарной нагрузки — от 200 до 1500 МДж/м².

Исследовались материалы, характерные для библиотечных фондов. В целях повышения достоверности полученных результатов брались

образцы 50–150-летней давности, в том числе фрагменты подлинных документов различной степени сохранности и современного производства (различных типов бумаги, в том числе документной, нотной, писчей, обложечной, картона и пергамента, туши, чернил на бумаге, акварели, кожи). Кроме указанных образцов материалов, из блоков книг для испытаний были выборочно взяты отдельные экземпляры для определения сравнительных характеристик. Перед исследованиями все материалы были подготовлены в соответствии с методикой. Все образцы до обработки подвергались кондиционированию в стандартных условиях при относительной влажности воздуха 55...57 % и температуре 22 °С.

Экспериментальные исследования проводились в условиях модельного пожара, с тем чтобы определить степень воздействия подаваемой на объекты воды при повышенных температурах в межстеллажном пространстве и возможном наличии газообразных и твердых продуктов сгорания. В испытаниях использовался спринклерный управляемый ороситель тонкораспыленной воды «Аква-Гефест». Образцы закреплялись на несмачиваемой поверхности, установленной под углом 45° к оси оросителя.

Степень воздействия огнетушащих веществ на материалы библиотечных фондов оценивали по изменению:

- ◆ внешнего вида и структуры поверхности экспонатов путем описания и фотофиксации;
- ◆ веса предметов;
- ◆ физико-механических характеристик;
- ◆ физико-химических свойств (как результат этих изменений определяли колористические характеристики).

В данных условиях наиболее информативным способом изучения изменений физико-химических свойств материалов в результате влияния ОТВ на исследуемые материалы оказалась оценка колористических характеристик материалов. Из всех цветовых показателей наиболее ярко отражают изменения, происходящие в материале взятых образцов, белизна и желтизна, а точнее разность между исходными показателями и полученными в итоге после искусственного старения.

Показатели цветности определялись на 3–5 образцах каждого вида в определенных точках до обработки ОТВ и после нее. Измерения проводили методом неразрушающего контроля с помощью комплекса цветоизмерительной аппаратуры «Пульсар-М» автоматически. Данный прибор позволяет измерять в лабораторных условиях координаты цветности пропускающих и отражающих нелюминисцирующих образцов в системе XYZ по международному стандарту ИСКО 1931

при источнике света согласно ГОСТ 7721–96. Прибор применяли для определения показателей белизны и желтизны образцов различных материалов по спектральным коэффициентам пропускания и отражения, координатам цвета и цветности, цветовым различиям по насыщенности и тону. Для сравнения использовали координаты цвета образца, имеющего идеально белую поверхность. Различие в показателях позволяет судить о степени воздействия ОТВ на образцы материалов.

Заключение о возможности использования оросителя представленного типа в процессе тушения составляли на основании результатов изучения влияния подаваемой им воды на внешний вид и поверхность образцов, изменение их гравиметрических показателей, физико-химических спектральных и колористических характеристик. Определяли также параметры контрольных образцов — перед проведением испытаний в боксе, после воздействия ТРВ и выдержки в воздушной атмосфере при нормальных атмосферных условиях.

В результате испытаний непосредственно после воздействия ТРВ не отмечено каких-либо изменений формы и внешнего вида образцов, даже особо чувствительных к воздействию среды материалов — газетной, документной и писчей бумаг, печатных текстов и обложек журналов.

Структура поверхности образцов после воздействия практически не изменилась, что свидетельствует об отсутствии взаимодействия ТРВ с материалами. Следы динамического воздействия капельного потока практически незаметны. Визуальное и микроскопическое исследование структуры поверхности образцов после воздействия испытываемого ОТВ и последующего искусственного старения бумаги всех типов не выявило влияющего на сохранность материалов разрыхления волокон, размывания чернил. Каких-либо изменений ни на современной, ни на старой (до 1850 г.) бумаге не отмечено.

Изменение прочностных характеристик исследовали согласно ГОСТ 3813–72 и ГОСТ 135-25-1–79 на испытательных машинах типов РМБ-30 и РТ-250 М-2. В качестве критериев оценки были использованы показатели, характеризующие качество материала и степень его изменения: разрывная нагрузка (наибольшее усилие, выдерживаемое пробными волокнами бумаги, холста, тканей при растяжении их до разрыва), разрывная длина (приращение длины растягиваемой полоски образца в момент разрыва по отношению к зажимной длине пробной полоски), а также прочность при сжатии для дерева. Количество образцов было достаточным для получения усредненных данных и оценки их достоверности (5–6 образцов на каждый вид испытаний).

Колористические характеристики — важнейшие параметры, характеризующие результаты изменения физико-химических свойств

материалов, за время 10–40 с у подавляющего большинства исследуемых образцов не изменились, т. е. существенного различия в характеристиках цветности материалов до и после обработки их ТРВ не наблюдалось. При указанном времени воздействия на образцы изменение белизны и желтизны этих материалов колебалось в пределах цветовых характеристик, нечувствительных к восприятию человеческим глазом. Вероятно, при обработке происходят незначительные неравновесные изменения, которые с течением времени уничтожаются, а структура поверхностного слоя возвращается в первоначальное равновесное состояние. Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод о том, что для большинства исследуемых материалов не наблюдается существенного различия в цветности материалов до и после обработки образцов ТРВ. Исключения составляют акварельные краски на бумаге, чьи цветовые показатели заметно меняются. Общей характерной особенностью этих изменений является рост степени белизны (в пределах 10–20 ед.), что сказывается на появлении «белесости» красок, и заметное снижение интенсивности желтой компоненты цвета (50–80 ед.). Следует отметить, что акварели не хранятся открыто: либо в ящиках, либо в картонных папках (ТРВ их не повреждает), либо в паспарту.

Изучение результатов экспериментальных исследований показало, что никаких существенных изменений материалов образцов не происходит как после обработки ТРВ, так и после искусственного старения обработанных образцов в климатической камере.

На основании результатов инструментального и органолептического анализа исследуемых материалов установлено, что поток капель, поступающий из представленного на испытания оросителя типа «Аква-Гефест», практически не оказывает воздействия на материалы библиотечных фондов. После естественной сушки в обычных условиях заметных изменений образцов обнаружено не было. Таким образом, применение в испытаниях данного оросителя позволяет достичь минимизации ущерба, наносимого водой библиотечным фондам.

Приемлемые результаты можно получить, если на насосе обеспечивается давление около 16 бар (1,6 МПа), а на распылителе — около 10 бар (1 МПа). На эффект тушения существенное влияние оказывает и конструкция распылителя.

Уменьшение ущерба, наносимого объекту от подачи ТРВ, может быть достигнуто при ее применении в сочетании с рядом передовых технологий в данной области. Например, могут применяться спринклерно-дренчерные АУП (рис. 1), у которых практически отсутствует несанкционированное срабатывание. Это достигается применением в спринклерной АУП дренчерного узла, управление которым осуществ-



Рис. 1. Схема спринклерно-дренчерной АУП

ляет малоинерционная система пожарной сигнализации (СПС). Для такой АУП подача воды производится при совпадении двух факторов — разрушения теплового замка распылителя ТРВ от воздействия пожара и обнаружения пожара СПС с последующим запуском насоса и принудительным открытием узла управления.

Однако эффективность данной технологии нивелируется большой инерционностью срабатывания самого спринклерного оросителя.

Наиболее эффективной представляется технология применения распылителей с управляемым пуском (рис. 2,а) в сочетании с сателлитными пожарными извещателями (рис. 2,б). В последнем случае каждый распылитель снабжен своим собственным извещателем, который при обнаружении пожара выдает через прибор управления пусковой электрический сигнал на разрушение теплового замка распылителя. Таким образом, при штатной работе АУП вода очень оперативно подается только в зону, где обнаружено начало развития очага пожара.

Наличие управляемого пуска распылителей позволяет по заранее заданному алгоритму включить нужное количество распылителей вокруг обнаруженного очага пожара, т. е. создать водяную завесу и не допустить масштабного развития пожара.

Необходимо отметить, что дисперсность капель и расход воды ТРВ не являются единственными факторами, определяющими эффект тушения. Важную роль играет и скорость капель для преодоления конвективных потоков и проникновения в зону пламенного горения.

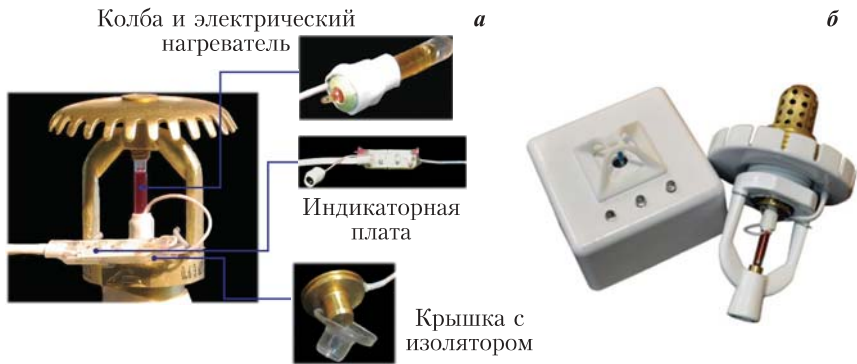


Рис. 2. Распылители с управляемым пуском (а) и с сателлитными пожарными извещателями (б)

Разработаны технологии, которые обеспечивают высокоскоростное движение каплей ТРВ. К ним относится технология типа «NI-FOG», при которой на насосе обеспечивается давление воды до 140 бар (14 МПа), а на распылителе — около 70 бар (7 МПа). Однако при применении данной технологии предъявляются очень высокие требования к качеству воды.

Следует отметить, что технология «высокого давления» при малых расходах воды предусматривает применение распылителей с малыми диаметрами выпускных отверстий, что существенно повышает опасность их засорения. По этой причине нормы требуют наличия индивидуальных фильтров у каждого распылителя, а также применения трубопроводов с внутренним гальваническим покрытием. Однако в ряде случаев этих мер оказывается недостаточно, что вынуждает применять резервуар с водой и трубопроводы из нержавеющей стали (для технологии типа «NI-FOG»), а заправку резервуара осуществлять водой после тщательного фильтрования. Таким образом, для исключения засорений распылителей ТРВ необходим контроль сервисных служб за чистотой как трубопроводов, так и воды, поступающей из магистрального водопровода.

Продолжительность подачи ТРВ согласно СП 5.13130 должна быть достаточной, чтобы сгорела пожарная нагрузка, находящаяся в «мертвых» зонах, недоступных для диспергируемого потока ОТВ. Сегодня единственный путь подачи ТРВ под экраны (т. е. в «мертвые» зоны) заключается в увеличении количества распылителей и размещении их таким образом, чтобы обеспечивалось орошение максимально возможной площади поверхности пожарной нагрузки.

В связи с этим применение всех указанных выше передовых решений не может исключить опасность нанесения водой объекту определенного ущерба, а эффективность тушения пожара во многом зависит от динамики развития пожара и его распространения в области, где пожарная нагрузка экранирована конструктивными элементами объекта.

С учетом этих факторов заказчик перед выбором водяной АУП должен оценить возможный ущерб от воздействия воды на ценности объекта защиты. Можно учесть также, что по данным стандарта NFPA 909 в зданиях, оборудованных спринклерными системами, 70 % пожаров были локализованы или потушены четырьмя и менее спринклерными оросителями.

Подача ТРВ может быть реализована не только с помощью спринклерной системы автоматического пожаротушения, но и с применением малорасходных пожарных роботов. В настоящее время в компании «Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР» разработан и прошел сертификацию мини-робот-ороситель ПР-ЛСД-С4Уш-ИК-ТРВ (рис. 3).

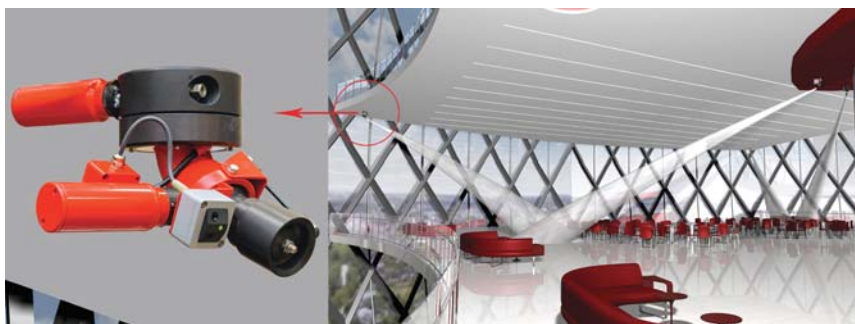


Рис. 3. Мини-робот-ороситель: общий вид (слева) и пример установки (справа)

Испытания по тушению модельного очага пожара (ранга 4А) проводились по программе и методике «Огневые испытания роботизированной установки пожаротушения (РУП), оснащенной пожарными роботизированными стволами, с направленной подачей огнетушащего вещества вниз» (ФГБУ ВНИИПО, 2018) (рис. 4). Начало тушения модельного очага пожара осуществлялось через 8–9 мин с момента поджига.

Незначительный расход огнетушащего вещества, а также направленное действие (тушение очага пожара по его координатам) позволило



00:00 Поджиг



03:30 Развитие пожара



08:49 Начало тушения



13:00 Тушение



15:29 Конец тушения



15:35 Результат тушения

Рис. 4. Испытания ПР-ЛСД-С4Уш-ТРВ-ИК

минимизировать ущерб от пожара и негативные последствия от самого тушения.

Применение пожарных роботов с тонкораспыленной водой актуально для защиты объектов, которые испытывают проблемы с подачей воды. Кроме того, их применение будет эффективным при борьбе с огнем в учреждениях культуры, в том числе в музеях, где вред от процесса тушения обычно соизмерим с вредом от самого пожара.

В данной разработке использованы последние достижения в области пожарной робототехники. Изделия разработаны в соответствии с нормативной базой (ГОСТ Р 53326–2009 «Техника пожарная. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытания», СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования», ВНПБ 39-16

«Роботизированная установка пожаротушения. Нормы и правила проектирования (СТО-СТУ 1682.0017–2015)». Изделия прошли комплекс огневых испытаний и сертифицированы в ОС «Пожтест» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России).

Автоматическая система пожаротушения на базе мини-роботов-оросителей не имеет аналогов на отечественном и зарубежном рынках. Технические решения запатентованы (патент Российской Федерации от 04.05.2018 № 2677622).

Высокое быстродействие, возможность тушить всем расходом, гибкость управления в сочетании с высокой готовностью к работе — все это позволяет применять данные системы для защиты объектов, где другие технические средства малоэффективны. К ним относятся, в частности, объекты с массовым пребыванием людей: торгово-развлекательные центры, киноконцертные залы, спортивные сооружения, предприятия общественного питания.

Предлагаемая система пожаротушения способна решить проблемы комплексной пожарной безопасности объектов за счет своей высокой готовности (которая обеспечивается цифровизацией всех ее элементов и цифровым контролем на всех ее уровнях, исключая человеческий фактор), автоматической диагностики и сервисного обслуживания на протяжении всего срока ее службы.

Огнетушащий газ наряду с распыленной водой является перспективным огнетушащим веществом для защиты запасников культурных ценностей, музеев и других аналогичных объектов культурного наследия. При этом огнетушащий газ имеет как преимущества, так и ряд недостатков по сравнению с распыленной водой.

Очевидное достоинство огнетушащего газа заключается в том, что его подача не приводит к ущербу объекта защиты. Кроме того, газ в отличие от распыленной воды применяется объемным способом, т. е. он эффективен для тушения экранированных очагов возгорания (запасники, хранилища и т. д.).

Технология тушения пожаров тлеющих материалов согласно СП 5.13130 предусматривает размещение пожарной нагрузки в условногерметичном помещении (параметр негерметичности не более $0,001 \text{ м}^{-1}$). Масса поданного газа должна быть увеличена на 20...30 % по сравнению с защитой вычислительных центров. При этом также на 20...30 % допускается увеличить время подачи газа.

Указанная технология позволяет обеспечить оперативную ликвидацию пламенного горения, в том числе в экранированных зонах, при подаче нормативного количества газа (из расчета для н-гептана). Дальнейшая подача газа (30 %) предназначена для создания концентрации выше нормы в целях увеличения времени, в течение которого не может

произойти повторное возгорание. По мере утечки газа его концентрация в помещении снижается и при достижении определенного уровня повторное загорание становится возможным, если очаг тления не остыл. По сравнению с распыленной водой огнетушащий газ не оказывает охлаждающего действия на пожарную нагрузку объекта.

Результаты экспериментальных исследований по тушению тлеющих пожаров при подаче галона 1301 приведены в стандарте NFPA 12a (A-3-4.2). Показано, что тлеющий пожар является результатом развития поверхностного горения твердых материалов в режиме свободного горения. Продолжительность перехода в тление зависит как от характеристик материала, так и от конструктивных особенностей его складирования (открытый или закрытый штабель реек, ориентация реек в пространстве и т. п.).

Первоначально за критерий перехода в тление было предложено принимать время тушения при концентрации, соответствующей тушению н-гептана (5 % об. для галона 1301). Если время тушения превышало 10 мин, то пожар признавался тлеющим. Дальнейшие исследования показали, что даже при концентрации 10 % об. требуется время тушения более 10 и даже 20 мин. Следует отметить, что в отдельных опытах допускалось время свободного горения до 10 мин.

Лабораторные (объем экспериментальной установки 1 м^3) и крупномасштабные (объем установок 40,5; 55,2; 60; 168 и 1804 м^3) опыты по тушению тлеющих материалов, проведенные во ВНИИПО, показали, что при подаче газа (хладоны 114В2, 227еа, CO_2) через 2–3 мин с момента возникновения загорания после достижения нормативной концентрации для н-гептана (C_n) прекращалось не только пламенное горение, но и тление материалов. Однако если концентрация C_n достигалась при времени экспозиции свободного горения более 2–3 мин, то результат тушения тлеющих материалов носил случайный характер. При свободном горении более 6 мин подавление тления достигалось лишь при содержании кислорода в объеме экспериментальной огневой камеры до 2,5 % об. после длительной выдержки.

По результатам серии лабораторных и полигонных испытаний ВНИИПО были сделаны следующие выводы:

- ◆ аэрозоли и огнетушащие порошки оказались неэффективными при тушении тлеющих материалов, образцов бумаги в пачках;
- ◆ хладоны, CO_2 подавляют пламенное горение при нормативной концентрации C_n для н-гептана, если время свободного горения бумаги в пачках и древесины не превышает 2–3 мин;
- ◆ при времени свободного горения пачек бумаги и древесины от 3 до 6 мин тушение ГОТВ с концентрацией более C_n носит случайный характер и является ненадежным;

- ◆ при свободном горении более 6 мин тушение тлеющего очага достигается только при снижении концентрации кислорода до 2–3 % об.

В случаях, когда возможен доступ оперативных пожарных подразделений для гарантированного тушения очагов тления, требования СП 5.13130 предусматривают выдержку объекта в огнетушащей атмосфере не менее 20 мин.

Очевидно, что применение принятой в СП 5.13130 технологии газового пожаротушения может обеспечить тушение пожара, если использовать малоинерционную СПС (дымовую, аспирационную и т. п.). Если развитие пожара до подачи ОТВ успело достаточно глубоко перейти в тление вследствие длительного свободного горения, то подача газа сначала вызовет прекращение пламенного горения, а по прошествии нескольких минут существенно замедлит развитие огня, если он возникнет при повторном загорании. В последнем случае дотушивание очага осуществляют пожарные подразделения. Следует учесть, что норматив предусматривает приезд пожарных через 10 мин после обнаружения пожара СПС.

Выбор варианта огнетушащего газа также является непростой задачей. СП 5.13130 предлагает применять как натуральные, так и синтезированные газы. При выборе газа следует учесть безопасность людей в помещениях, прежде всего при несанкционированном срабатывании АУП.

Основная мера защиты людей согласно СП 5.13130 предусматривает эвакуацию до подачи газа в период временной задержки.

Правильный выбор огнетушащего газа способен обеспечить безопасность людей также в случае несанкционированного срабатывания АУП без временной задержки (вторая ступень безопасности). Известные случаи гибели людей при подаче газа привели к тому, что многие стали считать все огнетушащие газы смертельно опасными. Опровержением этого ошибочного мнения являются как результаты опытов по пребыванию добровольцев в огнетушащей среде, так и сведения из международных стандартов, основанные на многочисленных опытных данных.

Установлено, что лидером в области безопасности являются натуральные сжатые газы — азот, аргон, Инерген и Аргонит. Согласно ISO 14520 (приложение G) при подаче этих газов из расчета концентрации 52 % об. они безопасны до 3 мин. Накопление такой концентрации по российским нормам длится около 80 с, по зарубежным — до 120 с. Для всех натуральных сжатых газов концентрация 52 % об. превышает нормативную для н-гептана (C_n) на 30...50 %.

При этом важным достоинством сжатых газов является то, что человек не чувствует негативных воздействий при подаче газа и снижении концентрации кислорода до 12 % об. Кроме того, при подаче сжатого газа сохраняется начальная видимость в помещении, что не вызывает каких-либо препятствий для эвакуации даже при несанкционированной подаче сжатого газа без включения оповещателей. Известны экспериментальные данные, согласно которым добровольцы из числа журналистов и работников музея находились в течение 20 мин в помещении с остаточной концентрацией кислорода менее 12 % об. после подачи состава «Инерген». ISO 14520 рекомендует применение сжатых газов с концентрацией до 52 % об. в помещениях с постоянным пребыванием людей.

По данным ISO 14520 и NFPA 2001 приемлемый уровень безопасности способны обеспечить некоторые синтезированные сжиженные газы. К ним относятся хладоны 227ea и 23, а также фторкетон ФК 5-1-12 (последний известен под торговой маркой Novac 1230 американской фирмы «3М»).

Хладон 227ea при концентрации 10,5 % об. (т. е. на 45 % выше нормативной концентрации по н-гептану) обеспечивает нормальное дыхание человека до 5 мин. Более высокий уровень безопасности может быть достигнут при применении хладона 23 и ФК 5-1-12. Оба эти газа при концентрации, которая вдвое превышает нормативную, обеспечивают безопасное пребывание человека в огнетушащей среде до 5 мин.

Однако необходимо отметить, что синтезированные газы в отличие от натуральных сжатых газов приводят к повышению частоты пульса и/или другим негативным последствиям, но в большинстве случаев на приемлемом уровне при указанных концентрациях.

Кроме того, подача синтезированных газов сопровождается потерей видимости. Причиной этого является плотный водяной туман, который образуется вследствие интенсивного охлаждения воздуха из-за испарения поданного сжиженного газа. Потеря видимости является важным фактором, который ухудшает условия эвакуации персонала из помещения.

Наименее изученным ОТВ в области газового пожаротушения является ФК 5-1-12. Принципиальное отличие его от других газов — температура кипения, которая составляет 49 °С. Все остальные огнетушащие газы кипят и переходят в пар при температуре ниже 0 °С. Для пожаротушения жидкая фаза ФК 5-1-12 должна практически полностью перейти в пар. На процесс парообразования влияет дисперсность получаемых капель, их скорость, дальность полета (отсутствие преград на пути капель), температура жидкой фазы и температура воздуха.

Однако исследования зависимости эффекта парообразования ФК 5-1-12 от указанных параметров практически не проводились.

В СССР применялся хладон 114В2, физические свойства которого близки к ФК 5-1-12. Хладон 114В2 использовали только с насадками для соударения струй с диаметрами отверстий до 2 мм в целях получения мелкокапельного распыла, а давление наддува составляло 110 бар (11 МПа). Впоследствии стало ясно, что таких мер для полного испарения хладона 114В2 недостаточно. Это пояснение показывает необходимость проведения исследований в части полноты испарения подобных ОТВ.

К смертельно опасным газам относятся CO_2 и бромхладон 114В2 (изготовление последнего практически прекращено с 2000 г.). Наиболее опасен диоксид углерода, который при концентрации ниже нормативной вызывает паралич легких и остановку дыхания. В связи с этим рекомендации ВНИИПО указывают на чрезвычайно высокую опасность применения CO_2 , стандарт NFPA 909 не рекомендует применять его на объектах с культурными ценностями, стандарт ISO 6183 — в помещениях как с постоянным, так и с периодическим пребыванием персонала, если пожаротушение может быть обеспечено другими ОТВ.

Часто дискутируется вопрос об опасном воздействии продуктов терморазложения (пиролиза) огнетушащего газа на культурные ценности. Известно, что молекулы натуральных сжатых газов и CO_2 обладают весьма высокой устойчивостью к воздействию высоких температур, поэтому продукты пиролиза практически не образуются. Синтезированные газы обладают существенно меньшей стойкостью к воздействию тепла и способностью к пиролизу даже при температурах тления горючих материалов. При этом более сложные и длинные молекулы газов разрушаются легче.

Известны результаты опытов (NFPA 12a), которые проводились при ликвидации пламенного горения синтезированными газами в течение около 10 с. Они показывают, что продукты пиролиза при этом образуются в незначительном количестве. Стандарт ISO 14520 отмечает, что при пожаре обычно выделяется существенно большее количество коррозионно-активных и токсичных продуктов пиролиза, чем при пиролизе синтезированного газа при локальном взаимодействии с очагом пожара.

В стандарте NFPA 2001 сообщается, что при терморазложении синтезированных газов образуется, в частности, чрезвычайно опасный продукт — HF. Синтезированные газы типа HFC, HCFC и PFC выделяют больше HF, чем галон 1301. Взаимодействие HF с водяным паром воздуха приводит к образованию разбавленной плавиковой кислоты, которая хорошо известна своим разрушительным действием.

Опытные данные, приведенные в стандарте NFPA 2001, показали, что удвоение времени подачи синтезированных газов от 5 до 10 с (т. е. в 2 раза) приводит к увеличению количества продуктов распада всего на 30...50 %. При этом увеличение площади модельного очага пожара от 0,087 до 1,17 фут² из расчета на 1000 фут³ объема огневой камеры приводит к 11-кратному увеличению количества продуктов термозлоложения. Похожие результаты получены и в другом аналогичном опыте: увеличение площади пожара от 0,06 до 0,60 фут² (т. е. в 10 раз) привело к 20-кратному увеличению количества продуктов разложения для хладона 227еа и 16-кратному — для галона 1301.

Таким образом, образование HF может быть ограничено в результате быстрой подачи синтезированных газов и ограничения размеров пожара (последнее — в результате применения малоинерционной СПС).

Однако если оперативная подача газа в очаг пожара не произошла по каким-либо причинам либо мы имеем масштабный очаг горения и/или тления, то количество продуктов пиролиза увеличивается, и это может усилить негативное воздействие пожара, особенно при наличии влаги, связанной, например, с тушением пожара.

Натуральные газы не образуют продуктов термозлоложения и, следовательно, не требуют ограничений в плане времени подачи и масштабов пожара.

Казалось бы, что по техническим показателям применение сжатых газов предпочтительнее, чем любых синтезированных газов. Однако практическое применение натуральных сжатых газов показало наличие у них ряда недостатков.

Синтезированные газы можно хранить в баллоне в большем количестве, чем натуральные сжатые газы, что позволяет применять более компактные АУП. Для компенсации указанного недостатка сжатых газов сегодня повышают давление в баллонах до 300...350 бар (до 30...35 МПа), но это существенно повышает стоимость АУП и лишь частично улучшает ее компактность.

Еще совсем недавно подача сжатого газа в трубопровод производилась только через дроссельные шайбы для снижения давления до 70 бар (7 МПа). Сегодня взамен такой шайбы стали применять редукционный клапан, устанавливаемый на модуле газового пожаротушения, что позволяет поддерживать давление в трубопроводе на уровне не выше 70 бар (7 МПа) даже при остановке потока газа. Такое решение повышает безопасность применения АУП и упрощает выбор распределительных устройств (РУ) в станции пожаротушения, так как РУ на давление 300 бар (30 МПа) и выше на российском рынке практически отсутствуют.

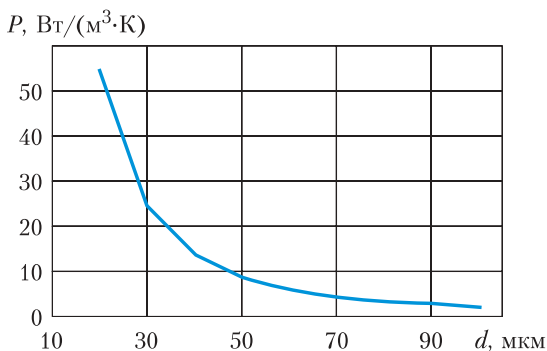


Рис. 5. Зависимость изменения удельного количества тепла P , поглощенного при испарении капель, от диаметра капель d в ГВС

Другой недостаток применения сжатых газов заключается в необходимости устройства дренажных проемов в помещении для сброса избыточного давления, которое накапливается в процессе подачи газа. Однако на объектах с культурными ценностями не всегда можно сделать такие проемы. Применение редукционных клапанов обеспечивает более плавное изменение расхода газа, что позволяет уменьшить площадь дренажных проемов в 2...3 раза, т. е. до уровня, необходимого для сжиженных газов.

Как отмечалось выше, газ в отличие от ТРВ не охлаждает пожарную нагрузку, что затрудняет ликвидацию тления. Сегодня этот недостаток компенсируется применением новой технологии, которая реализуется с помощью газовой АУП.



Рис. 6. Установка пожаротушения «Sinorix™ H₂O Gas» (изготовитель — «Siemens», Швейцария)

За рубежом проводятся исследования газоводяных составов (ГВС). На рис. 5 показана расчетная зависимость изменения удельного количества тепла, поглощенного при испарении капель ГВС, от диаметра капель.

Фирма «Siemens» (Швейцария) разработала автоматическую установку объемного газоводяного пожаротушения «Sinorix™ H₂O Gas», которая подает в защищаемое помещение азот при нормативной концентрации и ТРВ с дисперсностью капель около 150 мкм. Указанная установка (рис. 6) сертифицирована в России.



Рис. 7. Пневмоакустические распылители АО «АКИН»

Разработанные пневмоакустические распылители (рис. 7) позволяют получить ГВС, содержащую огнетушащий газ и капли воды ультрадисперсного распыла (20...60 мкм). Применение ГВС указанной дисперсности повышает эффективность пожаротушения и увеличивает охлаждающий эффект по сравнению с аналогом (АУП фирмы «Siemens»), что позволяет уменьшить количество подаваемой воды и ущерб от ее применения.

Распылители (см. рис. 7) содержат резонаторы, которые обеспечивают генерацию тонкораспыленного потока воды под действием сжатого высокоскоростного потока газа.

Типичное распределение диаметра капель в факеле распыла показано на рис. 8. При работе распылителей крупные капли не образуются.

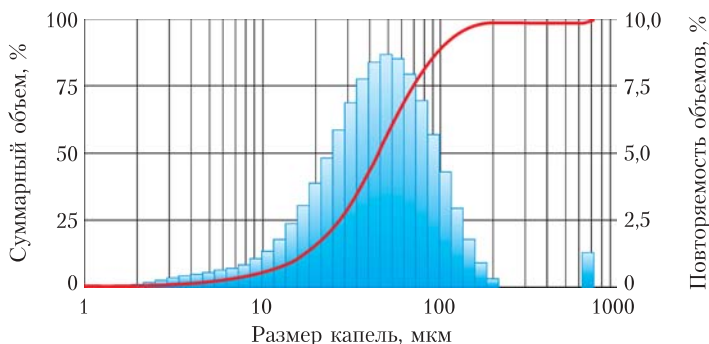


Рис. 8. Типичное объемное распределение размеров капель в ГВС

Газоводяная АУП, разработанная на основе азотной АУП, подает в помещение азот при концентрации, близкой к нормативной. При этом достигается объемное пожаротушение и ликвидация пламенного горения. Дополнительно к азоту в помещение подается небольшое количество ТРВ, которая охлаждает пожарную нагрузку и быстро подавляет тление. В этой области проведено более 300 огневых опытов, которые показали, в частности, весьма быструю ликвидацию тления штабеля древесины, экранированного кожухом, при времени свободного горения

6 мин. Проведены также опыты по тушению макетов денежной массы (резаной бумаги в пачках). Достигнута ликвидация тления, при этом намокание бумаги оценивается как незначительное. Однако остается вопрос, какое воздействие окажет данный состав именно на предметы, хранящиеся на рассматриваемых нами объектах, например старинные рукописи?

Недостаток любой АУП заключается в том, что для ее включения и подачи ОТВ необходимо загорание, а это означает потерю части пожарной нагрузки (например, половины уникальной картины или т. п.). Этот недостаток может быть исключен применением технологии, которая заключается в снижении концентрации кислорода в помещении до уровня, при котором загорание становится невозможным даже от интенсивного источника воспламенения.

Для создания искусственной гипоксической атмосферы требуются технические средства для разделения воздуха на азот и кислород с последующей подачей полученного азота в защищаемое помещение. Применяются две технологии разделения воздуха — мембранная (рис. 9,а) и адсорбционная (рис. 9,б).

Подача азота в помещение продолжается до тех пор, пока остаточное количество кислорода не уменьшится до нужного значения (последнее зависит от характеристик пожарной нагрузки, для культурных ценностей оно составляет ориентировочно 15 % об.). При утечке газа через неплотности, имеющиеся в помещении, автоматический газоанализатор включает технические средства и дополнительно подает азот, восстанавливая его концентрацию. Указанная процедура продолжается в течение всего периода эксплуатации объекта.

Таким образом, данная технология не относится к АУП, но может применяться взамен ее. Это — технология активного предотвращения пожара за счет инертизации газовой среды объекта защиты.

Одним из важных достоинств такой технологии является возможность пребывания персонала в помещении без ущерба для его здоровья. Продолжительность пребывания зависит от концентрации газа и может составлять от нескольких часов до полного рабочего дня.

Недостатком такой технологии является необходимость повышенной герметичности объекта защиты, что влечет за собой дополнительные финансовые затраты. Нормативные документы в области применения таких установок на сегодняшний день не разработаны.

Таким образом, выбор ОТВ для автоматического пожаротушения объектов культурного наследия представляет собой важную и сложную задачу. Ее решение должно учитывать специфику объекта защиты, опираться на современные технологии и результаты научно обоснованных исследований в части минимальных норм подачи ОТВ, способов

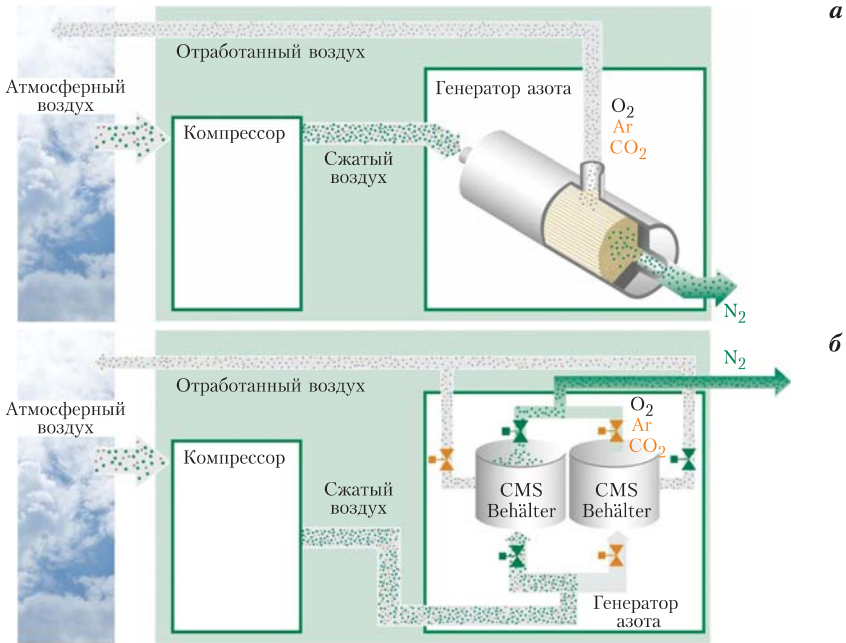


Рис. 9. Схемы мембранной (а) и адсорбционной (б) технологий разделения воздуха

пожаротушения и нормативных требований. Сложность решения данной задачи обусловлена прежде всего отсутствием накопленного опыта экспериментальных исследований.

Таким образом, учитывая физико-химические свойства пожарной нагрузки таких объектов, как памятники деревянного зодчества, характеризующиеся наличием:

- ◆ большого количества горючих материалов, склонных к горению внутри объема без доступа воздуха извне с выделением большого количества тепла и способных к повторному самовоспламенению;
- ◆ технологических проемов, служащих для естественного проветривания здания;
- ◆ возможного присутствия на объекте людей,

в качестве огнетушащего вещества наиболее целесообразно принимать тонкораспыленную воду с дисперсностью капель менее 150 мкм.

Тонкораспыленная вода не оказывает вредного воздействия на организм человека, значимого отрицательного воздействия на фонды музея и является экологически чистым, доступным и дешевым веществом.

ОБ ОПЫТЕ РАБОТЫ ПО ЗАЩИТЕ ПАМЯТНИКОВ В СТРАНАХ СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ. ОБРАЩЕНИЕ К УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ

Противопожарную защиту деревянных объектов культурного наследия, учитывая их ценность, невозможно обеспечить противопожарными стенами или негорючими защитными покрытиями. Обнаружение пожара не тушит пожар само по себе. Традиционные спринклеры активируются медленно, не тушат эффективно и наносят большой ущерб из-за чрезмерного количества воды. Какой должна быть идеальная система защиты? Пожары должны быть потушены на самой ранней стадии, чтобы избежать значительного ущерба.

В течение последних 100 лет мечта об абсолютной противопожарной защите выражалась следующим образом: «Что, если бы у нас всегда был дежурный пожарный в каждом помещении». Да что еще Вам нужно?

В течение десятилетий я стремился достичь этой цели, исполняя служебные обязанности (в отношении моих сотрудников) и сотрудничая в области стандартизации со специалистами в Европе и Северной Америке. Перед нами стояла основная задача — применять чистую воду на очень ранней стадии и только в месте очага пожара; создать систему, которая должна копировать действия пожарного на пожаре в любое время. Если бы мы могли этого достичь, то был бы минимизирован прямой ущерб, отсутствовал вторичный ущерб и исключено применение вредных веществ. Какие дополнительные меры защиты потребуются тогда? Никакие.

В 1991 г. я предложил концепцию наружных пожарных стволов с дистанционным управлением. Профессиональные пожарные должны управлять стволами при помощи видео на экране в реальном времени. С тех пор в Норвегии был проведен ряд демонстраций и испытаний этих стволов. В 2017–2018 гг. были осуществлены испытания с использованием наружных и внутренних автономных роботизированных пожарных стволов. Согласно опубликованному отчету и выступлениям на конференции *Fire Sprinkler International 2018* в Стокгольме и стволы, и роботы показали очень хорошие эксплуатационные качества. Наиболее интересной из протестированных систем был новый мини-робот ТРВ, специально разработанный для установки на потолках внутри помещений. Мы впервые испытали такие устройства. Они успешно потушили огонь в сложенных друг на друга поддонах, расположенных в 100 мм от стеновых деревянных панелей. Был смоделирован акт

зал церкви. Успешное тушение не оставило следов от огня на стене. В отчете представлены результаты и сравнительные технические характеристики всех протестированных типов систем пожаротушения (рис. 1).

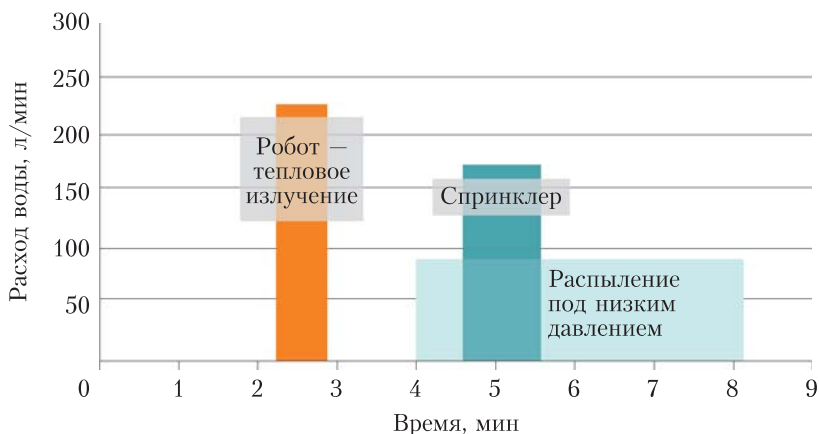


Рис. 1. Зависимость расхода воды от времени тушения пожара

Почему роботизированные стволы тушат пожары меньшим количеством воды раньше, быстрее и безопаснее, чем спринклеры или ТРВ-форсунки? Это очевидно: стволы активируются детекторами и сами направляются датчиками наведения на очаг огня на самой ранней стадии. При использовании водяного тумана (ТРВ) расходуется меньше воды, чем при сплошной струе. Роботы сами закрывают затвор, когда вода больше не нужна, и могут снова включиться, если будет повторное возгорание. Результат — меньшее количество используемой воды и гораздо более надежное тушение. Мечта сбылась!

Важно понимать, как система, которая включает в себя автоматизацию и видеонаблюдение, может быть надежной и даже более надежной, чем, например, спринклеры со стеклянными колбами. Это вопрос номер один для владельцев объектов культурного наследия при рассмотрении ими возможности установки таких систем. Ответ на этот вопрос заключается в следующем. Роботы в основном полностью автоматические, поэтому они будут работать без какого-либо дистанционного управления или вмешательства людей. Их можно легко тестировать, и тогда вы сможете быть уверены, что они сработают в любое время. Тесты могут проводиться ежемесячно или чаще. На открытом воздухе их проводят с использованием воды, направляя ее в сторону от здания.

Если во время работы при пожаре происходит сбой автоматики, роботы переходят в автономный режим с питанием от аккумуляторов. Во время пожара оператор по системе видеонаблюдения в центре управления осуществляет контроль за работой системы и может переключить ее в режим дистанционного управления. Роботами можно даже управлять вручную на месте. Таким образом, именно эта система и ее резервирование обеспечивают превосходную надежность.

Другой распространенный вопрос, волнующий людей, ответственных за объекты наследия: могут ли роботы сойти с ума или подвергнуться цифровому взлому и, как следствие, нанести ущерб? Хотя такое можно представить, для сравнения следует привести пример автомобилей или самолетов, которые могут быть взяты под контроль хакерами. Это на самом деле реальная угроза, но принятая обществом. В случае тушения пожара роботами эта угроза смягчается наличием круглосуточного видеонаблюдения в центрах управления и контроля со стороны оператора: если у оператора нет ясности, начинать работу или нет, и он замечает, что что-то не так, он может прервать работу или перевести оборудование в режим неисправности. Интересная мысль: такая дополнительная функция могла бы в принципе повысить надежность и спринклерных систем, но, к сожалению, это никогда не делается. Ведь если случайно или преднамеренно спринклерная система активируется, когда нет огня, то произойдет серьезное повреждение всех поверхностей помещения, так как затвор будет открыт до тех пор, пока пожарные не придут на место происшествия.

После десятилетий исследований более чем 20 вариантов пожаротушения для защиты деревянных объектов культурного наследия от пожара выбор специалистов пал на автоматические роботизированные стволы, которые оказались в целом лучшей защитой внутри и снаружи помещений.

При применении роботизированных систем прямой ущерб от огня и вторичный ущерб от воды минимальны, а надежность тушения превосходна. Оборудование легко монтируется и демонтируется и практически не влияет и не изменяет облик помещения. Мечта сбылась!

Я обращаюсь к сообществам по защите культурного наследия, разработчикам и поставщикам таких систем с просьбой эксплуатировать их в полной мере в помещениях и на улице. Убедитесь в адресной надежности и адаптируйте всю систему к каждому конкретному проекту. В больших помещениях и во всех помещениях, где есть роспись, картины или чувствительные артефакты, должны быть установлены роботы, которые направляют определенное количество воды только к месту пожара. Традиционные спринклеры могут подойти для небольших помещений.

35 ЛЕТ НА ЗАЩИТЕ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

Защита памятников деревянного зодчества — непростая задача. С одной стороны, все прекрасно понимают, что это делать необходимо, а с другой — это непосильная задача как для муниципальных, так и для региональных органов власти. Все это приводит к тому, что число памятников деревянного зодчества в стране с каждым годом сокращается.

Пожары, случающиеся в подобных зданиях, уничтожают полностью как внутреннее убранство, так и строение в целом, не оставляя и возможности повторения подобного даже с учетом развития современных технологий.

Так, например, пожар летом 2018 г. в Церкви Успения Пресвятой Богородицы (г. Кондопога, Республика Карелия) еще раз продемонстрировал нам беззащитность таких сооружений перед огнем. Жемчужина Русского Севера, объект культурного наследия, памятник деревянного зодчества за несколько часов превратился в груды обугленных бревен (рис. 1).



Рис. 1. Пожар в Церкви Успения Пресвятой Богородицы

И такие пожары далеко не редкость как в нашей стране, так и за рубежом. Как спасти, как защитить уникальные памятники? Над этим вопросом работают самые лучшие специалисты многих стран.

В следующем, 2020 году, состоится открытие отреставрированного главного собора Кижей — Преображенской церкви. В свое время Николай Леонидович Попов, долгие годы проработавший заместителем директора музея «Кижь» и внесший значительный вклад в дело реставрации памятника, предложил наружное пожаротушение с применением лафетных стволов.

В дальнейшем это техническое решение переросло в роботизированную систему (рис. 2). Появились термины, определения, понятия по пожарным роботам, начали проводиться исследования по баллистике струй, разрабатываться и приниматься нормативные документы.

В 1984 г. был создан первый пожарный робот в России (рис. 3). Тогда же состоялась первая конференция по пожарным роботам, на которой эти устройства были рекомендованы для наружной защиты памятника. Вскоре был разработан и первый проект защиты Кижей.

Для наружного пожаротушения проектом предусматривалась установка на кольцевом пожарном трубопроводе по периметру Кижского погоста 14 пожарных роботов (далее — ПР), оснащенных телекамерами, работающих как в видимом, так и в ИК-диапазоне, с возможностью защиты купольного пространства (рис. 4) и одновременной работы двух ПР. Пожарный трубопровод по проекту подключается к береговой насосной станции, обеспечивающей расход воды 110 л/с. В летнее

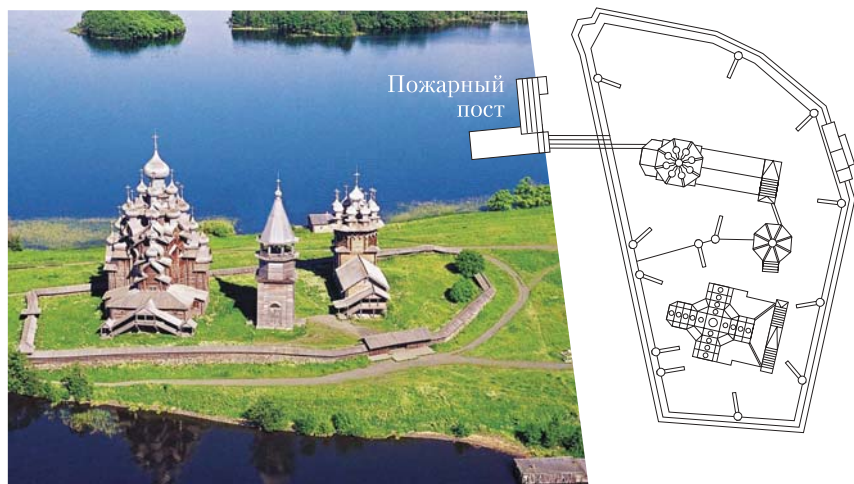


Рис. 2. Схема расстановки лафетных стволов в музее-заповеднике «Кижь»



Рис. 3. Первый пожарный робот в России

пожароопасное время трубопровод находится под постоянным давлением воды. Проект в значительной своей части был реализован, но в дистанционном режиме. В таком варианте защита объекта обеспечивается и в наше время, т. е. уже 35 лет.

В России много памятников деревянного зодчества, расположенных в живописных местах (рис. 5). Они, как правило, удалены от современной инфраструктуры. Их защита может строиться только с использованием автономных установок водоснабжения с насосными станциями и без сетей электроснабжения с трансформаторными подстанциями.

Одним из наиболее удачных технических решений для таких объектов является применение установок пожаротушения УПАТ и лафетных осциллирующих стволов (рис. 6). Для того чтобы эти установки не портили эстетическое восприятие памятников деревянного



Рис. 4. Орошение верхнего купола



Рис. 5. Кижы. Часовня в Подбельниках



Рис. 6. Установка УПАТ-2000 с лафетным стволом

пает сигнал по радиоканалу на пункт круглосуточного дежурства и включается телекамера наружного наблюдения. Оператор может проконтролировать ситуацию на объекте и принять решение о запуске системы пожаротушения или об «отбое тревоги». Если в течение установленного времени оператор решения не принял, то система запускается автоматически. При этом срабатывает пиропатрон, и в лафетный ствол подается вода под рабочим давлением. В работу включается осциллятор, который циклично перемещает ствол, и распыленная вода орошает объект в заранее заданном секторе.

За прошедшие 35 лет значительно улучшены характеристики роботизированных установок пожаротушения, накоплен опыт их применения по защите объектов в космической, авиационной, нефтегазовой, деревообрабатывающей отраслях. Роботы прошли успешную апробацию при защите объектов с массовым пребыванием людей. Внесение в них конструктивных изменений позволило перейти к новому образцу продукции — мини-роботу. Его геометрические размеры минимальны, а защищаемая площадь составляет до 3000 м². Идущие в ногу со временем, пожарные роботы стали цифровыми, самотестируемыми, с регистрацией событий, с возможностью удаленного доступа через интернет и мобильную связь.

зодчества, емкости с хранением запаса огнетушащего вещества заглубляют в землю.

Об эффективности установок пожаротушения УПАТ можно судить по результатам испытаний, проведенных во ВНИИПО: горение 2 т бензина на площади 72 м² было прекращено подачей раствора пенообразователя с расходом 20 л/с за 20 с.

Для защиты удаленной часовни в Подъельниках (см. рис. 5), входящей в состав «Кижского ожерелья» вокруг о. Кизи, предлагается установка четырех УПАТ-2000 объемом по 2000 л. На каждой емкости устанавливаются лафетные осциллирующие стволы ЛС-С20Уо с расходом 20 л/с.

Установка запускается от адресной системы наружной пожарной сигнализации. При срабатывании пожарных датчиков по одной из четырех сторон посту-

И сегодня с этим решением мы снова приходим на защиту памятников деревянного зодчества, но уже не только по наружному пожаротушению, а прежде всего для защиты внутреннего пространства.

В настоящее время в России ведется разработка новых стандартов, в том числе требований к памятникам.

В новом СП 258.1311500.2016 приведены требования по защите купольного пространства культовых учреждений сухотрубами с дренажными оросителями, но с некоторыми ограничениями: *«за исключением зданий IV и V степеней огнестойкости, а также зданий с объемом молебельного зала менее 7,5 тыс. м³»*. Как раз как в церкви Успения Пресвятой Богородицы в Кондопоге.

Предложенный проект свода правил «Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности при проведении работ по приспособлению» больше конкретизирует и совершенствует способы защиты больших зальных помещений. В частности, в проекте предложено «в случае невозможности тушения компактными струями от ручных стволов в самой высокой части помещения... предусмотреть использование лафетных стволов с ручным или автоматическим (роботизированным) управлением». Однако мы опять имеем в виду объекты, геометрические размеры которых (объем здания) предполагают оборудование их внутренним противопожарным водопроводом.

А что делать с небольшими зданиями, ценность которых и экспонатов внутри их несоизмерима с затратами на обеспечение безопасности? И почему в проектах норм нет требований по защите зданий снаружи? Анализ причин подобных пожаров показывает, что наиболее вероятной причиной их возникновения является источник, занесенный извне.

Напомним, что в соответствии с Федеральным законом от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» *«к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации относятся объекты недвижимого имущества (включая объекты археологического наследия) и иные объекты с исторически связанными с ними территориями, произведениями живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства, объектами науки и техники и иными предметами материальной культуры, возникшие в результате исторических событий, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, науки и техники, эстетики, этнологии или антропологии, социальной культуры и являющиеся свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры»*.

Под государственной охраной объектов культурного наследия понимается система правовых, организационных, финансовых, материально-технических, информационных и иных принимаемых органами государственной власти Российской Федерации и органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления в пределах их компетенции мер, направленных на выявление, учет, изучение объектов культурного наследия, предотвращение их разрушения или причинения им вреда».

Это, несомненно, государственная задача — сохранить память и историю, передать богатое наследие следующим поколениям. И примеры бережного отношения к подобным памятникам есть. Нужна воля, желание, сплочение вокруг этой цели действительно заинтересованных специалистов, а также ресурсов.

© Немчинов Сергей Георгиевич,

заместитель генерального директора по стратегическому развитию
ООО «Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР»

РЕЗУЛЬТАТЫ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА В ДАНИИ

В 2018 г. в Норвегии государственная компания «КА», осуществляющая обслуживание памятников деревянного зодчества, привлекла компанию COWI к исследованию традиционных и новых систем пожаротушения для защиты церковных зданий, построенных в XVIII–XIX веках.

По результатам работы был составлен отчет «Исследование эффективности водяных систем пожаротушения для защиты деревянных церквей и исторических зданий». В данном отчете представлены результаты испытаний, проведенных в Датской пожарной лаборатории. Были испытаны восемь систем пожаротушения:

- 1) внутри помещений:
 - спринклерная система;
 - ТРВ высокого давления;
 - ТРВ низкого давления;
 - роботизированная установка пожаротушения;
- 2) снаружи зданий:
 - спринклерная система;
 - ТРВ низкого давления;
 - роботизированная установка пожаротушения;
 - ручное пенное пожаротушение (демонстрация).

В качестве оборудования были использованы традиционные системы автоматического пожаротушения, применяемые в европейских странах, а также роботизированная установка пожаротушения российского производства от компании «Инженерный центр пожарной робототехники “ЭФЭР”».

Следует отметить, что скандинавские специалисты изначально рассматривают в качестве огнетушащего вещества только воду.

Использовались три полномасштабных деревянных макета для испытаний: внутри помещения, снаружи и на сильный пожар в помещении. В конструкции макета были стены, карнизы и наклонные/горизонтальные кровли (рис. 1). Высота стен составляла 7 или 8,5 м, высота комнаты — 8,5 м, размеры 10×10 м. Использовались два вида источника огня из европоддонов — так называемый «единичный очаг» (случайное возгорание) и другой, более тяжелый случай, именуемый «поджогом».

Все данные о работе установок пожаротушения фиксировались в сводных таблицах (рис. 2). Анализ данных осуществлялся исключительно по результатам огневых испытаний.

Если испытательная установка позволяла, деревянные панели также тестировались на так называемое время прогорания. Время реагирования профессиональных служб имеет решающее значение: если



Рис. 1. Испытания на макете в Дании

прогорание панели происходит до прибытия пожарных, существует вероятность полного уничтожения здания. Снижение эффективности системы пожаротушения зависит от отношения времени тушения к времени прогорания. Прогорание может привести к возникновению скрытого огня в здании или помещении.

Анализ данного отчета показал все плюсы и минусы традиционных и новых средств пожаротушения (рис. 3). Стало очевидно, что обычные спринклерные системы и системы ТРВ хорошо работают в помещениях малого и среднего размера, за исключением случаев, когда из-за задержки пуска системы пожар принимал развившийся характер. В этом случае для тушения пожара требовалась бóльшая интенсивность, и были применены передвижные средства тушения местной пожарной команды.

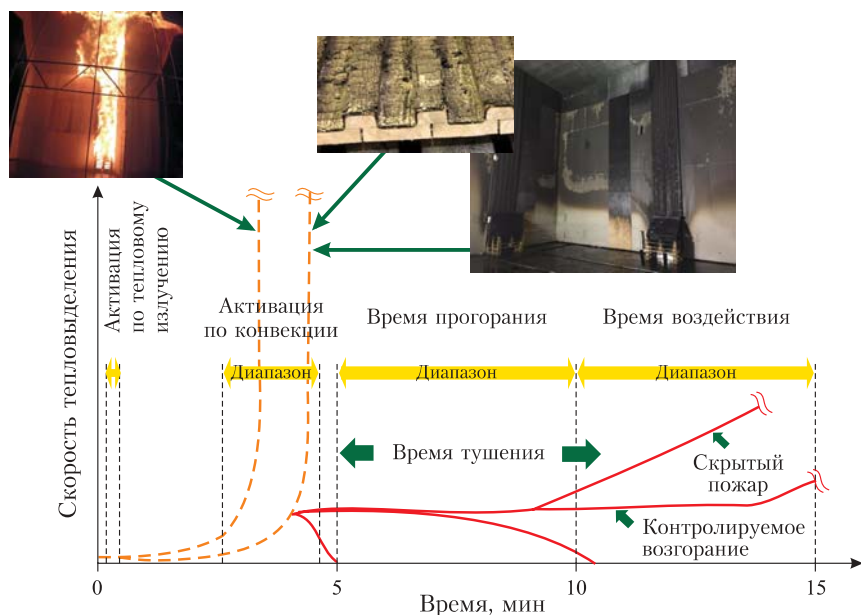


Рис. 3. Сводные графики результатов испытаний

Основной проблемой являются помещения для собраний, залы, большие чердаки, а также аналогичные помещения с высокими потолками в деревянных церквях и других исторических зданиях. Высокие потолки увеличивают время срабатывания спринклерных оросителей за счет увеличения времени нагрева термочувствительного элемента. Это приводит к значительному развитию пожара в помещении, росту

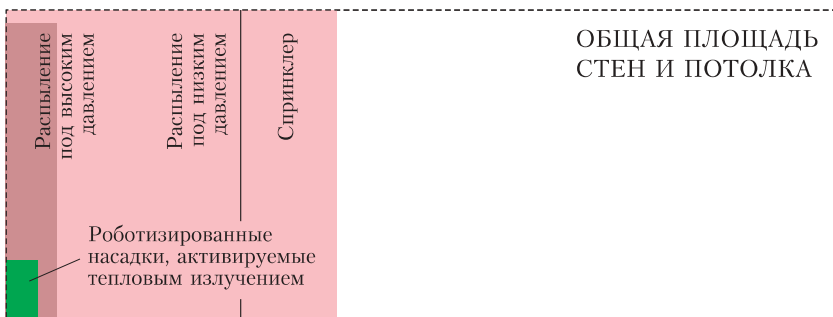
времени его тушения при заданной интенсивности оросителя. Системы ТРВ ввиду их низкой интенсивности в данном случае не могли ликвидировать очаг, а только снизили температуру в помещении (см. рис. 2, тест 302b, графу таблицы «Тушение/контроль/неудача»: «контроль <140 °C>»).

Любая система, активируемая пламенем или тепловым излучением, превосходит системы с активацией конвективным нагревом с точки зрения минимального использования воды.

Адаптация к сценариям пожара положения насадка, интенсивности подачи ОТВ и давления (система пожаротушения на базе мини-роботов) повысила вероятность успешного тушения и сократила время пожаротушения по сравнению со стандартными параметрами. При этом время «активации» системы, время тушения, площадь «намокания», площадь обугливания, расход огнетушащего вещества представлены в отчете минимальными значениями (рис. 4 и 5).

Активация пожарного робота с ТРВ в помещениях большого объема осуществляется по сигналу от системы пожарной сигнализации.

ОРОШЕНИЕ



ОБУГЛИВАНИЕ

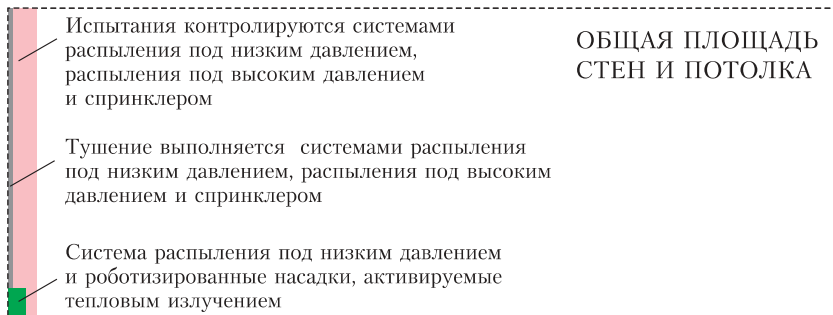


Рис. 4. Данные по орошению и обугливанию конструкций



Рис. 5. Модель очага и результат тушения роботизированной установкой пожаротушения

Наличие ИК-сканера в комплектации робота позволяет проверить достоверность сигнала о пожаре и в случае его обнаружения начать тушение исключительно по очагу возгорания, минимизируя при этом площадь, на которую попадает вода. По результатам испытаний норвежскими специалистами были сделаны выводы о преимуществе использования пожарных роботов по сравнению с традиционными системами для тушения пожара в помещениях с большими объемами: «наилучшие показатели продемонстрировала роботизированная установка пожаротушения».

В ходе испытаний стало ясно, что результаты исследований действительно действительны для любой аналогичной деревянной конструкции, т. е. для других типов церквей различного «возраста», общественных зданий, галерей, исторических зданий, музеев и т. д. Проект получил поддержку от Дирекции культурного наследия Норвегии (Riksantikvaren, Knif Trygghet Forsikring AS и Stiftelsen UNI).

© **Богданова Елена Викторовна**,
директор ФГБУК «Государственный историко-архитектурный
и этнографический музей-заповедник «Кижь»
© **Чекмасов Александр Владимирович**,
инженер по пожарной безопасности
ФГБУК «Государственный историко-архитектурный
и этнографический музей-заповедник «Кижь»

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «КИЖИ» СЕГОДНЯ. ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

В ведении музея-заповедника «Кижь» находятся 82 объекта культурного наследия, территория охранной зоны в г. Петрозаводске, на острове Кижь и в районе Кижского ожерелья, а также другие объекты (объекты промышленной зоны, проживания, хозяйственные постройки). Самый главный из них — церковь Преображения Господня Кижского погоста, жемчужина русского деревянного зодчества, объект культурного наследия народов Российской Федерации, памятник всемирного наследия ЮНЕСКО.

В соответствии с Федеральным законом от 25.06.2002 г. № 73-ФЗ гарантируется сохранность объектов культурного наследия народов Российской Федерации в интересах настоящего и будущего поколений многонационального народа России. В то же время, наряду с физическим сохранением объектов, необходимо обеспечить условия для безопасного доступа к ним граждан.

Одной из отличительных особенностей обеспечения пожарной безопасности зданий и территории является уязвимость памятников деревянного зодчества к воздействию пожаров. Так, в подавляющем большинстве здания музея деревянные, относятся к низкой — 5-й степени огнестойкости, содержат материалы высокой степени пожарной опасности. Серьезным недостатком с точки зрения безопасности является также то, что все эвакуационные пути и выходы памятников не соответствуют правилам пожарной безопасности.

Современные нормативные документы предъявляют высокие требования к объектам защиты, к числу которых относятся и памятники культурного наследия, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, градостроительства. Не всегда требования по созданию эффективной системы безопасности могут быть применимы к таким зданиям. Это обусловлено многими причинами, основная из которых — уникальность архитектуры, внутренней отделки. Отсюда следует необходимость сохранения таких построек именно в том виде, в котором они дошли до наших дней. Нельзя проводить какие-либо перепланировки, выделять отсеки противопожарными преградами,

расширять пути эвакуации, заменять стораемые конструкции негорючими, не везде можно устанавливать автоматические средства пожаротушения. При этом крайне важно повысить уровень пожарной безопасности. Отсюда следует, что одним из основных решений по обеспечению безопасности являются современные технические системы защиты (системы видеонаблюдения, пожарной сигнализации, пожаротушения и пр.).

В настоящее время объекты Кижского погоста защищены:

- ◆ системой автоматической пожарной сигнализации (АПС) и системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) с использованием извещателей пожарных дымовых и пламени. Объекты оборудованы охранной сигнализацией (ОС); защищены также отдельные предметы (иконы) в церкви Покрова Пресвятой Богородицы и периметр церкви Преображения Господня. Передача всех сообщений от объектов Кижского погоста осуществляется на пульт управления С2000М производства НВП «Болид», расположенный в помещении пункта централизованного наблюдения (далее — ПЦН);
- ◆ системой наружного пожаротушения (семью стационарными, дистанционно управляемыми лафетными стволами и одним стационарным лафетным стволом с ручным управлением);
- ◆ внутренним пожаротушением посредством внутреннего противопожарного водопровода (только Преображенская церковь);
- ◆ системой охранного телевидения с использованием цифровых камер видеонаблюдения (Кижский погост — пять видеокамер с фиксацией записи; снаружи территории — система охраны периметра с использованием шести тепловизионных камер видеонаблюдения);
- ◆ тепловизорами, дополнительным рубежом технической охраны.

Для обеспечения бесперебойного питания систем защиты Кижского погоста имеется резервный источник электропитания — дизель-генератор, который запускается автоматически при отключении основного источника электропитания.

Основным и наиболее важным условием работы музея является сохранение уникального объекта всемирного наследия — Кижского погоста. В связи с этим музеем ведется планомерная работа по повышению уровня пожарной безопасности на этапах модернизации и поддержания существующих систем защиты.

После завершения реставрации церкви Преображения Господня с учетом функционирования данного объекта будут установлены АПС и ОС с использованием адресных извещателей с выводом сигнала на ПЦН.

Запланирована также комплексная защита территории Кижского погоста системой охранной сигнализации и охранного телевидения (далее – СОТ) по периметру ограды.

С учетом того что на сегодняшний день требований нормативных документов по пожарной безопасности для объектов защиты Кижского погоста недостаточно, в целях реализации концепции развития музея специалистами музея-заповедника «Кижь» в настоящее время разрабатываются специальные технические условия (СТУ) для церкви Преображения Господня. В СТУ будут определены инженерно-технические решения, направленные на реализацию задач пожарной безопасности, определен противопожарный режим. После принятия СТУ музеем в полной мере будет решен вопрос обеспечения пожарной безопасности церкви Преображения Господня. Далее будут разрабатываться СТУ для церкви Покрова Пресвятой Богородицы. В конечном счете в соответствии с Концепцией развития музея-заповедника «Кижь» в 2017–2027 гг. и Планом мероприятий по реализации Концепции развития музея будет произведена реконструкция систем противопожарной защиты объектов Кижского погоста.

До внедрения в жизнь установленных в СТУ решений по пожарной безопасности предлагается поддержание и модернизация существующих технических систем безопасности. Так, в рамках реставрации будет полностью переустановлена АПС, перемонтирован внутренний противопожарный водопровод. Начата поэтапная замена морально устаревших лафетных стволов наружного пожаротушения на роботизированные пожарные стволы. Рассматривается также вопрос о приобретении пожарной насосной станции контейнерного типа для обеспечения водой системы пожаротушения объектов Кижского погоста.

В настоящее время системой автоматической пожарной сигнализации и системой оповещения и управления эвакуацией людей оборудовано 95 объектов, из них 35 объектов культурного наследия и 60 объектов проживания, промышленной зоны.

Техническое обслуживание систем АПС, ОС, СОТ, противопожарного водопровода, наружного и внутреннего пожаротушения на острове Кижь осуществляет подрядная организация (каждый год по результатам торгов).

Все объекты музея обеспечены первичными средствами пожаротушения и пожарными щитами, а объекты промышленной зоны, помимо этого, внутренним противопожарным водопроводом и пожарными гидрантами. Часть объектов музея и территория оборудованы камерами видеонаблюдения. В соответствии с нормами разработаны планы эвакуации при пожаре людей и экспонатов, объектовые инструкции о мерах пожарной безопасности.

Для обеспечения защиты от пожаров и проведения профилактической работы на объектах острова Кижы находится федеральная объектовая 14-я пожарно-спасательная часть по охране музея (далее — пожарная часть). Для выполнения работ по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ в штате пожарной части есть все необходимые силы и средства, в том числе группа профилактики пожаров, состоящая из четырех человек с дневным режимом работы, осуществляющая проверку противопожарного режима на объектах острова Кижы. Основная форма профилактической работы пожарной части — это несение службы на постах и маршрутах дозоров в соответствии с утвержденной дислокацией. Кроме этого, сотрудники войск национальной гвардии и службы по обеспечению безопасности музея ежедневно при патрулировании территории контролируют соблюдение требований безопасности.

Работа дежурной охраны объектов музея, в том числе объектов Кижского погоста, организована в тесном взаимодействии с сотрудниками пожарной части и войск национальной гвардии. Силовые ведомства осуществляют дозорно-постовую службу. В летний период во время проведения реставрационных работ, а также массовых мероприятий, равно как и церковных служб, выставляются дополнительные посты на территории и объектах Кижского погоста, в дозорно-постовой работе принимают участие сотрудники службы по обеспечению безопасности музея.

Взаимодействие осуществляется и в технических вопросах: так, неотъемлемой частью системы пожаротушения Кижского погоста является пожарная насосная станция (далее — ПНС) на основе пожарного катера «Вьюн 10» (в зимнее время предусматривается подача воды от ПНС 110). Данные насосные станции находятся в оперативном управлении 14-й пожарно-спасательной части по охране музея-заповедника «Кижы».

Для забора воды пожарными автомобилями на нужды пожаротушения других объектов музея на острове Кижы имеются девять пожарных пирсов, три спланированных площадки, плашкоут, приспособленный для забора воды пожарными автомобилями. Вместе с тем данные пожарные водозаборы не соответствуют требованиям норм по площади покрытия (размеры водозаборов менее 12×12 м).

В соответствии с Концепцией развития музея-заповедника «Кижы» в 2017–2027 гг. и Планом мероприятий по реализации Концепции развития музея на острове Кижы будет произведено строительство пожарных водозаборов, включая устройство водозаборов в местах планируемых новых комплексов музея. Кроме того, планомерно до 2022 г.

будет осуществлена установка молниезащиты на всех объектах острова Киж и Кижского ожерелья.

Отдельно следует отметить проблемные вопросы в обеспечении пожарной безопасности музея-заповедника.

Особую сложность представляет обеспечение безопасности, в том числе пожарной, объектов Кижского ожерелья: памятников деревянного зодчества, а также жилых домов в деревне Жарниково. Существует ряд моментов, осложняющих защиту территории: это прежде всего отсутствие на сегодняшний день электрических сетей в памятниках деревянного зодчества. Принимая во внимание удаленность объектов (акватория Онежского озера) от пожарной части острова Киж, отсутствие подъездных путей к объектам, сложность подачи огнетушащих веществ, отсутствие постоянного дежурного, а также технического мониторинга, необходимо разработать комплексный, а может быть, даже нестандартный подход к решению вопросов безопасности. Немаловажным обстоятельством является и необходимость сохранения природного ландшафта Кижских шхер, видового разнообразия флоры и фауны.

В соответствии с концепцией развития музей-заповедник «Киж» предпринимает соответствующие шаги в данном направлении. Так, в период 2019–2021 гг. планируется поэтапное подключение к электрическим сетям памятников деревянного зодчества Кижского ожерелья, что в дальнейшем упростит решение задачи по обеспечению безопасности.

Трудноосуществима и реализация технических решений по устройству систем пожарной безопасности Кижского погоста. В отличие от типовых зданий музеев объекты Кижского погоста являются уникальными, противопожарная защита которых требует выполнения весьма противоречивых требований.

Существует прямая связь между устройством средств пожарной и охранной безопасности и возможным нарушением вследствие этого ландшафтно-экспозиционной составляющей острова Киж. Здесь необходим очень осторожный подход к реализации технических систем защиты. Необдуманные, неразумные шаги в этом направлении могут негативно сказаться на деятельности музея-заповедника «Киж».

Проблемные вопросы технических решений безопасности подразделяются на несколько основных групп. Например, как обеспечить устройство насосной станции и осуществить прокладку противопожарного водопровода для тушения возможного пожара на объектах Кижского погоста, не нарушив экспозиционный облик и восприятие главного объекта? Как избежать оказания прямого воздействия на объемно-планировочную структуру архитектурного ансамбля?

Неправильные технические решения по устройству насосной станции, находящейся в центре основной экспозиции музея, могут внести значительные искажения в архитектурный облик: при пересечении ряда видовых коридоров могут создаваться визуальные помехи в восприятии памятников и реконструированных архитектурно-ландшафтных комплексов (других памятников деревянного зодчества). При устройстве пожарных водозаборов также отмечается отрицательное воздействие на ландшафт и экспозиционную составляющую музея.

Существуют также трудности с устройством систем противопожарной защиты и охранной безопасности внутри объектов Кижского погоста, и прежде всего Преображенской церкви. Например, при устройстве автоматической системы пожаротушения, в том числе при выборе огнетушащего вещества, требуется учесть ряд факторов. Необходимо обеспечить:

- ◆ минимально возможный ущерб, наносимый культурным ценностям при подаче огнетушащего вещества, своевременное обнаружение и эффективное тушение пожара до того, как он нанесет ущерб в результате развития опасных факторов пожара;
- ◆ наименьшее воздействие на внешний облик экспозиции, т. е. устроить системы безопасности таким образом, чтобы они не были заметны для обычных туристов (не специалистов) (при восприятии экспозиции внутри церкви с различных ракурсов технические средства могут являться отвлекающими, техногенными элементами). Это наиболее трудная задача — соблюсти грань безопасности и восприятия.

На всех этапах установки систем технической безопасности, таких как устройство пожарных пирсов, насосной станции пожаротушения, прокладки трубопроводов, необходимо выполнение природоохранных мероприятий.

Подводя итог, можно сказать, что обеспечение пожарной безопасности в музее-заповеднике «Кижский» — задача не из легких, но вполне осуществимая, и выполнение ее является важным направлением в развитии музея.

РЕЗОЛЮЦИЯ научно-практической конференции «Защита памятников деревянного зодчества»

18 июня 2019 г.

Участники конференции, признавая важность сохранения культурного наследия Российской Федерации, имея достаточный практический опыт в решении проблем обеспечения пожарной безопасности памятников истории и культуры, опираясь на требования Федеральных законов от 25.06.2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» и от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», предлагают:

- 1.** Выработать основные требования по противопожарной защите памятников деревянного зодчества, обеспечив при этом гибкость построения системы противопожарной защиты. Использовать данные требования при разработке и корректировке нормативных документов.
- 2.** Обеспечить применение комплексных технических решений при подготовке проектов по противопожарной защите памятников деревянного зодчества, обеспечивающих максимально эффективные и «щадящие» способы обнаружения и тушения пожара, соблюдение при этом требования по сохранению исторического облика памятника.
- 3.** Обеспечить проведение технико-экономических обоснований при разработке новой нормативной базы в области пожарной безопасности, а также при разработке технических решений по противопожарной защите памятников деревянного зодчества.
- 4.** Выработать предложения по защите памятников деревянного зодчества, находящихся на удаленных территориях, в том числе не имеющих возможности подключения к инженерным системам и сетям.
- 5.** Инициировать нормативное регулирование вопросов обслуживания систем ППЗ, в том числе в части четкого определения срока службы оборудования.

6. Провести анализ реализованных проектов и технических решений по противопожарной защите памятников деревянного зодчества, в том числе с учетом зарубежного опыта.
7. Рассмотреть современные способы и технологии обнаружения и тушения пожара на ранней стадии. Для защиты памятников истории и культуры предлагается применять цифровые системы пожаротушения с соблюдением следующих показателей:
 - быстроедействие систем противопожарной защиты – обнаружение и тушение локального очага пожара малой площади (до $0,1 \text{ м}^2$);
 - эффективность применяемых способов тушения – тушение очага на ранней стадии струями высокой интенсивности, с возможностью изменения интенсивности от нормируемой до 10-кратного превышения в зависимости от площади возгорания;
 - применение самотестируемой системы управления с регистрацией событий в регистраторе с кодовым доступом;
 - исключение человеческого фактора от несанкционированной блокировки системы ведением цифрового контроля по линии МЧС с применением систем удаленного доступа к регистратору через Интернет и мобильную связь.
8. Признать, что комплексные технические решения по противопожарной защите объектов деревянного зодчества с применением роботизированных лафетных установок пожаротушения и стационарных интеллектуальных спринклерных установок пожаротушения, в том числе с использованием тонкораспыленной воды, являются наиболее эффективными и перспективными средствами борьбы с пожарами на указанных объектах.
9. Рассмотреть вопрос возможности использования погружных подводных насосных агрегатов с энергообеспечением от береговых источников и подготовить соответствующие технические предложения по для обеспечения надежного круглогодичного обеспечения подачи воды в систему пожарного водоснабжения системы пожаротушения объектов деревянного зодчества на о. Кизи.
10. Подготовить предложения о необходимости проведения НИОКР с целью разработки системы интеллектуального управления автономной подачей огнетушащих веществ в очаг пожара для роботизированных установок пожаротушения на открытых

пространствах, используемых, в частности, для защиты объектов деревянного зодчества на о. Кижи.

- 11.** Активизировать взаимодействие с общественными организациями в части развития контактов с федеральными органами исполнительной власти, техническими комитетами (ТК № 274, ТК № 465, ТК № 435, ТК № 001 «Производственные услуги») Росстандарта России при развитии системы национальных и профессиональных стандартов, в том числе обеспечивающих расширение сферы реализации продукции (услуг). Обеспечить технико-экономическое обоснование требований пожарной безопасности.
- 12.** Определить процедуру согласования специальных технических условий на проектирование системы противопожарной защиты памятников деревянного зодчества. Определить необходимость их согласования в министерствах и ведомствах.
- 13.** Результаты работы конференции довести до сведения заинтересованных органов исполнительной власти, научных и образовательных заведений, общественных учреждений.
- 14.** Продолжить работу по поиску оптимальных правовых, организационных, финансовых, материально-технических, информационных решений по обеспечению безопасности памятников деревянного зодчества.



Петрозаводск
18 июня 2019 г.