

СОГЛАСОВАНО

Врио начальника
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

А.В. Матюшин

» _____ 2014 г.



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «НПО ЭТЕРНИС»

С.И. Воробьев

» _____ 2014 г.



РЕКОМЕНДАЦИИ

по проектированию систем обнаружения пожара и пожаротушения на основе модулей пожаротушения «Гарант - Р», реализующих кумулятивный способ обнаружения пожара с помощью расположенных в них тепловых сенсоров, связанных по радиоканалу в систему обнаружения

2014 г.

С.И. Воробьев

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Содержание

	Введение и область применения.....	3
1.	Краткие сведения и преимущества применения системы	
2	Особенности помещений и их влияние на обнаружение пожара	3
2.1	Влияние геометрических размеров помещений на обнаружение пожара	3
2.2	Влияние стратификации на обнаружение пожара	
2.3	Влияние вентиляции на обнаружительную способность системы	
2.4	Влияние размещения пожарной нагрузки в помещениях на обнаружение пожара.....	5
3	Требования к системе, учитывающие наличие в зоне защиты людей	
4	Обнаружение пожара в зонах защиты с особыми условиями	
5	Влияние условий эксплуатации на обнаружительную способность системы.....	6
6	Основные причины возникновения пожаров	7
7	Объектно-ориентированное проектирование	8
8	Исходные данные, необходимые для проектирования.....	10
9	Проектирование в части обнаружения пожара	14
9.1	Расчет критического времени развития пожара	
9.2	Расчет критического времени пожара на начальной стадии	
9.3	Обоснование критического времени для предотвращения распространения пожара за пределы защищаемого объекта	14
9.4	Выбор расчетной схемы развития возможного пожара в защищаемом помещении и определение класса пожара по темпу изменения его тепловой мощности	14
9.5	Определение предельно допустимой тепловой мощности очага пожара к моменту его обнаружения	19
9.6	Расчет требуемого времени обнаружения пожара для выполнения задачи цели	
	Условия ограничения применения системы	
10	Формирование сигнала управления	
11	Ввод системы в эксплуатацию, эксплуатация	
11.2	Ввод системы в эксплуатацию	
11.2	Эксплуатация	22
12	Ответственность за последствия использования Рекомендаций по проектированию	23
13	Библиография	
	Приложение 1. Свойства некоторых горючих материалов	24
	Приложение 2. Программа расчета параметров системы и условий ограничения при применении	
	Дополнение к Приложению 2. Примеры применения расчетного Приложения 2 для различных объектов и целевых задач.	

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Введение и область применения

Данные Рекомендации по проектированию разработаны ООО «НПО ЭТЕРНИС» совместно с ФГБУ ВНИИПО МЧС России как пособие по выбору решения для обеспечения пожарной безопасности на объектах с применением системы модулей пожаротушения «Гарант – Р» в дальнейшем системы.

Наличие большого количества пожароопасных материалов увеличивает как риск возникновения пожара, так и возможность быстрого распространения пламени в помещении.

Особенности помещений с большими площадями, высокими потолками ограничивают возможность применения модулей такого типа из-за сложностей пожаротушения и возможности обнаружения пожара.

В данном документе содержится информация о возможности применения данной системы и расположении модулей для различных защищаемых зон.

Информация, содержащаяся в данном документе, не противоречит положениям СП 5. 13130. Данная методика предполагает оценку возможности применения модулей «Гарант –Р» в зависимости от параметров объекта защиты.

1. Краткие сведения и преимущества применения системы

Система представляет из себя группу модулей пожаротушения, каждый из которых состоит из емкости с тушащим составом, совмещенного конструктивно с точечным двухсенсорным пожарным извещателем аналогового типа. Извещатели информационно объединены в систему посредством приемно-передающего радиоканала.

Обнаружение пожара посредством контроля температуры окружающей среды в помещениях больших объемов точечными тепловыми извещателями, как правило, не эффективно, ввиду ряда ограничений.

Первым ограничением применения тепловых сенсоров является увеличение времени подъема самой конвективной колонки и, соответственно, увеличение времени обнаружения пожара.

Вторым ограничением является максимальная температура воздуха помещения, не связанная с горением. Это ограничение относится также к извещателям любого типа.

В системах пожарной сигнализации сложных промышленных объектов в последнее время широко применяются линейные и многоточечные тепловые пожарные извещатели. По сравнению с традиционными точечными эти извещатели обеспечивают защиту помещений большой площади с высокими потолками, а также обнаружение пожаров на ранней стадии их возникновения [1, 2]. По принципу действия и по эффективности многоточечные пожарные извещатели МТИ близки к линейным.

МТИ, связанные по радиоканалу обеспечивают возможность монтажа и эксплуатации на объектах со сложной конфигурацией потолков, с наличием большого количества оборудования и движущихся объектов, что существенно расширяет область их применения по сравнению с линейными пожарными извещателями и многоточечными, соединенными проводными линиями.

Одним из основных критериев совершенствования пожарных извещателей является повышение их обнаруживающей способности, то есть обеспечения возможности раннего обнаружения пожара в заданных условиях эксплуатации. При этом ложные срабатывания должны быть сведены к минимуму.

Обнаруживающая способность традиционных точечных извещателей существенно ограничена тем условием, что контроль параметров среды этими

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

извещателями производится в одной точке защищаемого объекта – в месте установки извещателя. Ввиду значительного рассеяния признака пожара по объему помещения их концентрация на начальной стадии пожара в каждой точке чрезвычайно мала и подвержена случайным изменениям в результате действия сквозняков, вентиляции и т.п. Накопление признака пожара и его воздействие на точечный извещатель часто происходит за то время, когда пожар потушить уже невозможно.

Большой обнаруживающей способностью обладают линейные извещатели, чувствительный элемент которых выполнен в виде линейного датчика. При воздействии признака пожара на любой участок датчика происходит срабатывание извещателя. Так как длина такого датчика большая – до нескольких сот метров, то и вероятность обнаружения пожара таким извещателем существенно выше, чем у обычного точечного извещателя. Типичным представителем такого класса извещателей является Protectowire (США). Однако для срабатывания такого извещателя также требуется накопление достаточно большой концентрации признака пожара (температуры) в определенной точке защищаемого пространства, что довольно сложно на начальной стадии пожара. Поэтому при проектировании пожарной сигнализации с этими извещателями применяют нормы для обычных точечных извещателей [3].

Следующим шагом в развитии способов обнаружения пожаров является появление линейных и многоточечных извещателей (МТИ) суммирующего (кумулятивного) типа. Характерным представителем этого класса является линейный дымовой извещатель типа ИДПЛ. К этому классу следует отнести также многоточечные дымовые аспирационные извещатели типа RAS ASD (Швейцария), АМХ (Германия), тепловой многоточечный дифференциальный извещатель типа ИП 102-2х2 (Россия). В отличие от точечных извещателей многоточечные извещатели имеют распределенный датчик, сигналы от чувствительных элементов которого суммируются. Так как датчик (сенсор) МТИ распределяется равномерно по площади потолка всего помещения, то сигнал на его выходе дает информацию о наличии пожара независимо от места его расположения в помещении и степени рассеяния признаков пожара.

Потери тепловой энергии, выделяемой при горении, в зависимости от высоты перекрытия не существенны, что позволяет осуществлять обнаружение пожара в помещениях с высокими потолками.

Анализ эффективности применения многоточечных извещателей показывает, что их обнаруживающая способность в несколько раз выше, чем у традиционных точечных извещателей [1, 2]. Однако, их широкое применение сдерживается отсутствием норм проектирования, которые в свою очередь опираются на инженерные методики расчета параметров проектирования, важнейшими из которых являются интервал между датчиками МТИ, время срабатывания и др.

Перспективность применения пожарных извещателей суммирующего типа сомнений не вызывает. Известно, что извещатели кумулятивного действия позволяют реализовать большую чувствительность к факторам пожара, поскольку тепловые извещатели кумулятивного действия позволяют осуществлять преобразование значительной части тепловой энергии в электрический сигнал в отличие от извещателей точечного типа. Результаты проведенных экспериментов подтверждают возможность применения таких извещателей в помещениях с большими высотами перекрытий, чем установленные в СП 5.13130.2009.

Преимуществом настоящей системы является отсутствие проводных электрических линий, что расширяет область применения системы.

Ущерб от пожара может быть очень существенным при появлении пламенного горения. При этом к ущербу необходимо отнести как полное уничтожение продукции

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

огнем, так и частичное повреждение продукции в результате воздействия высокой температуры или тушащего вещества.

Для снижения ущерба от пожара необходимо обеспечить раннее достоверное обнаружение пожара при высокой стабильности работы в условиях применения. К таким средствам и относится настоящая система.

Алгоритм обработки информации, получаемой от системы тепловых сенсоров, и получаемый при этом результат являются собственностью производителя.

Применение системы позволяет уменьшить время обнаружения пожара, тем самым, минимизировать объем материальных потерь.

Оценка времени обнаружения для конкретных условий позволяет определить минимальные материальные потери.

Настоящие рекомендации содержат инженерную методику расчета характеристик многоточечных извещателей суммирующего типа, а также **определение** аналитических выражений для расчета их оптимальных значений.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

2 Особенности помещений и их влияние на обнаружение пожара

Защищаемые помещения обладают общими конструктивными особенностями, такими как прямоугольная структура здания, большая площадь самого помещения, высокие потолки, различная пожарная нагрузка. Это затрудняет возможность обнаружения пожара. При этом, большие размеры помещения позволяют реализовать систему обнаружения пожара суммирующего типа, поскольку в малых помещениях нет необходимости применять большое количество модулей пожаротушения.

2.1 Влияние геометрических размеров помещений на обнаружение пожара

Точечные тепловые извещатели (ИПТТ) следует применять только при наличии очагов пожара, формирующих большое тепловыделение. Однако большой объем помещений, также как и в случае с дымом, приводит к сильному охлаждению воздуха и тем самым к сильному снижению эффективности ИПТ, еще больше выраженному, чем для дымовых ИП.

Лучшие результаты в обнаружении пожара в таких условиях показывают извещатели кумулятивного типа, такие как линейные дымовые извещатели (ИПДЛ), линейные тепловые пожарные извещатели ультразвуковые (ИПТЛ), а также многоточечные тепловые извещатели (ИПТМ). Однако применение ИПДЛ нередко осложняется возможностью перекрытия луча, а ИПТЛ не выпускаются.

Кроме этого, ИПДЛ весьма чувствительны к нарушениям юстировки, характерным для помещений с легкими конструкциями и (или) повышенной вибрации.

Следует также при размещении модулей учитывать наличие конструкций препятствующих подъему воздуха конвективной колонки к перекрытию.

Наиболее приемлемым вариантом, реализованном в данном изделии принят кумулятивный многоточечный тепловой извещатель, связь сенсоров и вычислителей которого, размещенных в отдельных модулях пожаротушения осуществляется по радиоканалу.

2.2 Влияние стратификации на обнаружение пожара

Для складских помещений из-за высоких потолков характерным является создание горизонтальных слоев воздуха с различной температурой – так называемый эффект расслоения или стратификации. Это явление часто происходит из-за того, что начальная температура воздуха относительно небольшая, что характерно для небольших очагов пожара, особенно на начальной стадии. Перемешивание с большими массами холодного воздуха приводит к тому, что воздух конвективной колонки охлаждается прежде, чем достигнет потолка. Из-за этого образуются слои воздуха с разной температурой на разной высоте, причем слой более теплого воздуха располагается под крышей.

Также причиной стратификации может стать окружающая среда, влияние которой еще больше усиливается в случае легкой конструкции здания и/или плохой теплоизоляции. Например, летом солнечная активность может привести к повышению температуры металлической крыши здания склада и, как следствие, прогреть воздух на уровне ниже крыши до значений +60 - +70° С. В случае небольшого очага пожара температура воздуха будет меньше температуры такого воздушного слоя, и конвективная колонка не достигнет слоя более горячего воздуха.

Формирование слоёв сильно зависит от возможного очага пожара, конструкции здания, от времени года и времени суток, а также от типа вентиляции. Для определения возможности проявления эффекта стратификации и определения возможности достичь конвективной колонкой перекрытия должны быть проведены соответствующие оценки.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Отсутствие таких оценок может привести к неэффективности системы обнаружения пожара.

Применение данных рекомендаций позволит произвести упомянутые оценки и обеспечить достоверность обнаружения пожара.

2.3 Влияние вентиляции на обнаружительную способность системы

Особенностью помещений является возможность наличия вентиляции. Это может быть принудительная (приточная и/или вытяжная) вентиляция с кондиционированием воздуха или без. Даже при отсутствии принудительной вентиляции в помещениях практически всегда присутствует естественная вентиляция, которая может быть реализована за счет наличия вентиляционных решеток и/или открытия дверей или ворот. За счет наличия вентиляции создаются направленные воздушные потоки, которые принудительно могут перемешивать воздух помещения с наружным воздухом и снижать (повышать) его температуру.

Таким образом, направленные воздушные потоки могут значительно снизить эффективность системы обнаружения, а также сделать такую систему бесполезной. Учет влияния приточной и вытяжной вентиляции в данной методике не рассматривается, а предполагается в дальнейшем.

2.4 Влияние размещения пожарной нагрузки в помещениях на обнаружение пожара

Варианты складирования горючих материалов оказывают наибольшее влияние на размещение модулей системы.

При размещении горючих материалов на стеллажах с обязательными проходами между ними следует учитывать, что при пожаре в нижних **ярусах**, верхние ярусы препятствуют перемещению горячего воздуха к перекрытию. **При этом**, проходы между такими стеллажами следует рассматривать как зоны, конвективный поток будет распространяться без препятствий вверх.

Также следует учитывать наличие площадок, например, антресолей, поскольку они могут препятствовать распространению воздуха вверх или полностью его задерживать. При этом такие зоны рассматриваются как самостоятельные, в которых могут размещаться отдельные модули, а площадки рассматриваются как перекрытие. При этом предотвращается возможность распространения такого пожара.

В этих условиях может быть использована методика оценок, приведенная в рекомендациях.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

3 Требования к системе, учитывающие наличие в зоне защиты людей

Наличие людей в защищаемых системой помещениях предъявляет к системе следующие требования.

Безопасность применения средств пожаротушения должна быть обеспечена безусловно в соответствии с положениями СП 5.13130 [3]. При этом система должна формировать команды на управление, например, средствами оповещения для предотвращения воздействий на людей тушащего вещества.

Для снижения возможного ущерба, **в случае пожара**, в помещении необходимо применять все средства, позволяющие обнаружить пожар на как можно более ранней стадии. Если пожар обнаружен людьми ранее автоматических средств обнаружения пожара, система **должна иметь возможность принимать команды** пуска от ручных пожарных извещателей.

Кроме того, для обеспечения безопасности людей время обнаружения пожара системой не должно превышать разности между временем блокирования путей эвакуации конкретного объекта и суммой времени эвакуации и сборов перед эвакуацией с необходимым запасом.

Методики соответствующих расчетов приведены в данных рекомендациях.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

4 Обнаружение пожара в зонах защиты с особыми условиями

Любое помещение, требующее защиты системой «Гарант – Р» должно быть оценено с точки зрения возможности применения системы с учетом ее параметров, в том числе по пожаротушению.

Помещения, имеющие открывающиеся двери наружу следует рассматривать аналогично помещениям с вентиляцией.

Помещения, имеющие устройства выделяющие тепло, подлежат оценке на помехостойкость. Для таких случаев может быть проведена оценка по приведенной методике, где в качестве источника тепла принимается устройство, имеющее установленную мощность.

Система позволяет минимизировать влияние пыли и грязи в воздушной среде и обеспечить обнаружение пожара на ранней стадии.

Тем не менее, при применении системы в помещениях, имеющих высокую концентрацию пыли или частиц твердых материалов должна быть предусмотрена определенная периодичность очистки тепловых сенсоров. Оценка теплового сопротивления в связи с его влиянием на инерционность обнаружения пожара для этих условий должна быть проведена дополнительно.

Помещения, имеющие малые площади, где достаточно малого количества модулей пожаротушения и кумулятивный способ обнаружения не может быть реализован в полной мере, могут быть защищены отдельными модулями системы при условии реализации требуемых для защиты параметров.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

5 Влияние условий эксплуатации на обнаружительную способность системы

Параметры внешней среды могут влиять на параметры среды внутри самого помещения. Так, прогрев крыши может нагревать воздух под крышей до высоких температур. Работа с открытыми воротами может приводить к сильному понижению температуры в помещении в зимнее время или к высокой влажности во время дождя.

Все это создает условия, при которых тепловые средства обнаружения пожара, установленные на перекрытии помещения, могут работать за пределами своего рабочего диапазона (по температуре, влажности и т.д.), что снижает эффективность обнаружения пожара и может приводить к ложным срабатываниям.

В этом случае, при использовании методики расчетов, следует принимать экстремальные значения параметров среды и соответствующих оценок условий применения.

При правильном проектировании с учётом данных рекомендаций система может обеспечить стабильность работы при высокой эффективности и достоверности обнаружения пожара.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

6 Основные причины возникновения пожаров

К основным причинам возникновения пожара в помещениях следует отнести:

- неисправности электрической проводки и электрооборудования;
- ошибки при обеспечении безопасных параметров работы оборудования;
- электрические перегрузки из-за нарушений в работе оборудования, включая системы вентиляции, обогрева и кондиционирования;

- нарушения при проведении работ;
- нарушения режима пожарной безопасности;
- поджог;
- самовозгорание и т.п.

Особенности развития пожара в помещениях связаны с тем, что:

- большое количество горючих материалов создает существенную пожарную нагрузку, при возгорании которой может произойти быстрое начальное развитие и последующее распространение огня;

- наличие пыли, горючих жидкостей, паров горючих жидкостей повышает опасность пожара;

- вертикальное расположение горючих материалов способствует быстрому распространению огня.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

7 Особенности проектирования для области применения системы

Эффективность обнаружения пожара зависит от многих факторов, таких как, геометрические размеры здания, физические препятствия, наличие вентиляции, стратификация, количества горючих материалов, их размещения, климатических параметров среды помещения и т. д.

Наиболее перспективно применение модулей «Гарант – Р» в помещениях большой площади, где размеры (длина, ширина) превышают минимальные расстояния между модулями, необходимые для эффективного пожаротушения не менее чем в 2.5 раза.

Кроме того, появляется возможность применения системы для помещений с высокими потолками за счет большей чувствительности средств обнаружения пожара. Методики предусматривают оценки предельно-допустимых высот для обнаружения пожара и его тушения.

Многие здания или помещения имеют очень близкие условия. Некоторые примеры таких объектов приведены ниже.

- Холодильные камеры, которые рассматриваются отдельно в связи с их особыми условиями по температуре.

- Архивные помещения.

- Автоматизированные хранилища.

- Склады для хранения продуктов питания, мебели, шин, аэрозолей, табака, алкоголя, текстиля и т.п.

- Самолетные ангары и другие крупные хранилища и помещения для технического обслуживания.

- Цеха заводов.

- Предприятия торговли.

- Крытые спортивные сооружения и театры.

Это позволяет применять для таких объектов данные рекомендации и объектно-ориентированное проектирование для достижения требуемого уровня противопожарной защиты для однородных групп объектов.

В этой связи объекты, имеющие общие характеристики с помощью приводимой методики могут быть классифицированы по группам однородных объектов.

Поэтому требования по размещению модулей могут быть определены для каждой из таких групп.

Возможность обнаружения, требуемое для защиты людей и материальных ценностей время обнаружения пожара, а также реальное время обнаружения пожара системой «Гарант – Р» могут быть определены по приведенной методике для любой из групп объектов.

Национальные стандарты и своды правил по пожарной безопасности регламентируют требования к пожарным извещателям и требования по их размещению. Так, в СП 5.13130.2009 [10] содержатся требования по контролируемой площади и размещению различных тепловых точечных пожарных извещателей.

При этом условия применения таких извещателей ограничены геометрическими размерами защищаемых помещений.

Параметры, приведенные в таблице 13.5 СП 5.13130, следует принимать как минимально достижимые.

Таблица 13.5 СП 5.13130

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Высота защищаемого помещения, м	Средняя площадь, контролируемая одним извещателем, $S \text{ м}^2$	Максимальное расстояние, м	
		между извещателями L	от извещателя до стены
До 3,5	До 25	5,0	2,5
Свыше 3,5 до 6,0	До 20	4,5	2,0
Свыше 6,0 до 9,0	До 15	4,0	2,0

Таблица не учитывает конкретные параметры, влияющие на инерционность технических средств обнаружения пожара, которые могут быть установлены лабораторными испытаниями. Поскольку методика учитывает эти параметры, для системы «Гарант –Р» в соответствии с данными рекомендациями могут быть оценены максимально достижимые параметры обнаружения.

Однако применение данной системы и возможное отклонение от норм для достижения большего уровня защиты определяется в каждом конкретном случае проектировщиком. Применение объектно-ориентированного проектирования позволяет исходя из конкретных условий эксплуатации, изменить расположение извещателей, чтобы достигнуть требуемых параметров системы и, соответственно, повысить ее эффективность и снизить уровень пожарного риска.

Проектирование для указанного типа объектов позволяет обосновать отклонения от существующих норм, особенно тогда, когда существуют ограничения по применению технических средств обнаружения пожара или есть необходимость повышения уровня противопожарной защиты.

Кроме того, в соответствии с требованиями [4], национальными стандартами, содержащими правила и методы исследований (испытаний) и измерений, необходимых для исполнения ФЗ-№123, и нормативных документов МЧС в области обеспечения пожарной безопасности для значительного ряда объектов защиты необходимо проводить оценку пожарного риска.

Оценка рисков и, соответственно, уровня противопожарной защиты проводится в процессе проектирования.

Процедура расчета пожарных рисков приведена в методиках [5], [6], с учетом изменений, приведенных в [7], [8] и разъяснений, приведенных в [9].

Возможность установить необходимое время реакции системы в зависимости от характеристик объекта защиты, приводимое в рекомендациях, позволяет произвести точную оценку эффективности системы и, соответственно, рассчитать риски.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

8 Исходные данные, необходимые для проектирования

При проектировании системы в части обнаружения пожара необходимо иметь следующие исходные данные:

1. Какая цель должна быть достигнута в результате применения системы:
 - 1.1 защита людей;
 - 1.2 защита материальных ценностей;
 - 1.3 защита людей и защита материальных ценностей.
2. Время блокирования путей эвакуации (для решения задач цели 1.1 и 1.3).
3. Максимальное время эвакуации людей (для решения задач цели 1.1 и 1.3).
4. Минимальное время обнаружения пожара для конкретных условий объекта и решаемой задачи.
5. Геометрические размеры защищаемого помещения, в котором осуществляется тушение:
 - 3.1 длина;
 - 3.2 ширина;
 - 3.3 высота;
 - 3.4 объем занятый оборудованием;
 - 3.5 размеры проемов.
6. Особенности конструкции и их размеры:
 - 6.1 наличие площадок, выступающих конструкций, трубопроводов;
 - 6.2 наличие стеллажей для хранения горючих материалов;
 - 6.3 наличие подиумов, балконов, антресолей (для решения задач цели 1.1 и 1.3).
7. Расположение горючих материалов и сценарий вероятного пожара:
 - 7.1 стационарное горение группы материалов;
 - 7.2 распространение пожара во все стороны от точки возгорания (круговое);
 - 7.3 распространение пожара в виде прямоугольника в двух направлениях;
 - 7.4 горение жидкости с установившейся скоростью;
 - 7.5 горение жидкости с неустановившейся скоростью;
8. Тип и количество горючих материалов.
9. Характеристики горения основного или критического горючего материала:
 - 9.1 линейная скорость распространения пламени по поверхности горения;
 - 9.2 скорость выгорания;
 - 9.3 низшая теплота сгорания;
 - 9.4 дымообразующая способность (для решения задач цели 1.1 и 1.3);
 - 9.5 газообразующая способность (для решения задач цели 1.1 и 1.3);
 - 9.6 способность поглощать кислород при горении (для решения задач цели 1.1 и 1.3).
10. Наличие, количество людей, время пребывания в защищаемой зоне.
11. Максимальное время эвакуации (для решения задач цели 1.1 и 1.3)
12. Конфигурация системы для конкретного объекта защиты.
13. Интенсивность отказов системы конкретного объекта (требуется расчет при условии необходимости расчета рисков).
14. Характеристики воздушной среды в пределах защищаемой зоны.
15. Наличие вентиляции и ее кратность.
16. Другие данные, необходимые для реализации задач цели, приведенные в программах для расчета.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

9 Проектирование в части обнаружения пожара

Задачей рекомендаций является определение возможности применения системы «Гарант – Р» для размещенной пожарной нагрузки в помещениях различного размера, предельно-допустимой чувствительности и параметров размещения отдельных модулей в системе.

Все расчеты осуществляются в Mathcad 2000 по приведенным ниже методикам.

Для реализации «кумулятивности» в зоне, определяемой по расчетному радиусу должно быть не менее 2- обнаружителей.

Расстояние между модулями выбирается по их тушащей способности.

9.1 Расчет критического времени развития пожара, по истечении которого воздействия опасных факторов пожара на человека превышают допустимые значения

1. Определяют одну или несколько решаемых задач:
 - а) обеспечение своевременной эвакуации людей (п.9.1 раздела 8);
 - б) минимизация ущерба от пожара (п.9.2 раздела 8);
 - в) предотвращение распространения пожара за пределы помещения (п.9.3 раздела 8).

2. Рассматриваются схемы пожара, одна из которых приводит к наиболее быстрому развитию одного из опасных факторов пожара (ОФП).

Развитие ОФП зависит от вида горючих веществ и материалов, а также свойств материалов, а также способа их размещения.

Рассматривается 6 вариантов.

Каждой рассмотренной выше расчетной схеме присваивают порядковый номер (индекс).

3. Для обеспечения своевременной эвакуации людей осуществляют расчет критической продолжительности пожара ($\tau_{крj}$) по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей (рабочей зоне) (по методикам - приказ МЧС №382 и №404 МЧС Р):

а) по повышенной температуре

$$\tau_{крj}^T = \left(\frac{B}{A_j} \ln \left[1 + \frac{70 - T_o}{z(273 + T_o)} \right] \right)^{1/n_j},$$

где T_o – начальная температура в помещении до начала пожара;

$$B = \frac{353C_p \cdot V}{(1-\varphi) \cdot \eta \cdot Q};$$

C_p – удельная изобарная теплоемкость газа, МДж/кг К;

V – объем помещения, м³;

f – коэффициент теплопотерь;

h – коэффициент полноты горения;

Q – низшая теплота сгорания, МДж/кг;

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

$$z = \frac{h}{H} \cdot e^{1,4 \cdot \frac{h}{H}};$$

h – высота рабочей зоны, м;

H – высота потолка, м;

б) по потере видимости

$$\tau_{крj}^{пв} = \left(\frac{B}{A_j} \ln \left[1 + \frac{V \cdot \ln(1,05 \alpha E)}{zBD \cdot I_{пр}} \right]^{-1} \right)^{1/n_j},$$

где α – коэффициент отражения (альbedo) предметов на путях эвакуации;

E – начальная освещенность путей эвакуации, лк;

D – дымообразующая способность горящего материала, Нпг м²·кг⁻¹ (приложение 1);

$I_{пр}$ – предельная дальность видимости в дыму, м.

При отсутствии специальных требований значения α и E принимаются равными соответственно 0,3 и 50 лк;

в) по пониженному содержанию кислорода

$$\tau_{крj}^{O_2} = \left(\frac{B}{A_j} \ln \left[1 - \frac{0,044}{z \left(\frac{BL_{O_2}}{V} + 0,27 \right)} \right]^{-1} \right)^{1/n_j},$$

где L_{O_2} – удельный расход кислорода, кг·кг⁻¹ (приложение 1);

г) по предельно допустимому содержанию каждого из газообразных токсичных продуктов горения

$$\tau_{крj}^{пг} = \left(\frac{B}{A_j} \ln \left[1 - \frac{xV}{zBL_i} \right]^{-1} \right)^{1/n_j}.$$

где x – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении, кг·м⁻³ ($x_{CO_2}=0,11$ кг·м⁻³; $x_{CO}=1,16 \cdot 10^{-3}$ кг·м⁻³; $x_{HCl}=23 \cdot 10^{-6}$ кг·м⁻³);

L – удельный выход токсичных газов при сгорании одного кг материала, кг·кг⁻¹.

B в зависимости от сценария пожара рассчитывают размерный параметр A , учитывающий удельную массовую скорость выгорания и площадь пожара.

При горении жидкости при установившемся горении:

$A1 = \gamma F1$, где

γ – удельная массовая скорость выгорания, кг/м²;

$F1$ – площадь поверхности горения, м²;

$n=1$.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

При неустановившемся горении жидкости:

$$A2 = 0,67 \cdot \psi \cdot \frac{F2}{\sqrt{\tau_{ст}}}, \text{ где}$$

$F2$ – установившаяся площадь поверхности горения, м^2 ;

$\tau_{ст}$ – время стабилизации горения, с;

$n=1,5$.

При круговом распространении пламени по поверхности горения:

$$A3 = 1,05 \cdot \psi \cdot VL^2, \text{ где}$$

VL – линейная скорость распространения пламени, м/с;

$n=3$.

При вертикальном или горизонтальном распространении пламени в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в размере:

$$A4 = b \cdot \psi \cdot VL, \text{ где}$$

b – размер поверхности горения, перпендикулярный к направлению распространения горения, м;

$n=2$.

При вертикальном распространении горения в виде прямоугольника:

$$A5 = 0,67 \cdot \psi \cdot VL \cdot VL_v, \text{ где}$$

VL_v – линейная скорость распространения пламени в вертикальном направлении, м/с;

$n=3$.

Определяют наиболее опасный вариант развития пожара, который характеризуется наибольшим темпом нарастания ОФП в рассматриваемом помещении. Время наступления ОФП для данного сценария принимается как критическая продолжительность пожара.

Находят количество выгоревшего к моменту $\tau_{крj}$ материала

$$m_j = A_j \tau_{крj}^n.$$

Каждое значение m_j в выбранной j -й схеме сравнивают с общей массой горючего материала на защищаемом объекте M . Расчетные схемы, для которых $m_j > M$, исключают из дальнейшего рассмотрения.

Полученное значение $\tau_{кр}$ и есть критическая продолжительность пожара для расчетной схемы обеспечения безопасности людей.

4. Определяют время, необходимое для эвакуации людей:

$$\tau_{АУП}^э = K_б \tau_{кр}^{офп} \approx 0,8 \tau_{кр}^{офп}.$$

Время эвакуации людей из защищаемого объекта $\tau_{АУП рас}^э$ определяют по методике, приведенной в [10] и Методикам расчета рисков (приказ МЧС №382 и №404).

Значение $\tau_{АУП рас}^э$ должно удовлетворять следующему неравенству

$$\tau_{АУП рас}^э \leq \tau_{АУП}^э$$

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

9.2 Расчет критического времени пожара на начальной стадии

В соответствии с [11] АУПТ должна срабатывать до окончания начальной стадии пожара.

Минимальную продолжительность начальной стадии пожара $\tau_{нсп}$ в помещении определяют в соответствии с ГОСТ 12.1.004 следующим методом.

1. Рассчитывают приведенную пожарную нагрузку (g) по формуле

$$g = \sum_{i=1}^n g_i$$

где g_i - приведенная пожарная нагрузка, состоящая из i -го горючего и трудногорючего материала.

Значение g_i вычисляют по формуле:

$$g_i = g_{mi} \frac{Q_{ni}^p}{13,8}$$

где g_{ii} - количество горючего и трудногорючего i -го материала на единицу площади, $кг \cdot м^{-2}$;

Q_{ni}^p - теплота сгорания i -го материала, $МДж \cdot кг^{-1}$.

Вычисляют продолжительность **начальной стадии пожара** по формулам:

а) для помещения объемом $V \leq 3 \cdot 10^3 \text{ м}^3$

$$\tau_{нсп} = 0,94 \cdot 10^{-2} \tau_{нсп}^{np} \left(\frac{1}{\psi_{cp} \cdot Q_{н.сп}^p \cdot VL^2} \right)^{1/3} \quad 1)$$

б) для помещения объемом $V > 3 \cdot 10^3 \text{ м}^3$

$$\tau_{нсп} = 0,89 \cdot 10^{-2} \tau_{нсп}^{np} \left(\frac{0,73 + 0,01g}{\psi_{cp} \cdot Q_{н.сп}^p \cdot VL^2} \right)^{1/3}$$

где $\tau_{нсп}^{np}$ - минимальная (приведенная) продолжительность начальной стадии пожара, с, в зависимости от объема помещения определяется графически по данным рис. 1 или 2;

ψ_{cp} - средняя скорость потери массы пожарной нагрузки в начальной стадии пожара, $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$, вычисляют по формуле

$$\psi_{cp} = \frac{\sum (g_{mi} \cdot \psi_i)}{\sum g_{mi}}$$

где ψ_i - скорость потери массы в начальной стадии пожара i -го материала пожарной нагрузки, $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$;

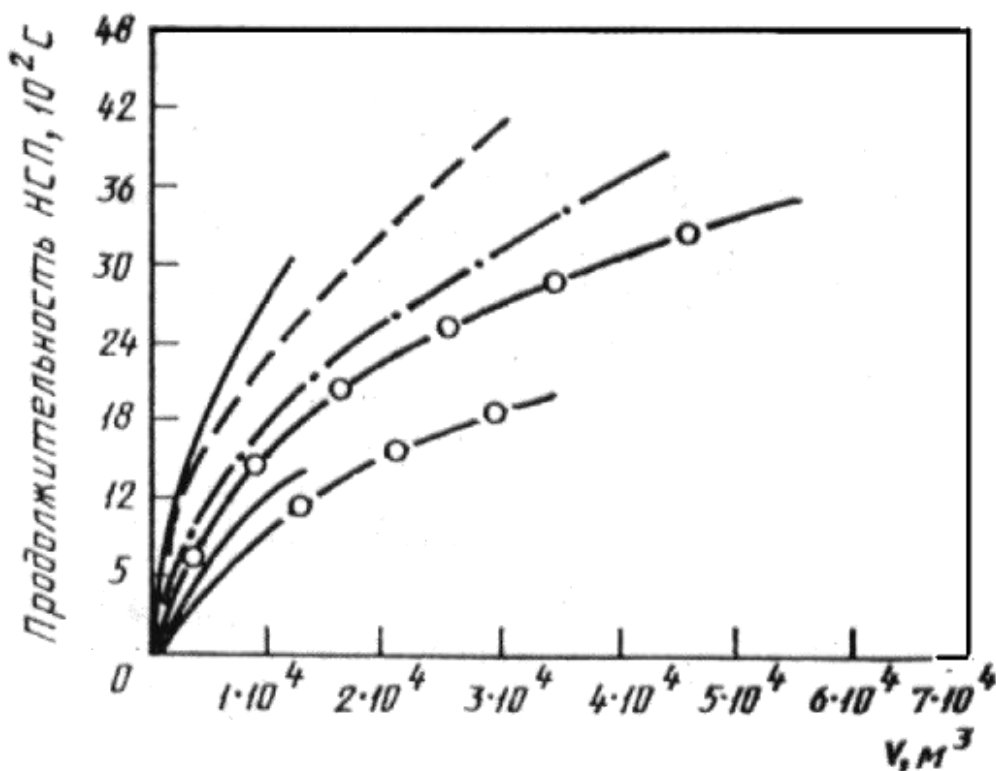
$Q_{н.сп}^p$ - средняя теплота сгорания пожарной нагрузки, $МДж \cdot кг^{-1}$, вычисляют по формуле

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант - Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

$$Q_{н.ср}^p = \frac{\sum (g_{mi} \cdot Q_{hi}^p)}{\sum g_{mi}}$$

VL – линейная скорость распространения пламени, $м\cdot с^{-1}$.

Допускается в качестве величины u брать максимальное значение для составляющих пожарную нагрузку материалов.



--- $H=6,6$; 1 - $g=(2,4-14)$ $кг\cdot м^{-2}$; 2- $g=(67-110)$ $кг\cdot м^{-2}$; 3- $g=640$ $кг\cdot м^{-2}$;

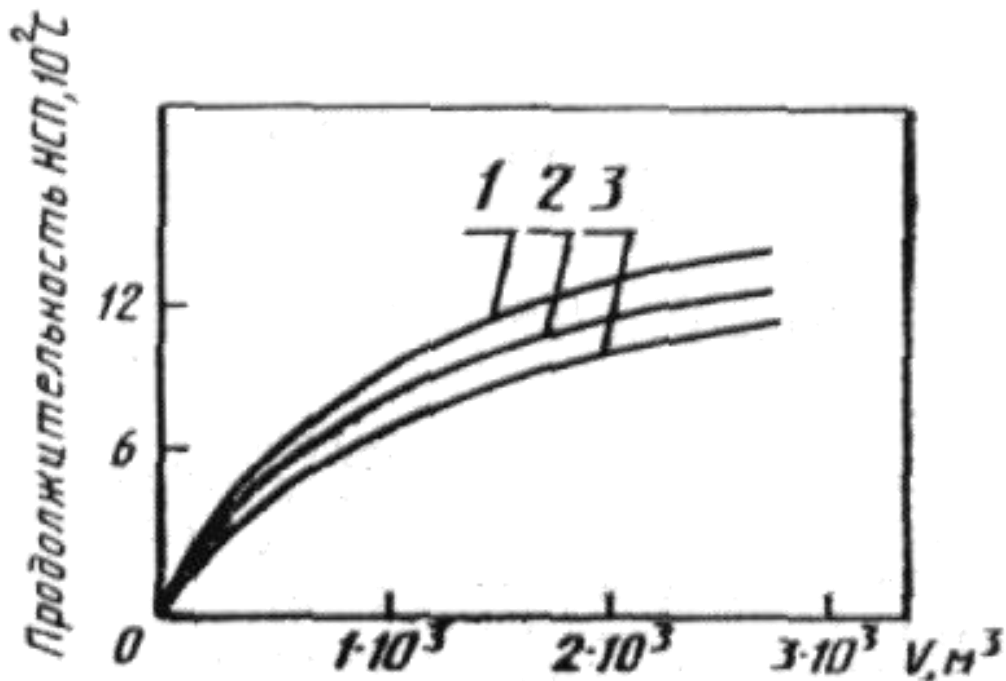
-·-·- $H=7,2$ м; 1- $g=(60-66)$ $кг\cdot м^{-2}$; 2- $g=(82-155)$ $кг\cdot м^{-2}$; 3- $g=200$ $кг\cdot м^{-2}$;

-o-o- $H=8$ м; 1- $g=60$ $кг\cdot м^{-2}$; 2- $g=(140-160)$ $кг\cdot м^{-2}$; 3- $g=(210-250)$ $кг\cdot м^{-2}$;

— $H=4,8$; $g=(169-70)$ $кг\cdot м^{-2}$

Рис. 1. Минимальная продолжительность начальной стадии пожара в помещении в зависимости от объема помещения высоты помещения и количества приведенной пожарной нагрузки

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант - Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара



1-H=3 м; 2-H=6 м; 3-H=12 м

Рис. 2. Минимальная продолжительность начальной стадии пожара в помещении в зависимости от объема помещения высоты помещения.

Критическое время на начальной стадии пожара $\tau_{кр}^{мин}$ может быть принято равным минимальной продолжительности начальной стадии пожара $\tau_{нсп}$.

$$\tau_{кр}^{мин} = \tau_{нсп}$$

С целью минимизации ущерба от пожара критическое время может быть уменьшено с учетом коэффициента безопасности $K_б$

$$\tau_{кр}^{мин} = K_б \cdot \tau_{нсп}$$

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

9.3 Обоснование критического времени для предотвращения распространения пожара за пределы защищаемого объекта

В ряде случаев по требованию заказчика проектирование АУПТ производится с целью предотвращения распространения пожара за пределы защищаемого объекта. Обычно это достигается **при сохранении целостности элемента конструкции** защищаемого объекта с минимальной огнестойкостью.

При этом продолжительность пожара в защищаемом объекте определяется по тем же методикам.

9.4 Выбор расчетной схемы развития возможного пожара в защищаемом помещении и определение класса пожара по темпу изменения его тепловой мощности

1. При выборе расчетной схемы развития пожара все многообразие возможных схем целесообразно свести к двум схемам – круговое распространение пожара и горение штабеля из твердых горючих материалов.

К круговой схеме могут быть отнесены случаи распространения пожара по твердым (или волокнистым) горючим материалам, равномерно разложенным на достаточно больших площадях, а также случаи распространения пожара по рассредоточено расположенным горючим материалам, небольшое расстояние между которыми не препятствует переходу пламени с горящего материала на негорящий.

Во второй схеме могут быть случаи горения материалов, сложенных в виде штабелей различных размеров.

2. Тепловую мощность очага пожара для выбранных в п. 1 расчетных схем рассчитывают по формуле

$$Q = K_T \cdot \tau^2, \text{ кВт} \quad (1)$$

где: K_T - коэффициент, характеризующий темп изменения тепловой мощности очага пожара, кВт/с²;

τ - время с момента возникновения пламенного горения расчетного момента, с.

Коэффициент K_T рассчитывают в зависимости от выбранной схемы развития пожара по формулам:

а) для кругового распространения пожара

$$K_T = \pi \eta V_L^2 \psi_{уд} Q_H, \quad (2)$$

где η - коэффициент полноты горения (допускается принимать равным 0,87);

V_L - линейная скорость распространения пламени по поверхности материала, м/с;

$\psi_{уд}$ - удельная массовая скорость выгорания материала, кг/(м² с);

Q_H - низшая рабочая теплота сгорания материала, кДж/кг;

Значения $V_L, \psi_{уд}$ и Q_H принимают по ГОСТ 12.1.004-91 или по приложениям настоящих рекомендаций.

б) для случая горения твердых горючих материалов, сложенных в виде штабеля

$$K_T = 1055/\tau_*^2, \quad (3)$$

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

где τ_* - время достижения характерной тепловой мощности очага пожара, принимаемой равной 1055 кВт, с (определяют экспериментально или принимают по справочной литературе).

Классификация пожара осуществляется по темпу его развития в зависимости от значения коэффициента K_T :

медленный темп развития пожара - темп изменения тепловой мощности очага пожара характеризуется условием $K_T \leq 0,01$ кВт/с²;

средний темп развития пожара - темп изменения тепловой мощности очага пожара характеризуется условием $0,01 < K_T \leq 0,03$ кВт/с²;

быстрый темп развития пожара - темп изменения тепловой мощности очага пожара характеризуется условием $0,03 < K_T \leq 0,11$ кВт/с²;

сверхбыстрый темп развития пожара - темп изменения тепловой мощности очага пожара характеризуется условием $K_T > 0,11$ кВт/с².

Классификация пожаров по темпу развития может быть использована в случае классификации объектов защиты по группам однородных объектов.

9.5 Определение предельно допустимой тепловой мощности очага пожара

1. Величину предельно допустимой тепловой мощности очага пожара $Q_{ПД}$ определяют с учетом особенностей защищаемого помещения и возлагаемой на АУПС задачи по обеспечению безопасности людей и/или материальных ценностей.

2. При локально размещенной в помещении горючей нагрузке **величина $Q_{ПД}$** может быть непосредственно задана по справочной литературе, содержащей данные по максимальной тепловой мощности, выделяемой при горении различных материалов (предметов), а также рассчитана по формуле:

$$Q_{ПД} = \eta \psi_{уд} F_{ГН} Q_H, \text{ кВт} \quad (1)$$

где $F_{ГН}$ - площадь, занимаемая горючей нагрузкой, м²,

где η - коэффициент полноты горения (допускается принимать равным 0,87);

$\psi_{уд}$ - удельная массовая скорость выгорания материала, кг/(м² с);

Q_H - низшая рабочая теплота сгорания материала, кДж/кг.

Выбор типа и размеров расчетного очага пожара производится **с учетом заданной величины возможного материального ущерба.**

3. **Величина $Q_{ПД}$ может быть рассчитана по значению необходимого времени обнаружения пожара, которое рассматривается в данном случае как критерий выполнения возложенной на АУПС задачи.**

Расчет проводится по следующей формуле:

$$Q_{ПД} = K_T \cdot (\tau_{об}^H)^2, \text{ кВт} \quad (2)$$

где $\tau_{об}^H$ - необходимое время обнаружения пожара, с.

Необходимое время обнаружения пожара определяют **с учетом возложенных на АУПС задач** по обеспечению безопасности людей или материальных ценностей.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

9.6. Расчет необходимого (требуемого для выполнения задачи цели) времени обнаружения пожара

9.6.1 Расчет времени обнаружения пожара для обеспечения безопасной эвакуации людей из защищаемого помещения определяют по формуле

$$\tau_{\text{об}}^{\text{н}} = K_{\text{б}} (\tau_{\text{нб}} - \tau_{\text{с}} - \tau_{\text{з}} - \tau_{\text{р}}) \quad (3)$$

где $K_{\text{б}}$ - коэффициент безопасности (допускается принимать равным 0,8);

$\tau_{\text{нб}}$ - необходимое время эвакуации людей, с (определяют по приложению ГОСТ 12.1.004-91);

$\tau_{\text{с}}$ - интервал времени от момента обнаружения пожара до момента сообщения о пожаре, с (принимают по паспортным данным установки);

$\tau_{\text{з}}$ - интервал времени от момента получения сообщения о пожаре до начала эвакуации людей, с (определяют по приложению 2 ГОСТ 12.1.004-91);

$\tau_{\text{р}}$ - расчетное время эвакуации людей из защищаемого помещения, с (определяют по приложению 2 ГОСТ 12.1.004-91).

9.6.2. Расчет времени обнаружения пожара для последующей его локализации и ликвидации автоматической установкой пожаротушения.

Необходимое время обнаружения пожара для последующей его локализации и ликвидации автоматической установкой пожаротушения определяют по формуле

$$\tau_{\text{об}}^{\text{н}} = K_{\text{б}} \{ [F_{\text{пд}} / (\pi V_{\text{л}}^2)]^{0,5} - \tau_{\text{пв}} \}, \quad (7)$$

где $F_{\text{пд}}$ - предельно допустимая для эффективного тушения АУПТ площадь очага пожара, м²;

$\tau_{\text{пв}}$ - интервал времени от момента обнаружения пожара **до начала** подачи огнетушащего вещества в очаг пожара, с (определяют в соответствии с паспортными данными АУПТ).

9.6.3. Расчет времени обнаружения пожара для последующей его локализации и ликвидации оперативным подразделением ГПС.

Необходимое время обнаружения пожара для последующей его локализации и ликвидации оперативным подразделением ГПС определяют по формуле:

$$\tau_{\text{об}}^{\text{н}} = K_{\text{б}} \{ [F_{\text{пд}} / (\pi V_{\text{л}}^2)]^{0,5} - \tau_{\text{сб}} - \tau_{\text{сл}} - \tau_{\text{бр}} \}, \quad (8)$$

где $F_{\text{пд}}$ - предельно допустимая для эффективного тушения одним подразделением ГПС площадь очага пожара, м²;

$\tau_{\text{сб}}$ - время сбора пожарных подразделений по сигналу тревоги, с (допускается принимать равным 60 с);

$\tau_{\text{сл}}$ - время следования подразделения ГПС к месту пожара, с (определяют по формуле $\tau_{\text{сл}} = 3600 L / V_{\text{дв}}$,

где L - расстояние от пожарного депо до места пожара, измеренное по кратчайшему маршруту следования, км;

$V_{\text{дв}}$ - средняя скорость движения пожарных автомобилей, км/ч, принимают равной 30 км/ч в городе и 60 км/ч в сельской местности);

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

$\tau_{\text{БР}}$ - время развертывания, с (допускается принимать равным 180 с).

9.7 Условия ограничения применения системы

При определенных условиях может возникнуть ситуация, при которой конвективный поток может не достигнуть потолка, где расположены тепловые сенсоры пожарных извещателей, либо конвективный поток настолько слаб, что обнаружение пожара произойдет за время большее, чем это требуется для выполнения задачи цели.

В соответствие с приведенной выше процедурой осуществляются расчеты, на основании которых делается оценка возможности применения системы в зависимости от предельно-допустимой тепловой мощностью очага, возможности и времени его обнаружения системой.

1. Если модуль системы с находящимися на нем тепловыми сенсорами расположен над очагом пожара в зоне действия конвективной колонки, максимальная температура, которая может быть достигнута под перекрытием над очагом пожара в радиусе действия колонки, не превышающем $0,18 H$, может быть определена как:

$$T_{\text{max } k} = \frac{16,9 \cdot Q_{\text{max}}^{2/3}}{H^{5/3}} + T_s \quad [12]$$

где:

Q_{max} – интенсивность пожара, установленная по п. 9.5 и п. 9.6. кВт,

H – высота помещения, м

T_s – температура воздуха при нормальных условиях, град.

Эта величина определяет минимальное расстояние между модулями, в этом случае оно не может превышать $(0,18 H) \times 2$.

2. Если для эффективного пожаротушения установлено, что расстояние между модулями для помещения с заданными геометрическими размерами, превышает расстояние равное $(0,18 H) \times 2$, то температура, достигаемая под перекрытием от очага на расстоянии r от конвективной колонки может быть определена как:

$$T_{\text{max}} = \frac{5,38 \cdot \left(\frac{Q_{\text{max}}}{r}\right)^{2/3}}{H} + T_s \quad [12]$$

Если пороговая температура для средств обнаружения системы при данной интенсивности пожара не может быть достигнута, то система пожар не обнаружит.

3. Минимальное время срабатывания извещателя с тепловым сенсором t может быть определена как:

$$t = \frac{M_c}{S_s \cdot h} \cdot \ln\left(\frac{T_{\text{max}} - T_s}{T_{\text{max}} - T_p}\right) \quad [13]$$

где:

M_c – теплоемкость сенсора;

S_s – площадь поверхности сенсора, м^2 ;

h – коэффициент теплопередачи при вынужденной конвенции;

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

T_p – пороговая температура сенсора, при которой формируется сигнал о пожаре, град.

$(M_c/S_s \times h)$ – постоянная времени сенсора (извещателя),

$M_c/S_s = RTI$ – эта величина является постоянной для данного типа сенсора и определяется при лабораторных испытаниях.

Поскольку определить h трудно, то процесс перемещения конвективного потока на стадии его обнаружения можно принять квазиламинарным. В этом случае его величина принимается равной $Ug^{1/2}$, тогда время срабатывания извещателя можно определить в соответствии с зависимостью:

$$t = \frac{RTI}{Ug^{1/2}} \cdot \ln\left(\frac{T_{\max L} - T_0}{T_{\max L} - T_p}\right) \quad [9]$$

где;

Ug – скорость растекания воздушного потока под потолком, м/с;

$T_{\max L}$ – максимальная температура под потолком на расстоянии L от оси конвективной колонки, м;

T_0 – температура окружающей среды на момент возникновения пожара, К;

T_p – установленная пороговая температура срабатывания, К.

Скорость конвективного потока по вертикали у потолка на расстоянии менее или равном $0,18H$ от вертикальной оси пожара для припотолочной струи шириной не более $0,125H$ определяется как

$$U = 0,946 \cdot \left(\frac{Q_{\max}}{H}\right)^{1/3}$$

Скорость конвективного потока у потолка на расстоянии r более $0,18H$ от вертикальной оси пожара для припотолочной струи толщиной $0,01H$ определяется как

$$Ug = 0,197 \cdot \frac{Q_{\max}^{1/3} \cdot H^{-1/2}}{r^{5/6}}$$

Если время реакции системы превышает требуемые для выполнения задач цели значения, система применяться не должна.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

10 Формирование сигнала управления системами противопожарной защиты

Управление системами противопожарной защиты, такими, как пожаротушение, дымоудаление, оповещение, управление инженерным и технологическим оборудованием объекта, является важной и ответственной задачей, стоящей в общем случае перед системами пожарной автоматики. Для достижения максимальной эффективности управления следует выполнить два, порой противоречащих друг другу, условия:

- обеспечить максимально оперативное формирование сигнала управления;
- достигнуть максимальной достоверности формирования сигнала.

Достоверность формирования сигнала управления определяется вероятностью ложной тревоги, сформированной извещателем. Наиболее часто причиной ложного срабатывания ИП является воздействие на чувствительный элемент факторов, схожих с факторами пожара, но не являющихся таковыми, воздействие электромагнитных помех на электрические схемы ИП, а также старение или даже выход из строя отдельных радиоэлектронных компонентов извещателей.

С целью снижения вероятности появления ложного сигнала управления, пунктом 13.1 свода правил СП5.13130.2009 предписывается требование к его формированию при срабатывании двух ИП, включенных по логической схеме «И». При этом подразумевается, что вероятность одновременного ложного срабатывания двух независимых извещателей ничтожно мала. Данное требование является обязательным для формирования сигнала управления системами пожаротушения и оповещения 5-го типа. Для иных систем, в соответствии с п. 13.2 этого свода правил, по решению проектировщика может быть избран алгоритм управления по тревожному сигналу от одного извещателя.

Вышеприведенные требования распространяются также на точечные и линейные извещатели. При этом, в соответствии с положениями п. 13.1, расположение точечных извещателей должно быть таким, чтобы расстояния между извещателями, расположенными вдоль стен, и извещателями по одной из осей потолка были не более половины нормативных, определяемых по соответствующим таблицам данного свода правил. Данное требование диктуется первым условием, т. е. обеспечением максимально оперативного формирования сигнала управления. Иными словами, контролируемый ИП признак пожара должен быть обнаружен за определенное время не одним, а двумя независимыми извещателями.

11 Ввод в эксплуатацию, эксплуатация

11.1 Ввод системы в эксплуатацию

Процесс ввода в эксплуатацию предназначен для проверки всех аспектов работы системы, например, эффективности обнаружения.

- **Проверки передача** тревожных сигналов (Пожар, Неисправность) в диспетчерскую на приемно-контрольный прибор.

Если система используется для формирования сигнала Пожар 1 при запуске системы пожаротушения, необходимо настроить один из порогов обнаружения для формирования данного сигнала и проверить получение его прибором.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

11.2 Эксплуатация

Система должна обслуживаться в соответствии с требованиями по пожарной безопасности, а также настоящим Руководством.

Во время ввода в эксплуатацию системы необходимо выполнить

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

12 Ответственность за последствия использования Рекомендаций по проектированию

Разработчики Рекомендаций предполагают, что данные рекомендации являются наиболее подходящим решением, чтобы лучше соответствовать основным требованиям для конкретного применения.

В некоторых случаях рекомендации по проектированию могут не удовлетворять уникальному набору данных, характерному для некоторых конкретных случаев применения. **Поэтому разработчик** не ставил целью разработать рекомендации для всех возможных случаев применения.

Проектные организации, использующие данные рекомендации по проектированию, безусловно, должны обеспечить соответствие разработанного ими проекта требованиям законодательных актов и других нормативных документов в области пожарной безопасности, влияющих на проектирование системы.

Система должна быть установлена, настроена и должна использоваться строго в соответствии с настоящими Рекомендациями и другими нормативными документами.

Положения Рекомендаций по проектированию, не должны быть истолкованы как обязательные или гарантирующие для всех возможных случаев применения.

Рекомендации по проектированию системы предоставляются исключительно для оказания помощи в проектировании системы.

Никакая часть данных рекомендаций по проектированию не может быть воспроизведена без предварительного согласия производителя в письменной форме. Авторское право и любая интеллектуальная собственность, связанные с рекомендациями по проектированию системы или другой документацией, остается собственностью производителя.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

13 Библиография

1. Здор В.Л., Филаретов М.Б., Старшинов Б.Л., Карнаухов Г.М. Анализ эффективности применения тепловых многоточечных пожарных извещателей.// Пожаровзрывобезопасность, № 1, 2004 г.
2. Расчет параметров многоточечных пожарных извещателей суммирующего типа при проектировании. В.Л. Здор, нач. отдела; М.Б. Филаретов, зам. нач. отдела; Б.П. Старшинов, ст. науч. сотр. (ФГУ ВНИИПО МЧС России); Г.М. Карнаухов, директор ООО НПФ «Спецсистемы», канд. техн. наук.
3. Анализ влияния дискретности чувствительного элемента многоточечных пожарных извещателей на их обнаруживающую способность. В.Л. Здор, нач. отдела; М.Б. Филаретов, зам. нач. отдела; Б.П. Старшинов, ст. науч. сотр. (ФГУ ВНИИПО МЧС России); Г.М. Карнаухов, директор ООО НПФ «Спецсистемы», канд. техн. наук.
3. СП 5.13130.2009 Свод Правил «Системы Противопожарной Защиты. Установки Пожарной Сигнализации и Пожаротушения Автоматические. Нормы и Правила Проектирования».
4. ФЗ-№123 от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
5. Приложение к приказу МЧС Р №382 от 30.06.2009. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности.
6. Приложение к приказу МЧС Р №404 от 10.07.2009 Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах.
7. Приложение к Приказу МЧС Р №749 «Изменения вносимые в приказ МЧС Р от 30.06.2009 №382.
8. Приложение к Приказу МЧС Р №649 «Изменения вносимые в приказ от 10.07.2009 №404.
9. Комментарии к отдельным статьям «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» (ФЗ №123).
10. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
11. ГОСТ 12.3.046-91 Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования.
12. Alpert R.L. Calculation of response time of ceiling-mounted fire detectors. Fire Technology, 1972, 8, 181-195.
13. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров/ Пер. с англ.// Под ред. Ю.А. Кошмарова. – М.: Стройиздат, 1990.

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Приложение 1. Свойства некоторых горючих материалов

Таблица 1

Физические свойства дымовых газов

t, °С	ρ , кг/м ³	C_p , кДж/(кг К)
0	1,295	1,042
100	0,950	1,068
200	0,748	1,097
300	0,617	1,122
400	0,525	1,151
500	0,457	1,185
600	0,405	1,214
700	0,363	1,239
800	0,330	1,264
900	0,301	1,290
1000	0,275	1,306
1100	0,257	1,323
1200	0,240	1,340

ПРИМЕЧАНИЕ Промежуточные значения находят методом линейной интерполяции.

Таблица 2

Низшая теплота сгорания материала

Горючий материал	Теплота сгорания, МДж кг ⁻¹
Бумага разрыхленная	13,4
Волокно штапельное разрыхленное	13,8
Древесина в изделиях (влажность 8...10%)	13,8
Древесина в штабелях (пиломатериалы, высотой слоя 4...8 м, при плотности укладки 0,2...0,3 и влажности 12...14%).	16,6
Карболитовые изделия	24,9
Каучук: - синтетический;	40,2
- натуральный	42,3
Книги на стеллажах	13,4
Органическое стекло	25,1
Пенополиуретан	24,3
Полистирол	39,0

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Продолжение таблицы 2

Полипропилен (в изделиях)	45,6
Полиэтилен (в изделиях)	47,1
Резинотехнические изделия	33,5
Пенополиурета	24,3
Торф в караванах (влажность 40%)	11,3
Толуол	41,03
Хлопок разрыхленный	15,7

Таблица 3

Коэффициенты полноты горения

Горючий материал (вещества)	Усредненный коэффициент полноты горения, η
Акриловая кислота	0,97
Амилацетат	0,93
Амиловый спирт	0,93
Аммиак	0,97
Анулин	0,93
Ацетат	0,85
Ацетон	0,93
Бензин	0,85
Бензол	0,85
Битум	0,93
Бумага	0,97
Бутан	0,85
Бутилацетат	0,93
Бутиловый спирт	0,93
Водород	0,85
Гексан	0,85
Глицерин	0,97
Дизельное топливо	0,85
Диэтиловый эфир	0,93
Древесина при влажности, %:	
- 10;	0,97
- 20;	0,97
- 30.	0,97
Капролактан	0,93

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Продолжение таблицы 3

Каучук натуральный	0,85
Каучук синтетический	0,85
Керосин	0,85
Киноплёнка:	
- нитроцеллюлозная;	0,97
- триацетатная.	0,97
Мазут	0,85
Метиловый спирт	0,97
Нефть	0,85
Пентан	0,85
Полистирол	0,85
Полипропилен	0,85
Полиэтилен	0,85
Пенополиуретан	0,93
Скипидар	0,85
Стирол	0,85
Толоул	0,85
Торф при влажности, %: - 10;	0,93
- 20;	0,97
- 30.	0,97
Хлопок и изделия из него	0,97
Этиловый спирт	0,93
Этиленгликоль	0,97

Таблица 4

Скорость выгорания

Горючий материал	Скорость выгорания, кг м ⁻² с ⁻¹
Бумага разрыхленная	0,008
Волокно штапельное разрыхленное	0,0067
Древесина в изделиях (в жилых и административных зданиях при влажности 8...10%).	0.0014
Карболитовые изделия	0.0095
Каучук: - синтетический;	0.013
- натуральный	0.019
Книги на стеллажах	0.0167

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Продолжение таблицы 4

Органическое стекло	0.0161
Пенополиуретан	0.015
Полистирол	0.0144
Полипропилен (в изделиях)	0.0145
Полиэтилен (в изделиях)	0.0103
Резинотехнические изделия	0.0112
Торфоплиты в штабелях (влажность в 9...12%)	0,318
Волокно штапельное	0.0067
Хлопок разрыхленный	0.0024

Таблица 5

Линейная скорость распространения пламени

Объект	Значение скорости, м/мин
Административные здания	1,5
Библиотеки, книгохранилища, архивохранилища	1,0
Деревообрабатывающие предприятия: - лесопильные цехи (здания I, II, III степени огнестойкости); - лесопильные цехи (здания IV, V степени огнестойкости); - заготовительные цехи; - производство фанеры; - помещения других цехов	3,0 5,0 1,5 1,5 1,0
Жилые дома	0,8
Коридоры и галереи	5,0
Кабельные сооружения (горения кабелей)	1,1
Музеи и выставки	1,5
Объекты транспорта: - гаражи, трамвайные и троллейбусные депо; - ремонтные залы ангаров;	0,1 1,5
Пенополиуретан	0,9
Предприятия текстильной промышленности: - помещения текстильного производства; - помещения текстильного производства, при наличии на конструкциях слоя пыли; - волокнистые материалы во взрыхленном состоянии;	1,0 2,0 8,0
Сгораемые покрытия цехов большой площади	3,2

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Продолжение таблицы 5

Сгораемые конструкции крыш и чердаков	2,0
Склады:	
- льноволокна;	5,6
- текстильных изделий;	0,4
- бумаги в рулонах;	0,3
- резинотехнические изделия в зданиях;	1,0
- резинотехнические изделия (штабеля на открытой площадке); - каучука;	1,2
- пиломатериалов (досок) в штабелях при влажности %:	1,0
а) до 16%	4,0
б) 16-18%	2,3
в) 18-20%	1,6
г) 20-30%	1,2
д) более 30%	1,0
Сушильные отделения кожзаводов	2,2
Театры и дворцы культуры (сцены)	3,0
Торговые предприятия, склады и базы товаро-материальных ценностей	1,2
Типографии	0,8
Холодильники	0,7
Школы, лечебные учреждения:	
- здания I и II степени огнестойкости;	1,0
- здания III и IV степени огнестойкости;	3,0

Таблица 3.6

Коэффициент дымообразования

Материал	Коэффициент дымообразования
Пиломатериалы лиственных пород + три слоя лака ПФ - 283	53
Пиломатериалы хвойных пород + два слоя олифы глифталевой	61
Фанера клееная + шпон строганный	69
Древесина	23
Картон марки "Г"	35
Волокнистая плита из скопа Жичевской бумажной фабрики	54
Древесное волокно	104
Линолеум ПВХ	270
Линолеум на тканевой основе	469

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Продолжение таблицы 6

Полиэфирный стеклопластик "Синплекс"	520
Полиэфирный стеклопластик волокнистый листовой	475
Стеклопластик	340
Стеклотекстолит	92
Пенополистирол ПС-1	1048
Картон гафрированный	1
Пенополистирол ПС-1 + 3% декаброма и фенолоксида	1219
ДСП	90
ДВП	130
Фанера	140
Резина	850
Мипора	400
Пенопласт марки ППУ - 316м	757
Лен разрыхленный	3.37
Атлас декоративный	32
Ткань вискозная	63
Ткань мебельная полушерстяная	116

Таблица 7

Удельный выход токсичных газов

Материал	Наиболее токсичный продукт	Максимальный выход кг/кг
Ацетохлориновая ткань	HCl	0,38*
Винилпласт	HCl CO	0,037 0,015
Волокно ПВХ	HCl CO	0,03 0,05
Декоративно-отделочная пленка	HCl CO	0,017 0,15
Хлопок	CO CO ₂	0,0052 0,57
Капрон (волокно)	HCN HCN	0,004* 0,0495*
Кожа искусственная	HCl CO	0,006 0,036

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Продолжение табл. 7

Материал	Наиболее токсичный продукт	Максимальный выход кг/кг
Хлорин (волокно) при соотношении с целлюлозой в %: - 65/35 - 50/50 - 35/65	HCl	0,392
	HCl	0,291
	HCl	0,193
Чехольная ткань для отделки вагонов	HCN	0,0068*
Нитрон (волокно)	HCN	0,085*
	HCN	0,128*
Древесина	CO	0,024
	CO ₂	1.51
Полистирол	CO	0,015
Фенол формальдегид полимеры: - лак БЛС; - наволочный СФ-100; - резальный СФ-340		0,0094 0,009
	CO	0,0025
	CO	
	CO	

* При термоокислительной деструкции

Таблица 3.8

Предельно допустимое содержание токсичного газа

двуокиси углерода	$X_{CO_2} = 0,11 \text{ кг м}^{-3}$
окси углерода	$X_{CO} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг м}^{-3}$
хлористый водород	$X_{HCL} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ кг м}^{-3}$
цианистого водорода	$X_{HCN} = 0,2 \cdot 10^{-3}$
фосгена	$X_{COCL_2} = 0,2 \cdot 10^{-3}$
окислов азота	$X_{NO_2} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг м}^{-3}$
сероводорода	$X_{H_2S} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг м}^{-3}$
сернистого углерода	$X_{SO_2} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ кг м}^{-3}$

Таблица 9

Удельный расход кислорода

Материалы, вещества	L _{O2} , кг/кг
Бумага в рулонах	1,03
Древесина в виде мебели, отделки стен и перегородок древесиностружечными и древесноволокнистыми плитами, деревянные перекрытия и покрытия с пустотами	1.26

Рекомендации по проектированию систем пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения «Гарант – Р» с тепловыми сенсорами, связанными в систему по радиоканалу, реализующими кумулятивный способ обнаружения пожара

Продолжение таблицы 9

Карболитовые изделия	2,25
Каучук натуральный	3
Корд	1,3
Пакет подвешенных тканей с расстоянием между ними 0,2 м	1,2
Пенополиуретан	1,89
Подвешенные ткани: - по вертикали; - по горизонтали;	1,2 1,2
Полистирол (изделия)	3
Резинотехнические изделия	2,99
Текстолит	1,65
Угары в свободной укладке	1,2
Хлопок в плотной упаковке	1,15
Штапельное волокно в рулонах	1,26
Ацетон	2,22
Бензин	3,47
Бензол	3,07
Дизельное топливо	3,36
Диэтиловый эфир	2,59
Керосин	3,9
Мазут	3,14
Метиловый спирт	1,5
Нефть	3,24
Толуол	3,09
Этиловый спирт	2

1. Допускается при отсутствии данных принимать коэффициент теплопотерь $\varphi=0,25$.

2. При отсутствии специальных требований значение коэффициента отражения предметов на путях эвакуации α принимается равным 0,3 ($\alpha=0,3$).

3. При отсутствии специальных требований значения начальной освещенности E принимается равным 50 ($E = 50$ лк).

4. При отсутствии специальных требований значения предельной видимости в дыму $l_{пр}$ принимается равным 20 м ($l_{пр}=20$ м).