



МЧС РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СУДЕБНО – ЭКСПЕРТНЫЙ ЦЕНТР
ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ ПО ГОРОДУ
МОСКВЕ»
(ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве)

ОТЧЕТ ПО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

по теме:

**«Пожарная опасность модулей автоматического порошкового
пожаротушения»**

Москва 2021

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Заместитель начальника
ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве
подполковник внутренней службы
Собольков Д.А.

Начальник отдела по исследованию пожаров
и судебных экспертиз ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве
подполковник внутренней службы
И.Н. Сячин

Начальник испытательной пожарной лаборатории
ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве
подполковник внутренней службы
Мирзоев М.А.

Старший эксперт отдела по исследованию пожаров
и судебных экспертиз ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве
старший лейтенант внутренней службы
Расторгуев А.А.

Старший эксперт отдела по исследованию пожаров
и судебных экспертиз ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве
капитан внутренней службы
Жужукин А.В.

Старший инженер отдела
исследовательских и испытательных работ
в области пожарной безопасности
ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве
капитан внутренней службы
Дейнека И. А.

Инженер испытательной пожарной лаборатории
ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве
старший лейтенант внутренней службы
Крымский А.С.

РЕФЕРАТ

Отчет содержит 45 с., 1 кн., 11 фото, 19 рис., 4 изображения,

32 скриншота., 2 табл., 16 источ.

МОДУЛЬ ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ;
ОГНЕПРОВОДНЫЙ ШНУР; ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩИЙ ЗАРЯД;
ТЕМПЕРАТУРА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ; УЗЕЛ САМОЗАПУСКА;
СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ
ОГНЕПРОВОДНОГО ШНУРА; МАКЕТ СКЛАДСКОЙ ЯЧЕЙКИ.

Целью работы является исследование экспериментальными методами и лабораторными исследованиями эффективность применения систем автоматического порошкового пожаротушения на объектах складирования и рекомендаций для решения задач Судебно-экспертными учреждениями в части влияния вышеуказанных модулей пожаротушения на условия возникновения и развития пожара.

В рамках выполнения данной работы проведен анализ нормативно-технической базы, предъявляющих требования к объектам определенной категории по оборудованию их системами автоматического пожаротушения, проведены натурные испытания по приведению в действие модулей порошкового для определения эффективности тушения и пожарной опасности при их срабатывании. Представлены результаты проведенных натурных испытаний (экспериментов) для оценки эффективности работы системы модульного пожаротушения.

Содержание

Термины и определения.....	5
Введение и актуальность исследования.....	8
• Анализ нормативно-технической литературы.....	14
• Исследование модулей порошкового пожаротушения.....	16
• Назначение изделия.....	16
• Устройство и принцип работы.....	16
• Испытания модулей порошкового пожаротушения на макете складской ячейки.....	21
• Характеристика макета складской ячейки.....	21
• Описание и проведение испытания на макете складской ячейки.....	22
• Эксперимент 1.....	22
• Эксперимент 2.....	24
• Эксперимент 3.....	29
• Эксперимент 4.....	31
• Выводы по результатам испытаний модулей порошкового пожаротушения в складской ячейке.....	34
• Устройство узла самозапуска модуля порошкового пожаротушения и лабораторные испытания огнепроводного шнура.....	35
• Устройство узла самозапуска модуля порошкового пожаротушения	

.....	35
• Выводы по результатам лабораторных испытаний огнепроводного шнура.....
.....	37
• Определение скорости распространения пламени огнепроводного шнура и времени его горения.....	37
• Пожарная опасность веществ и материалов.....	40
• Сопоставление результатов лабораторных испытаний с пожароопасными характеристиками горючих материалов.....	41
• Эффективность тушения модулей порошкового пожаротушения.....	42
Заключение.....
.....	44
Список используемых источников.....	45

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Алгоритм: порядок приема, обработки, регистрации, логика формирования, отображения и выдачи сигналов, определяемые событиями (комбинацией и/или последовательностью) по контролируемым входным и выходным сигналам.

2. Водяное и/или пенное пожаротушение с принудительным пуском: Пожаротушение водой или пенным раствором, подаваемыми на очаг пожара из спринклерных оросителей (распылителей) с принудительным пуском.

3. Выносное устройство индикации: техническое средство, предназначенное для дополнительного извещения о режиме работы пожарного извещателя.

4. Дежурный режим: состояние прибора, не находящегося в тревожном режиме и способного к выполнению своего функционального назначения.

5. Зона пожаротушения (направление пожаротушения): часть здания или объекта, в которую управление подачей огнетушащего вещества осуществляется независимо от других частей здания или

объекта.

6. Извещатель пожарный: техническое средство, предназначенное для обнаружения пожара посредством контроля изменений физических параметров окружающей среды, вызванных пожаром, и/или формирования сигнала о пожаре.

7. Извещатель пожарный автоматический: извещатель пожарный, реагирующий на один или несколько факторов пожара.

8. Извещатель пожарный автономный: автоматический извещатель пожарный, в корпусе которого конструктивно объединены автономный источник питания и все компоненты, необходимые для обнаружения пожара и звукового оповещения о нем.

9. Извещатель пожарный ручной: извещатель пожарный, предназначенный для ручного формирования сигнала о пожаре.

10. Извещатель пожарный сателлитный: автоматический пожарный извещатель, оснащенный устройством управления спринклерным оросителем с принудительным пуском.

11. Извещатель пожарный с видеоканалом обнаружения: автоматический пожарный извещатель, выполняющий функцию обнаружения возгорания посредством анализа видеоизображения в контролируемом поле зрения.

12. Исполнительное устройство: техническое средство, предназначенное для применения в системах пожарной автоматики в качестве активного элемента защиты людей и/или материальных ценностей при пожаре (оповещатель, электропривод насоса, вентилятора, задвижки, клапан противодымной вентиляции, модуль пожаротушения и т. п.).

13. Канал обнаружения: совокупность узлов или компонентов извещателя пожарного, контролирующих один из физических параметров окружающей среды, изменяющихся при пожаре.

14. Ложное срабатывание (о пожаре): извещение о пожаре, сформированное при отсутствии опасных факторов пожара.

15. Пожарный пост: специальное помещение, оборудованное приборами приемно-контрольными пожарными и/или приборами пожарными управления (или их выносными панелями индикации и/или управления), с круглосуточным пребыванием обученного дежурного персонала.

16. Системная ошибка: неисправность прибора, вызванная полным или частичным отказом (сбоем) процессора(ов) или устройства хранения информации о конфигурации прибора.

17. Система пожарной автоматики: совокупность взаимодействующих систем пожарной сигнализации, передачи

извещений о пожаре, оповещения и управления эвакуацией людей, противодымной вентиляции, установок автоматического пожаротушения и иного оборудования автоматической противопожарной защиты, предназначенных для обеспечения пожарной безопасности объекта.

18. Система пожарной сигнализации: совокупность взаимодействующих технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, формирования, сбора, обработки, регистрации и выдачи в заданном виде сигналов о пожаре, режимах работы системы, другой информации и выдачи (при необходимости) инициирующих сигналов на управление техническими средствами противопожарной защиты, технологическим, электротехническим и другим оборудованием.

19. Спринклерный ороситель с контролем срабатывания: спринклерный ороситель (распылитель), обеспечивающий выдачу сигнала о срабатывании своего теплового замка.

20. Спринклерный ороситель с принудительным пуском: спринклерный ороситель (распылитель) с запорным устройством выходного отверстия, вскрываемым при подаче внешнего управляющего воздействия.

21. Устройство дистанционного пуска: техническое средство, предназначенное для ручного пуска (активации) систем противопожарной защиты (пожаротушения, противодымной защиты, оповещения, внутреннего противопожарного водопровода и т. д.), выполненное в виде конструктивно оформленной кнопки, тумблера, переключателя или иного средства коммутации и обеспечивающее взаимодействие с прибором пожарным управлением по линии связи.

22. Функциональный модуль: компонент блочно-модульного прибора, выполняющий его отдельную функцию или набор функций.

23. Взвесь - суспензия, в которой из-за малой разницы в величине и плотности составляющих элементов частицы оседают или всплывают очень медленно.

ВВЕДЕНИЕ И АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Системы порошкового модульного пожаротушения приобрели огромную популярность вследствие таких характеристик как:

- дешевизна оборудования;
- простой монтаж;
- длительный срок службы;

- согласно пп. б п. 7.3. СП 7.13130.2013 [13] на помещения, оборудованные установками автоматического газового, аэрозольного или порошкового пожаротушения (кроме закрытых автостоянок с парковкой при участии водителей), не распространяются требования по оборудованию системами удаления продуктов горения.

Вследствие этого количество объектов, оборудованных модульными системами порошкового пожаротушения является значительным.

При этом в 2020 - 2021 гг. в городе Москве произошел ряд пожаров на объектах различного функционального назначения, повлекших общественный резонанс и значительные материальные потери. Все указанные объекты были защищены устройствами порошкового пожаротушения.

Так, 12 ноября 2020 г. в результате пожара в складском трехэтажном здании уничтожено имущество арендаторов на площади 900 м², см. фото 1-4;



Фото 1. Вид объекта – складских ячеек до пожара. Красной стрелкой и овалом обозначено яркое свечение во внутреннем объеме ячейки хранения, в результате срабатывания модуля порошкового пожаротушения



Фото 2. Вид объекта – складских ячеек до пожара. На фото зафиксирован выброс огнетушащего порошка из –под двери складской ячейки

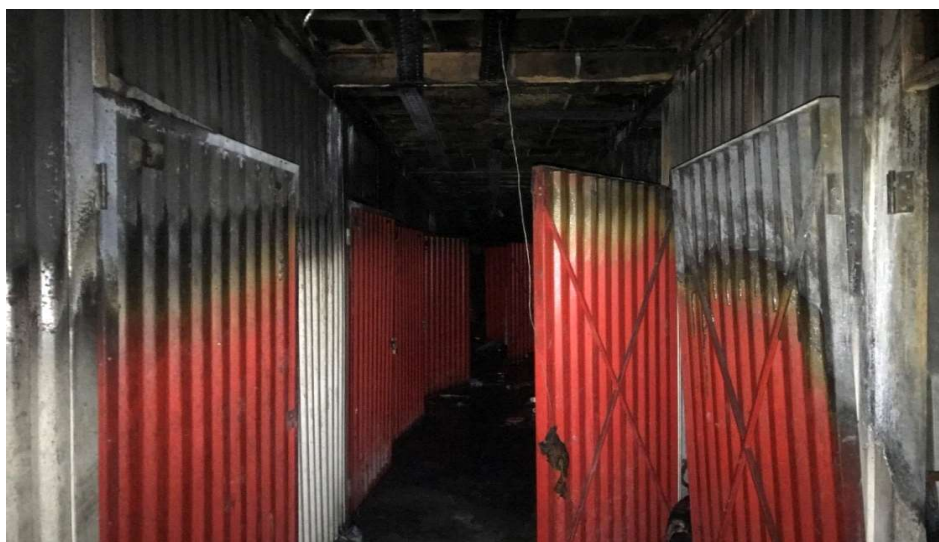


Фото 3. Вид объекта – складских ячеек после пожара



Фото 4. Вид объекта – складских ячеек после пожара

15 апреля 2021 г. пожар в складском здании ликвидирован на площади 2000 м², см. фото 3,4;



Фото 5 Вид объекта – складских ячеек до пожара. На фото зафиксирован выброс огнетушащего порошка из –под двери складской ячейки.

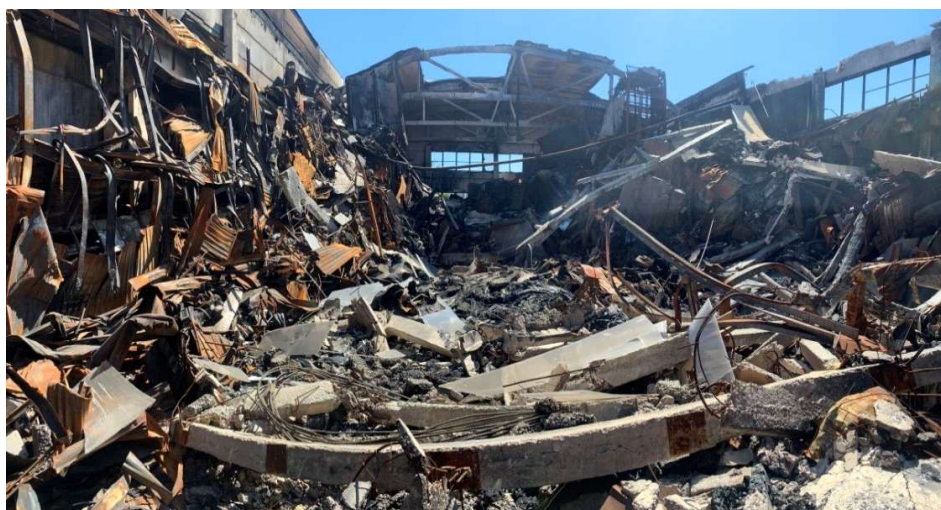


Фото 6 Вид объекта – здания складского назначения после пожара



Фото 7 Вид объекта – здания складского назначения после пожара 30 июля 2021 г. огнём уничтожено четырехуровневое складское строение площадью 2000 м², см. фото 8-11.



Фото 8 Вид объекта – складских ячеек до пожара. Красным овалом обозначено яркое свечение над складской ячейкой, в результате срабатывания модуля порошкового пожаротушения



Фото 9 Вид объекта – складских ячеек на начальной стадии развития пожара. Пламенное горение наблюдается в зоне падения (отстрела) горящего

огнепроводного шнура модуля порошкового пожаротушения



Фото 10 Вид объекта – здания складского назначения после пожара



Фото 11 Вид объекта – здания складского назначения после пожара

Порядка полутора тысяч людей в результате перечисленных пожаров потеряли имущество. Арендаторам и собственникам нанесен значительный материальный ущерб.

Таким образом, последствия могут свидетельствовать о нарушении требований п. 2 ст. 45 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Тип установки пожаротушения, способ тушения и вид огнетушащего вещества определяются организацией-проектировщиком. При этом установка пожаротушения должна

обеспечивать:

1) реализацию эффективных технологий пожаротушения, оптимальную инерционность, минимально вредное воздействие на защищаемое оборудование;

2) срабатывание в течение времени, не превышающего длительности начальной стадии развития пожара (критического времени свободного развития пожара);

3) необходимую интенсивность орошения или удельный расход огнетушащего вещества;

4) тушение пожара в целях его ликвидации или локализации в течение времени, необходимого для введения в действие оперативных сил и средств;

5) требуемую надежность функционирования.

А также требований ст. 104 123-ФЗ [1]:

1. Автоматические и автономные установки пожаротушения должны обеспечивать ликвидацию пожара поверхностным или объемным способом подачи огнетушащего вещества в целях создания условий, препятствующих возникновению и развитию процесса горения.

3. Тушение пожара поверхностным способом должно обеспечивать ликвидацию процесса горения путем подачи огнетушащего вещества на защищаемую площадь.

4. Срабатывание автоматических и автономных установок пожаротушения не должно приводить к возникновению пожара и (или) взрыва горючих материалов в помещениях зданий, сооружений и на открытых площадках.

В рамках расследования данных пожаров, дознавателями территориальных подразделений надзорной деятельности изымались и направлялись на исследование модули порошкового пожаротушения. Основным из вопросов при назначении исследований являлся вопрос о возможности загорания горючих материалов от срабатывания модуля порошкового пожаротушения.

В данном случае исследованию подвергались модули порошкового пожаротушения Буран-2,5-2С, которыми были оборудованы складские здания, где произошли пожары.

1 АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Приведем основные требования к автоматическим системам пожаротушения:

Согласно требованиям Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной

безопасности"[1], а также СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" [3] установки пожаротушения, предусмотренные на объекте защиты должны соответствовать следующим критериям:

- на установки пожаротушения автоматические должна быть разработана проектная и/или рабочая документация в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.1101;

- АУП следует проектировать с учетом архитектурных, конструктивных и объемно-планировочных решений защищаемых зданий, сооружений, помещений и размещенного в них технологического оборудования, возможности и условий применения огнетушащих веществ.

- АУП предназначены для локализации или ликвидации пожаров классов А, В;

- АУП должны выполнять функции автоматической пожарной сигнализации от собственных технических средств и (или) от технических средств, которые находятся в составе системы пожарной сигнализации (СПС), в соответствии с требованиями нормативной документации (НД) в области пожарной безопасности (ПБ);

- тип установки пожаротушения, способ тушения, вид огнетушащего вещества определяются организацией-проектировщиком с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов, а также особенностей защищаемого оборудования;

- при проектировании АУП для защищаемого здания, сооружения независимо от количества входящих в него помещений или пожарных отсеков принимается один пожар, если иное не указано в техническом задании на проектирование;

- кроме проектной и/или рабочей документации на АУП, разрабатываемых по ГОСТ Р 21.1101, проектная организация должна подготовить паспорт АУП согласно ГОСТ Р 2.601, программы приемочных и периодических (при эксплуатации) испытаний (программы разрабатываются по требованию заказчика), гидравлические схемы для размещения в насосной станции - схему противопожарного водоснабжения и схему обвязки насосов;

Согласно СП 485.1311500.2020 пункта 10 «Установки порошкового и газопорошкового пожаротушения модульного типа»:

- *п. 10.1.1 АУПП и АУГПП применяются для ликвидации пожаров классов А, В по ГОСТ 27331.*

- п. 10.1.3 Запрещается применение установок:
 - а) в помещениях, которые не могут быть покинуты людьми до начала подачи огнетушащих порошков;
 - б) в помещениях с пребыванием более 50 человек.
- п.10.1.4 Установки порошкового и газопорошкового пожаротушения не должны применяться для тушения пожаров: горючих материалов, склонных к самовозгоранию и тлению внутри объема вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука и др.); пирофорных веществ и материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха.
- п. 10.1.5 Установки могут применяться для тушения пожара на защищаемой площади, локального тушения на части площади или объема, тушения всего защищаемого объема (при соблюдении требований 10.2.7, 10.2.8, 10.2.18, приложения II).
- п. 10.1.6 Огнетушащие порошки должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 53280.4. При этом для импульсных модулей порошкового и газопорошкового пожаротушения параметр пробивного напряжения не учитывается.

2 ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЕЙ ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

2.1 Назначение изделия

Как отмечает производитель модуль порошкового пожаротушения «Буран-2,5-2С» (далее по тексту модуль) предназначен для локализации и тушения пожаров класса А, В, С и электрооборудования, находящегося под напряжением без ограничения величины, согласно требованиям п.9.1.6 СП 5.13130.2009.

Модуль является основным элементом для построения модульных, автоматических установок порошкового пожаротушения, предназначенных для тушения пожаров в производственных, складских, бытовых и других помещений.

Модуль обладает функцией самосрабатывания при достижении температуры $180^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.

Модуль не предназначен для тушения возгораний щелочных и щелочноземельных металлов, а также веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха.

Модуль относится к классу стационарных огнетушителей, не содержит озоноразрушающих веществ.

2.2 Устройство и принцип работы



Рис 1. Внешний вид модуль порошкового пожаротушения «Буран-2.5-2С».

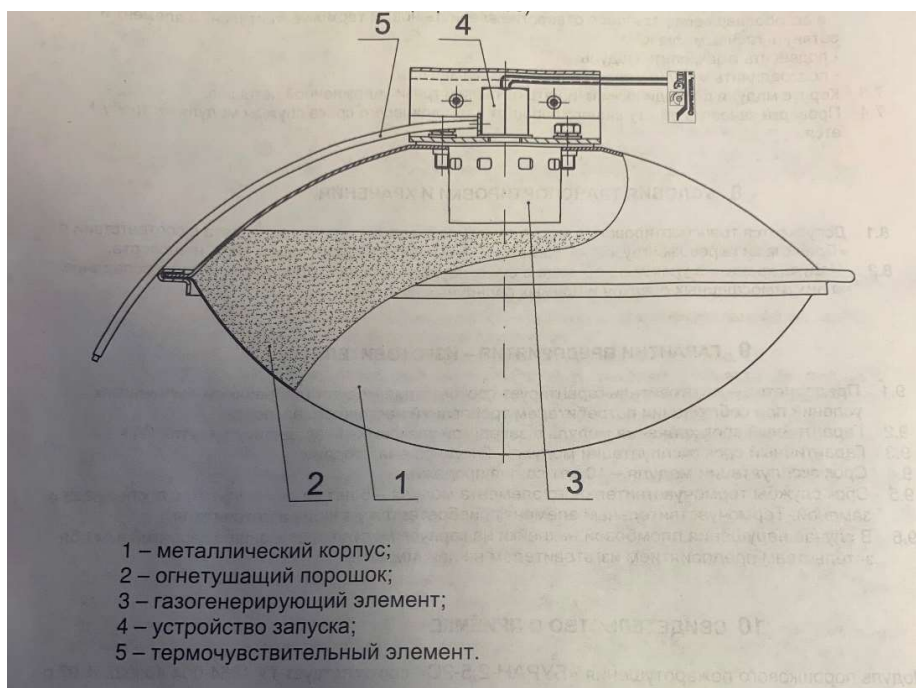


Рис. 2. Устройство модуля порошкового пожаротушения «Буран-2.5-2С».

Модуль представляет собой металлический корпус 1, выполненный из двух полусферических частей, плотно соединенных между собой методом прессовой завальцовки, в котором находится огнетушащий порошок 2, газогенерирующий элемент 3, устройство запуска 4 с термочувствительным элементом 5.

В модуле используется устройство запуска, которое работает как в режиме теплового самозапуска при повышении температуры среды в районе расположения термочувствительного элемента до 180 ± 10 °С, так и в режиме принудительного электропуска. Инерционность в режиме теплового самозапуска при воздействии очага горения класса В, площадью 1,1 кв.м., не более 20с.

Нижняя полусфера представляет собой алюминиевую мембрану с нанесенными определенным образом насечками, по которым происходит разрыв мембраны при срабатывании модуля. Модуль подвешивается на потолке защищаемого объекта над возможным очагом возгорания. При возникновении очага горения и достижения температуры воздуха в районе расположения модуля до порогового значения срабатывания устройства самозапуска или подачи электрического импульса на устройство запуска, запускается газогенерирующий элемент, происходит интенсивное газовыделение, что приводит к нарастанию давления внутри корпуса. В момент достижения внутри корпуса давления разрешения мембраны последняя разрушается по насечкам

(мембрана отгибается в виде лепестков без образования осколков и под действием энергии сжатых газов огнетушащий порошок импульсно выбрасывается в зону горения [5].

Технические характеристики модуля.

Количество огнетушащего порошка типа ABC, кг- $1,95 \pm 0,05$;

Полная масса заправленного МПП, кг - $2,9 \pm 0,1$;

Габаритные размеры, мм: диаметр / высота - $250 \pm 5 / 154 \pm 3$;

Огнетушащая способность МПП при высоте его установки $3,0 \pm 0,5$ м и степени негерметичности защищаемого помещения 5%:

а) при тушении очагов пожаров класса А:

- защищаемый объем до $18,0 \text{ м}^3$;

- защищаемая площадь до $7,0 \text{ м}^2$;

б) при тушении очагов пожаров класса В:

- защищаемый объем до $16,0 \text{ м}^3$;

- защищаемая площадь, до $7,0 \text{ м}^2$;

- максимальный ранг очага пожара класса 34В.

Пороговое значение температуры в режиме самозапуска $180 \pm 10^\circ\text{C}$;

Инерционность в режиме самозапуска при воздействии очага горения класса В, площадью $1,1 \text{ м}^2$ не более 20 с.

Длительность электроимпульса не менее 0,1 с.

Электрическое сопротивление пускового устройства от 10 до 20 Ом.

Величина постоянного тока запуска - 0,1 А.

Максимальный пусковой ток не более 1,0 А.

Безопасный ток проверки цепи электрозапуска (в течение $5 \pm 0,1$ мин) не более 0,02 А.

Время срабатывания в режиме электрозапуска не более 2 с.

Время действия не более 0,5 с.

Температурные условия эксплуатации от минус 50 до $+ 50^\circ\text{C}$.

Коэффициент неравномерности распыления порошка К1 (СП 5.13130.2009) - 1,0.

Коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения.

при расчетах пожаротушения по площади, К4 (СП 5.13130.2009) - 1,0.

Вероятность безотказного срабатывания - 0,95.

Из технической литературы и общедоступных интернет ресурсов известно, что газогенерирующий элемент представляет собой составную часть газогенерирующего устройства, предназначенную для образования вытесняющего газа. Внутри

газогенерирующего устройства находится газообразующий материал, заряд, который создает высокую кинетическую энергию потока инертных газов. Как правило, газогенерирующий заряд разрабатывается на основе дымовых пиросоставов, порошкообразных взрывчатых веществ или состава ракетного топлива. Для исключения взрыва заряда и разрыва устройства используют пламеподавители форсуночного типа. Принцип действия пламеподавителей основывается на быстром высвобождении из-под высокого давления газов, образовавшихся в процессе реакции горения газогенерирующего заряда в герметичной зарядной камере, расположенной в корпусе пламеподавателя, производящих выброс и доставку огнетушащего вещества в очаг пожара. Электрический ток подается на два проводника, между которыми имеется мостик накаливания. На мостик накаливания нанесен чувствительный к тепловому импульсу инициирующий состав (например, азид свинца). Под действием тепла инициирующий состав воспламеняется и передает огневой импульс на газогенерирующий заряд, воспламеняя его.

Наиболее широкое распространение получили пиротехнические газогенерирующие устройства. Для существующих пиротехнических генераторов характерен высокий уровень температуры генерируемого газа, порядка 300-400 °С [7,8].

В модуле порошкового пожаротушения применяется Устройство самозапуска УЗО-2С (рис. 2), в которое входит узел самозапуска УС-200 (термочувствительный элемент) (рис. 3).



Рис. 3 Устройство самозапуска УЗО-2С.

Технические характеристики устройства самозапуска:

- электрическое сопротивление каждого мостика 10-20 Ом;
- безопасный ток (в течении 5 мин.) 0,03 А;

- ток срабатывания каждого мостика 0,12 А;
- температура самосрабатывания 170 °С ;
- длина проводов 300 мм.



Рис. 4. Узел самозапуска УС-200 (термочувствительный элемент).

Одной из составных частей узла самозапуска (термочувствительного элемента), как правило, является огнепроводный шнур, имеющий высокую скорость сгорания порядка 14-20 мм/с в окружающей среде. Огнепроводный шнур предназначен для передачи флорса пламени на расстоянии в течение определенного времени и для воспламенения иницирующих зарядов, в данном случае воспламенение газогенерирующего заряда.

3 ИСПЫТАНИЯ МОДУЛЕЙ ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА МАКЕТЕ СКЛАДСКОЙ ЯЧЕЙКИ

3.1 Характеристика макета складской ячейки

Натурные испытания проводились на территории ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве в закрытом помещении (полигоне) при температуре окружающей среды + (плюс) 20 °С при искусственном освещении в выгороженной металлической камере из легкопроводимых конструкций в виде параллелепипеда, объемом 12 м³ (рис. 5), смонтированной из материалов и конструкций, аналогичных объектам пожара. Во время натурных испытаний проводилась фото и видеосъемка с разных ракурсов.

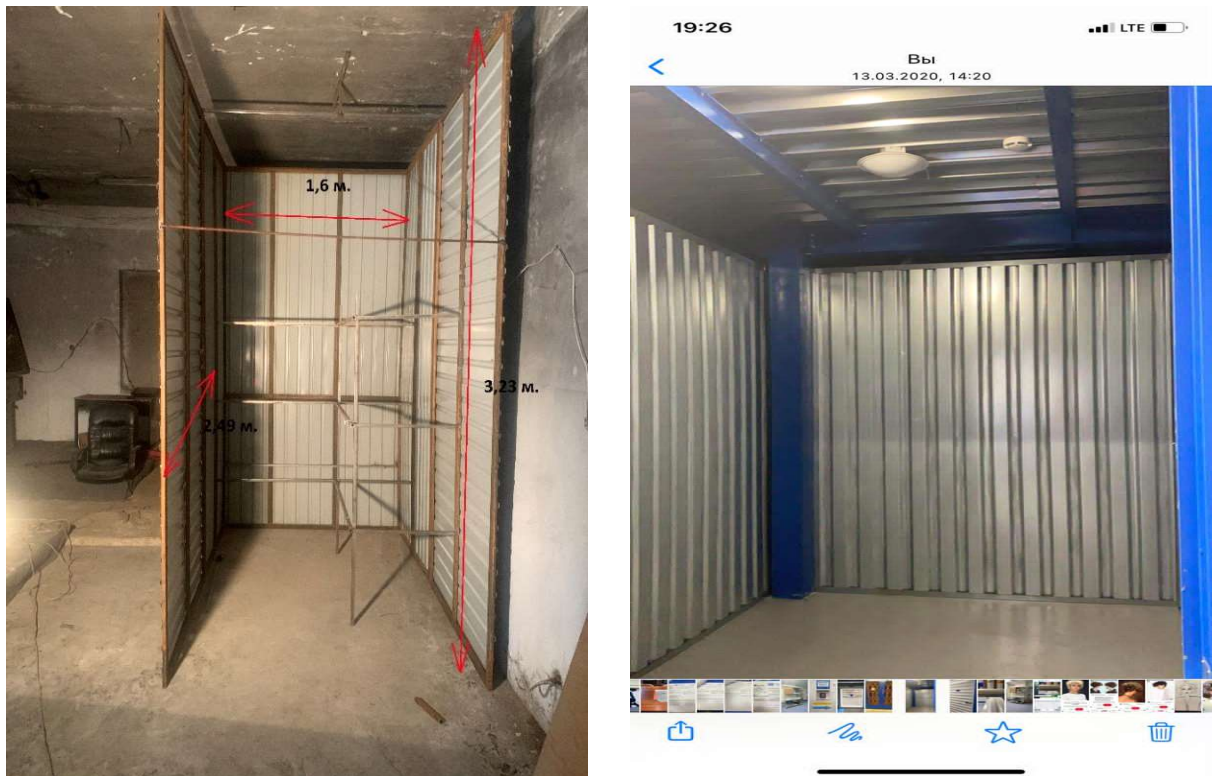


Рис. 5 (а, б). Выгороженное помещение для проведения натурных испытаний (а-слева – в помещении (полигоне) СЭЦ; б-справа – на одном из объектов пожара.

Все испытания по принудительному запуску модулей, проведены путем подачи электрического импульса на устройство запуска (4) газогенерирующего элемента (3). В качестве источника питания использовалась свинцово-кислотная аккумуляторная батарея с маркировкой GS 9-12 AGM VRLA Battery, номинальной емкостью 7А/ч.

3.2 Описание и проведение испытания на макете складской ячейки

Модули порошкового пожаротушения под маркой Буран-2,5-2С монтировались жестко под потолок металлической камеры на расстоянии 3 метра от уровня пола (см. рис. 6,7).

Внутри металлической камеры расположены металлические стеллажи. По задней и правой стенке на стеллажах размещена горючая нагрузка в виде пустых картонных коробок, полиэтиленовой сумки и текстильных изделий (изображения размещения пожарной нагрузки на фотографиях может немного отличаться, так как после каждого эксперимента проводилась уборка огнетушащего порошка с перестановкой картонных коробок, при этом размеры соблюдались), размеры приведены на (рис. 6 и 7).

Два провода, являющиеся составной частью устройство запуска УЗО-2С, приводящее в действие газогенерирующий элемент для срабатывания модуля порошкового пожаротушения, соединялись с аккумуляторной батареей непосредственно медным двужильным проводом сечением 1,5 мм².

3.3 Эксперимент 1



Рис. 6 Общий вид монтажа с размерами для проведения натурального испытания



Рис.7 Общий вид монтажа с размерами для проведения натурального испытания

При подаче электрического импульса от аккумуляторной батареи посредством медного двужильного электрического провода

на устройство запуска произошло два хлопка с периодом времени примерно 1-1,5 секунд. В момент первого хлопка в верхней правой части модуля происходит вспышка (см. скриншоты 1,2).

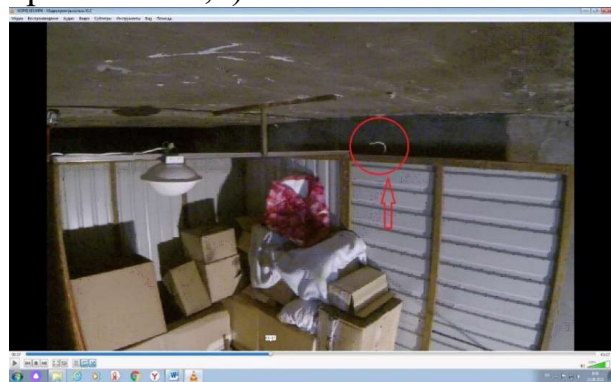


Скриншот 1. Красным цветом выделено место вспышки



Скриншот 2. Вспышка при срабатывании модуля

Одновременно со вспышками видеокamеры с разных ракурсов зафиксировали «отстрел» термочувствительного элемента (см. скриншоты 3,4).



Скриншот 3. Красным овалом выделен «отстреленный» термочувствительный элемент



Скриншот 4. Красным овалом выделен «отстреленный» термочувствительный элемент

«Отстрел» термочувствительного элемента объясняется тем, что в камере, где расположен газогенерирующий элемент под действием его горение создается давление и под действием вытесняющего газа происходит «отстрел» от места его соединения к устройству самозапуска.

С задержкой примерно в 1-1,5 секунды происходит второй хлопок с разрушением лепестковой мембраны в нижней части полусферы порошкового модуля с одновременным выбросом порошка. Выброс порошка в начальной стадии сопровождается искровыделением (см. скриншоты 5). Признаков загорания во время эксперимента не наблюдается.



Скриншот 5.



Рис. 8. Термочувствительный элемент

После проведенного испытания на коробках, размещенных на стеллажах был обнаружен термочувствительный элемент, при визуальном осмотре, данный элемент каких-либо термических повреждений не имеет (рис. 8).

3.4 Эксперимент 2



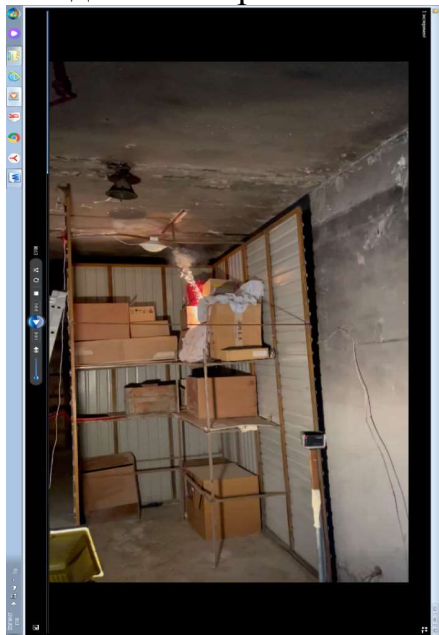
Рис. 9 Общий вид монтажа с размерами для проведения натурального испытания



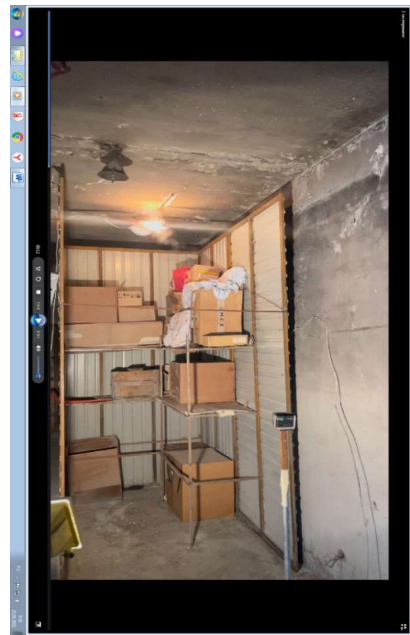
Рис. 10 Общий вид монтажа с размерами для проведения натурального испытания

При подаче электрического импульса от аккумуляторной батареи посредством медного двужильного электрического провода на устройство запуска произошло два хлопка с периодом времени примерно 1-1,5 секунд. В момент первого хлопка в верхней правой части модуля происходит вспышка в верхней правой части модуля. Одновременно со вспышками видеокамеры, с разных ракурсов

зафиксировали «отстрел» загоревшегося термочувствительного элемента (огнепроводного шнура) в сторону размещения пожарной нагрузки (см. скриншоты 6-8), между картонных коробок, расположенных на верхнем ярусе стеллажа (1 метр от модуля пожаротушения) «Отстрел» термочувствительного элемента сопровождается искрением.



Скриншот 6.



Скриншот 7.



Скриншот 8.



Скриншот 9.

При попадании горящего огнепроводного шнура на сгораемые материалы, размещенные на верхнем стеллаже, в данном случае картонные коробки, происходит их загорание. При этом модуль порошкового пожаротушения еще не сработал (см. скриншоты 9-13).



Скриншот 10.



Скриншот 11.

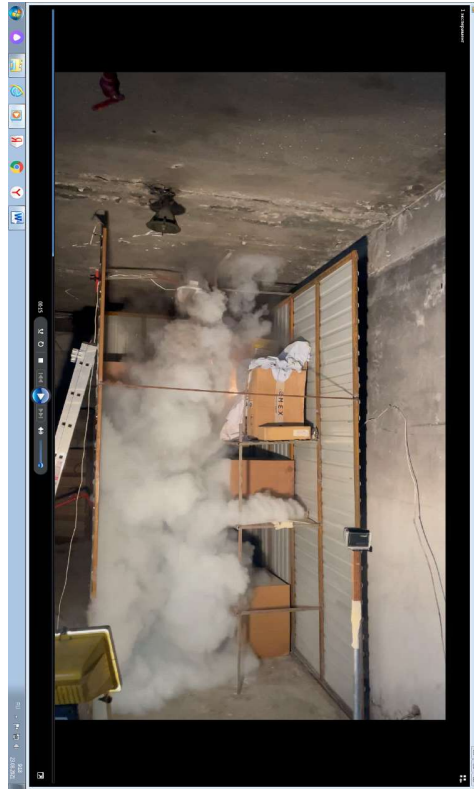


Скриншот 12.



Скриншот 13.

С задержкой времени примерно 1-1,5 секунды происходит второй хлопок с разрушением лепестковой мембраны в нижней части полусферы порошкового модуля с одновременным выбросом порошка. Выброс порошка в начальной стадии сопровождается с искровыделением. На верхнем стеллаже отмечается устойчивое загорание (см. скриншоты 14,15).

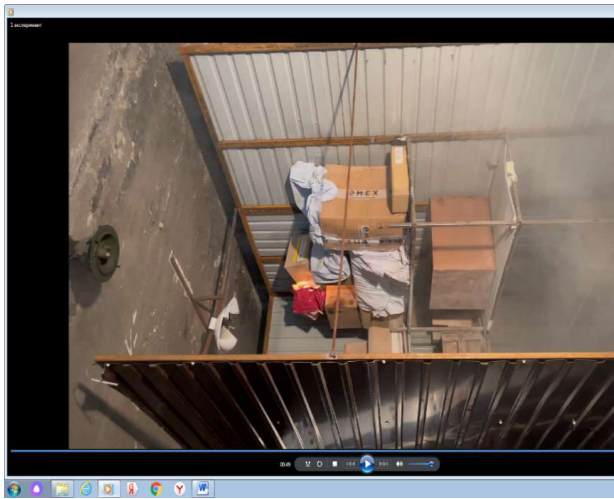


Скриншот 14.

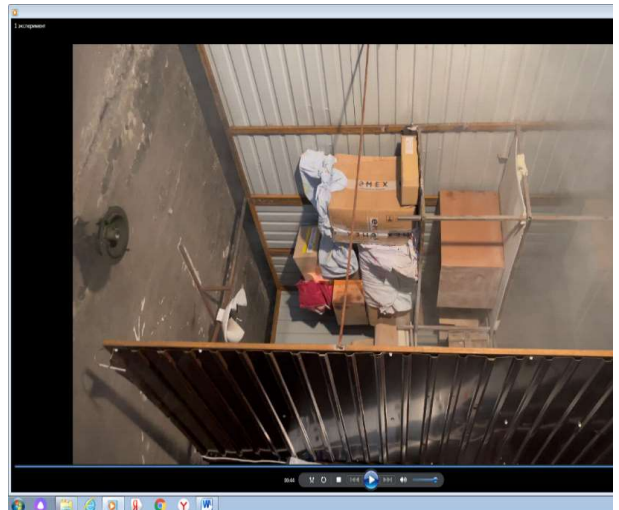


Скриншот 15.

После оседания огнетушащего порошка также отмечается устойчивое горение картона на верхнем стеллаже с дальнейшим ее распространением (см. скриншоты 16-19).



Скриншот 16.



Скриншот 17.



Скриншот 18.



Скриншот 19.

3.5 Эксперимент 3



Рис. 11 Общий вид монтажа с размерами для проведения натурального испытания.

При подаче электрического импульса от аккумуляторной батареи посредством медного двужильного электрического провода на устройство запуска произошло два хлопка с периодом времени примерно 1-1,5 секунд. В момент первого хлопка в верхней правой части модуля происходит вспышка в верхней правой части модуля. Одновременно со вспышками видеокamеры, с разных ракурсов зафиксировали «отстрел» загоревшегося термочувствительного элемента (огнепроводного шнура), падающего практически вертикально вниз (см. скриншоты 20,21). Отстрел термочувствительного элемента также сопровождается искрением.



Скриншот 20.



Скриншот 21.

Далее в условиях свободного падения горящий огнепроводный

шнур падает вниз на бетонный пол, на горючую нагрузку, размещенную на стеллажах не попадает (см. скриншоты 22,23) и загорание не наблюдается.



Скриншот 22.



Скриншот 23.

С задержкой в 1-1,5 с. происходит второй хлопок с разрушением лепестковой мембраны в нижней части полусферы порошкового модуля с одновременным выбросом порошка (см. скриншоты 24,25).



Скриншот 24.



Скриншот 25.

После оседания взвеси, из огнетушащего порошка загорание не наблюдалось.

После демонтажа сработавшего модуля порошкового пожаротушения при его осмотре было установлено, что в верхней части модуля полусферы, в районе узла самозапуска наблюдается обгорание корпуса (см. рис. 12). Оболочка огнепроводного шнура отсутствует.



Рис. 12. Место локального обгорания верхней полусферы модуля.

3.6 Эксперимент 4



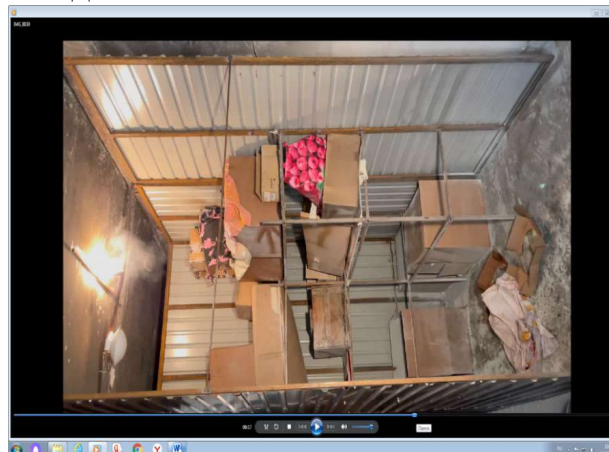
Рис. 13 Общий вид монтажа с размерами для проведения натурального испытания.

При подаче электрического импульса от аккумуляторной батареи посредством медного двужильного электрического провода на устройство запуска произошло два хлопка с периодом времени примерно 1-1,5 секунд. В момент первого хлопка в верхней правой

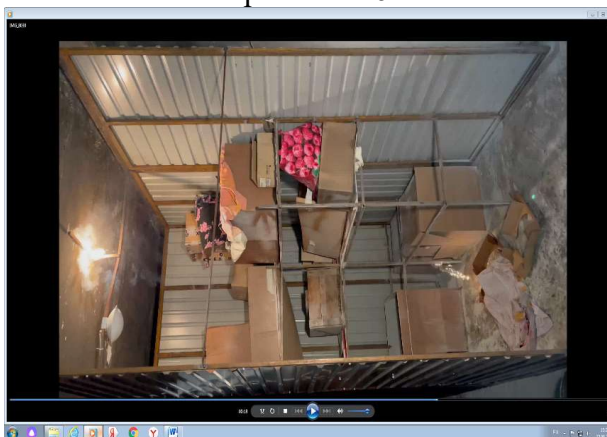
части модуля происходит вспышка в верхней правой части модуля. Одновременно со вспышками видеокамеры, с разных ракурсов зафиксировали отстрел загоревшегося термочувствительного элемента (огнепроводного шнура) (см. скриншоты 26-28). В эксперименте, отстреливший горящий огнепроводный шнур, задев металлическую конструкцию на потолке продолжал интенсивное горение под потолком с обильным искровыделением.



Скриншот 26.



Скриншот 27.



Скриншот 28.



Скриншот 29.

Через промежуток времени в 1-1,5 с. Происходит второй хлопок с разрушением лепестковой мембраны в нижней части полусферы порошкового модуля с одновременным выбросом порошка (см. скриншоты 29-30), при этом под потолком по-прежнему наблюдается горение (скриншот 31).



Скриншот 30.



Скриншот 31.

После оседания всезви, из огнетушащего порошка происходит свободное падение горящего огнепроводного шнура, минуя попаданию на горючую нагрузку. Загорание не происходит (см. скриншот 32).



Скриншот 32.

После демонтажа сработавшего модуля порошкового пожаротушения при осмотре места горения под потолком огнепроводного шнура наблюдается локальный отжиг металла, что свидетельствует об образовании высокой температуры в данном месте (см. рис. 14, 15).



Рис. 14 Вид локального отжига металлической конструкции в месте горения огнепроводного шнура



Рис. 15 Вид локального отжига металлической конструкции в месте горения огнепроводного шнура

3.7 Выводы по результатам испытаний модулей порошкового пожаротушения в складской ячейке

В общей сложности из шести проведенных экспериментом в 2-х случаях произошло загорание горючих материалов с последующим развитием горения, в 2-х случаях произошел «отстрел» воспламенившегося огнепроводного шнура, но при отсутствии его контакта со сгораемыми материалами, загорание не произошло, в 2-х случаях произошел «отстрел» не воспламенившегося огнепроводного шнура, вследствие чего загорание также не произошло.

Таким образом, по результатам испытаний можно сделать вывод, что при срабатывании модуля порошкового пожаротушения Буран-2,5-2С, происходит воспламенение газогенерирующего заряда, который в свою очередь воспламеняет огнепроводный шнур, являющимся составным элементом устройства самозапуска (термочувствительный элемент). При попадании горящих элементов огнепроводного шнура на горючую нагрузку, в данном случае картон и текстильные материалы, происходит их загорание.

4 УСТРОЙСТВО УЗЛА САМОЗАПУСКА МОДУЛЯ ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОГНЕПРОВОДНОГО ШНУРА

4.1 Устройство узла самозапуска модуля порошкового пожаротушения

Как отмечалось выше, принцип действия модуля порошкового пожаротушения основан на высвобождении огнетушащего состава (порошка). Это достигается путем создания избыточного давления внутри корпуса модуля.

В данном случае для этого служит целый узел, размещенный внутри устройства. Схематично данный узел изображен на рис. 16.

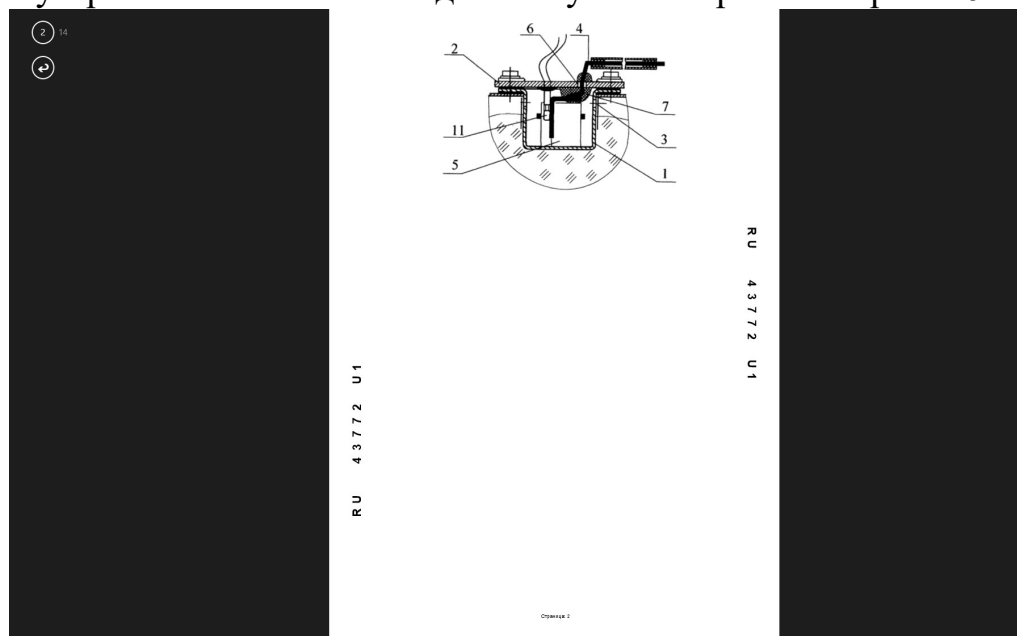


Рис. 16

Основные элементы устройства самозапуска:

- Камера, где располагается газогенерирующий заряд
- Крышка
- Отверстия для выхода избыточного давления газов
- Огнепроводный шнур
- Газогенерирующий заряд
- Электроактиватор

Как описывалось раньше в разделе «Устройство и принцип работы» электрический импульс подается на два проводника, между которыми имеется мостик накаливания. На мостик накаливания

нанесен чувствительный к тепловому импульсу инициирующий состав. Под действием тепла инициирующий состав воспламеняется и передает огневой импульс на газогенерирующий заряд (5, см. рис 16), расположенный внутри камеры. Одновременно с этим происходит воспламенение и интенсивное горение огнепроводного шнура, сопровождающееся искровыделением, который под действием созданного в камере избыточного давления «отстреливает» не в зону действия огнетушащего порошка, что показали натурные испытания. Траекторию «отстрела» и полёта горящего огнепроводного шнура предугадать не представляется возможным.

Таким образом, форс пламени в результате горения огнепроводного шнура служит источником зажигания.

В общедоступных источниках информация с характеристиками такими как температура самовоспламенения, температура горения, скорость и время горения по данному элементу (огнепроводному шнуру) отсутствует.

Для определения пожароопасных свойств огнепроводного шнура (температура воспламенения, горения, скорость распространения пламени горения) были проведены лабораторные испытания в части экспериментального определения температуры самовоспламенения твердых веществ и материалов по ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) п.п. 4.9. «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

Исследовательское оборудование:

Таблица 1

Наименование	Тип	Заводской номер	Дата очередной проверки
Установка для определения температуры воспламенения и самовоспламенения твердых веществ и материалов	«ОТП»	01	27.07.2022
Весы электронные	ALC-210d	18603433	27.10.2021.
Барометр анероид	Бамм-1	743	09.09.2021
Термогигрометр	TESTO 605	41116075	06.09.2021

Результаты определения температуры самовоспламенения:

Результаты определения температуры самовоспламенения по

ГОСТ 12.1.044-89 “Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения”, п.п. 4.9 (Таблица 2).

Таблица 2

№ образца	Температура реакционной камеры до введения образца, °С	Время достижения максимальной температуры, °С (сек).	Температура горения °С	Результат испытания
1	250	147	-	воспламенение отсутствует
2	350	181	-	воспламенение отсутствует
3	418	378	634	воспламенение
4	417	371	634	воспламенение
5	418	379	634	воспламенение

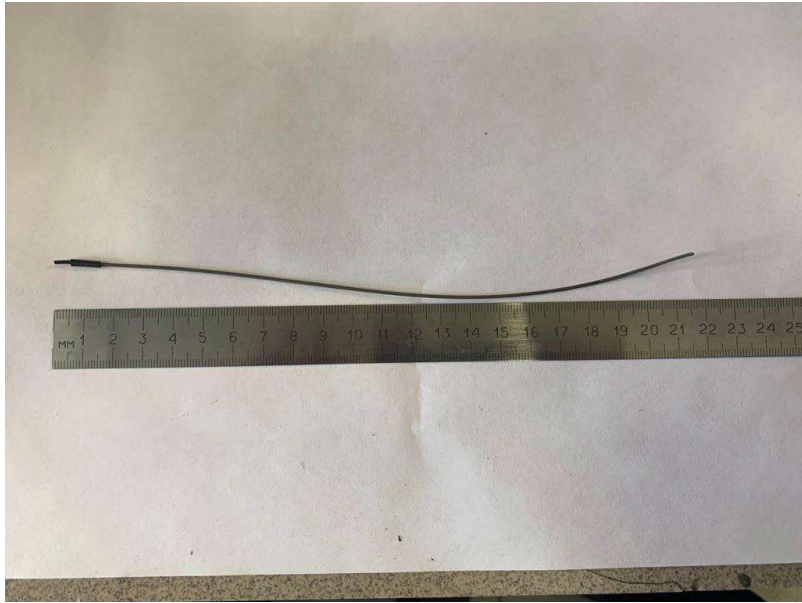
$$T_{св} = (418+417+418)/3=418 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

4.2 Выводы по результатам лабораторных испытаний огнепроводного шнура

Таким образом, проведенными огневыми испытаниями в соответствии ГОСТ 12.1.044-89 “Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения”, п.п. 4.9 установлено, что представленный материал (огнепроводный шнур), имеет температуру самовоспламенения $T_{св} = 418 \text{ } ^\circ\text{C}$, температуру горения $= 634 \text{ } ^\circ\text{C}$.

4.3 Определение скорости распространения пламени огнепроводного шнура и времени его горения

Для определения продолжительности горения и скорости распространения пламени огнепроводного шнура проведены натурные испытания. В качестве оборудования использовалась металлическая линейка, секундомер и штатив на которую в вертикальном положении одним концом закреплен огнепроводный шнур.



Изображение 1.



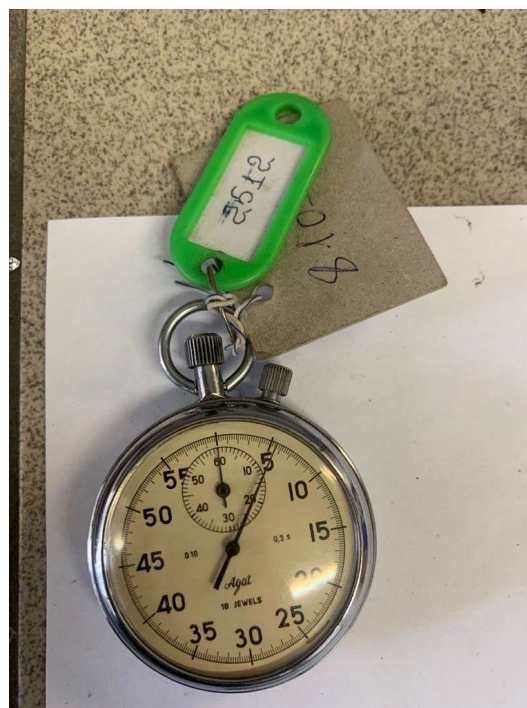
Изображение 2

В начале натурального испытания произведен замер длины огнепроводного шнура L , которая составила 22 см (см. изображение 1).

Далее на штатив в вертикальном положении одним концом закрепляется огнепроводный шнур (изображение 2). При помощи газовой зажигалки произведен его поджиг (изображение 3).



Изображение 3



Изображение 4

Полное сгорание огнепроводного шнура составляет (t) 5,5 секунд (изображение 4). Скорость горения огнепроводного рассчитывается шнура по следующей формуле:

$$V=L/t;$$
$$V=22/5,5=4 \text{ см/с.}$$

5 ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

В соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 [9] по горючести вещества и материалы подразделяются на три группы:

негорючие (несгораемые) - вещества и материалы, не способные к горению в воздухе;

трудногорючие (трудносгораемые) - вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;

горючие (сгораемые) - вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

К основным показателям пожарной опасности горючих (сгораемых) веществ и материалов относят: температуру воспламенения и температуру самовоспламенения.

При проведении натуральных испытаний основную пожарную нагрузку, имитирующую складскую ячейку составляли бумага, картон и хлопчатобумажные материалы, ткани [10].

Хлопок, горючее волокнистое легковоспламеняемое вещество, температура воспламенения 210°C , температура самовоспламенения 407°C .

Лен, горючее вещество, температура тления при самонагревании 200°C .

Бумага, горючий, а в разрыхленном виде легковоспламеняющийся материал. Температура воспламенения и температура самовоспламенения 230°C ; скорость выгорания $8 \cdot 10^{-3}$ кг/(м²·с) - в разрыхленном виде и $5,5 \cdot 10^{-3}$ кг/(м²·с) в виде книг на стеллажах; температура тления 360°C ; температура самонагревания 100°C . При хранении в кипах предохранять от источников нагревания с температурой более 100°C .

Картон гофрированный, горючий материал. Температура воспламенения 258°C ; температура самовоспламенения 427°C ; температура тления 258°C . Склонен к тепловому самовозгоранию. Предохранять от источников нагревания с температурой более 100°C .

6 СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ С ПОЖАРООПАСНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Как следует из приведенных выше показателей горючести, бумага, картон, хлопок может загореться при действии на них источника зажигания достаточной мощности, превышающей температуру воспламенения (не более 400 °С), при этом время действия источника зажигания должно быть таковым, чтобы обеспечить создание в материале прогретого слоя.

Проведенными лабораторными исследованиями было установлено, что температура пламени огнепроводного шнура составляет 634°С, время горения составляет 5,5 сек., следовательно, теплового воздействия при горении огнепроводного шнура достаточно для воспламенения большинства горючих материалов (тканей, картона, бумаги и т.д.).

Подводя итог натурных и лабораторных испытаний активация (самосрабатывание) порошкового модуля пожаротушения Буран-2,5-2С может привести к возникновению пожара при определенных условиях, а именно:

- при «отстреле» загоревшегося огнепроводного шнура термочувствительного элемента и попадании его на горючие материалы с температурой воспламенения не более 634 °С.

7 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУШЕНИЯ МОДУЛЕЙ ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Проведенные испытания модулей порошкового пожаротушения на базе ФГБУ СЭЦ ФПС по г. Москве, а также последствия приведенных выше пожаров, произошедшие на объектах складского назначения с стеллажным хранением, показали, что применение данных модулей является не эффективным. Это объясняется тем, что под действием избыточного давления порошок из модуля выбрасывается вертикально вниз, (как бы конусом), при этом боковые зоны в радиусе 1 метра от модуля остаются незащищенными (см. рисунок 17) (имеются мертвые зоны) и возгорание в указанных зонах при срабатывании модуля не локализуется и не ликвидируется. Как показали эксперименты, в среднем время выброса огнетушащего порошка до момента его оседания составляет 3-4 секунды.

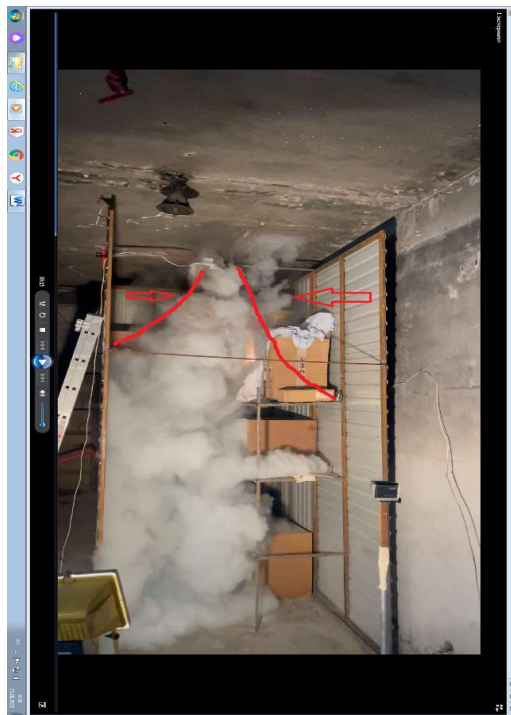


Рис. 17 Красным выделены незащищенные зоны

Также не маловажным фактором, усугубляющим применение модулей порошкового пожаротушения, является то, что производитель не указывает в каких помещениях и при каких условиях складирования рекомендована установка модулей, на каком расстоянии от пожарной нагрузки, на какой высоте и т.д.

В Москве интенсивно развивается сеть складских терминалов, оказывающих услугу по аренде боксов (ячеек) как физическим, так и юридическим лицами для хранения личных вещей и другого имущества. При относительно высокой арендной плате арендуемые боксы (ячейки) заполняются максимально «используется каждый сантиметр», что сводит на нет эффективность модулей порошкового пожаротушения «Буран 2,5-2С», а также повышает риск возникновения пожара при его самосрабатывании, которое не исключает сам производитель (указано в паспорте на устройство).

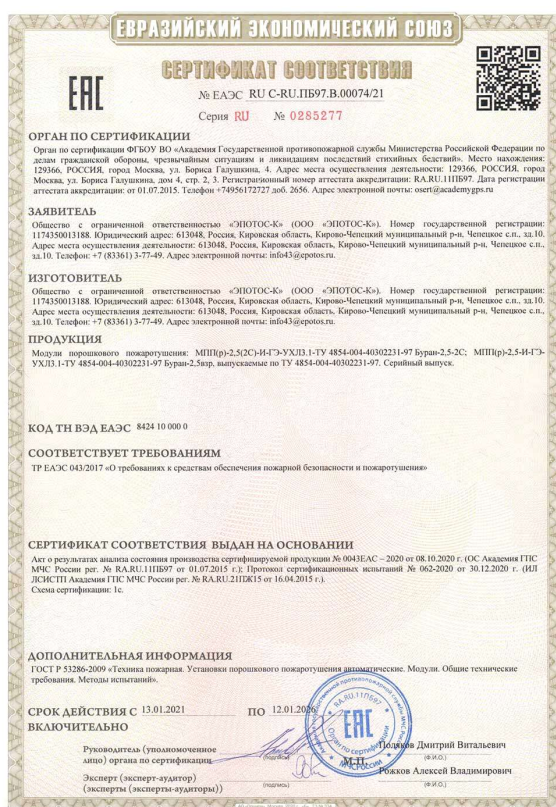


Рис. 18 Сертификат соответствия модуля порошкового пожаротушения «Буран-2,5-2С»



Рис. 19 Паспорт и руководство по эксплуатации модуля порошкового пожаротушения «Буран-2,5-2С»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведённых исследований модулей пожаротушения Буран-2,5-2С установлено, что при их использовании для защиты объектов класса пожарной опасности Ф5.2 (складского назначения при стеллажном хранении) не выполняется ряд требований, изложенных в п. 2 ст.45 и ст. 104 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1], а именно:

п. 1 п. 2 ст. 45 - реализацию эффективных технологий пожаротушения;

п. 4 п. 2 ст. 45- тушение пожара в целях его ликвидации или локализации в течение времени, необходимого для введения в действие оперативных сил и средств;

п.1 ст. 104 - автоматические и автономные установки пожаротушения должны обеспечивать ликвидацию пожара поверхностным или объемным способом подачи огнетушащего вещества в целях создания условий, препятствующих возникновению и развитию процесса горения;

п.4 ст. 104 - срабатывание автоматических и автономных установок пожаротушения не должно приводить к возникновению пожара и (или) взрыва горючих материалов в помещениях зданий, сооружений и на открытых площадках.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.08г. (в ред. от 23.06.2014) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

2. ГОСТ 12.1.033-81 «Пожарная безопасность. Термины и определения».

3. ГОСТ Р 53286-2009 «Техника пожарная. Установки порошкового пожаротушения автоматические. Модули. Общие технические требования. Методы испытаний.».

4. И.Д. Чешко Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования) СПб.: СПБГПБ МВД России 1997.

5. Паспорт и руководство по эксплуатации МПП(р)-2,5(2С)-И-ГЭ-УХЛЗ.1 ТУ 4854-004-40302231-97 «Буран-2.5-2С».

6. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов»

7. НПБ 199-2001. Техника пожарная. Огнетушители. Источники давления. Общие технические требования. Методы испытаний.

8. А.Р. Самборук «Горение пористых газогенерирующих и аэрозолеобразующих составов для средств пожаротушения».

9. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. - М.: Издательство стандартов, 1990.

10. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах; А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др.- М., Химия, 1990.

- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности";

- СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования";

- СП 7.13130.2013 " "Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности"

- ГОСТ Р 21.1101-2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Система проектной документации для строительства.

Основные требования к проектной и рабочей документации;

- ГОСТ 27331-87 (СТ СЭВ 5637-86) Пожарная техника. Классификация ГОСТ 19433-88 Грузы опасные. Классификация и маркировка ГОСТ 12.1.041-83 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей;

- Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. N 390) - Собрание законодательства Российской Федерации от 7 мая 2012 г. N 19 ст. 2415.