

Старшинов Б. П., старший научный сотрудник отдела пожарной автоматики ФГБУ ВНИИПО МЧС России
 Мацук А. М., зам. генерального директора по науке группы компаний «ЭТЕРНИС»
 Долговидов А. В., начальник нормативно-технического отдела группы компаний «ЭТЕРНИС»

РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВКИ «ГАРАНТ-Р» НА ВЫСОТАХ СВЫШЕ 9 МЕТРОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (ОБЪЕКТЫ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА)

Данная статья открывает цикл статей, анонсированных ранее на страницах журнала «Безопасность» №3 2014, в публикации «Установка «ГАРАНТ-Р».

Напомним, о чем идет речь

Разработчик и производитель ООО «НПО Этернис», совместно с ФГУ ВНИИПО МЧС России провел работу, целью которой являлось подтверждение возможности применения многоточечных тепловых пожарных извещателей (МТИ) суммирующего (кумулятивного) типа, для защиты помещений большой площади с высокими потолками, а также обнаружение пожаров на ранней стадии их возникновения на высотах свыше 9 метров. По результатам проведенной работы были разработаны рекомендации по проектированию системы обнаружения пожара на основе системы «Гарант-Р», реализующей кумулятивный способ обнаружения пожара с помощью тепловых сенсоров, связанных по радиоканалу в единую систему.

Установка «ГАРАНТ-Р», состоящая из системы модулей пожаротушения, в которой реализован кумулятивный способ обнаружения пожара с помощью расположенных в них тепловых сенсоров, связанных по радиоканалу», открывает также новые возможности проектирования систем обнаружения и тушения пожара на высотах свыше 9 метров с учетом требований СП 5.13130-2009» и является ее логичным продолжением. Рекомендации по проектированию систем обнаружения пожара и пожаротушения «Гарант-Р», согласованные ФГБУ ВНИИПО МЧС России, позволили выполнить обязательные требования пункта 13.7 СП 5.13130-2009, в котором указывается, что «Размещение чувствительных элементов извещателей кумулятивного действия производится в соответствии с

рекомендациями изготовителя данного извещателя, согласованными с уполномоченной организацией» и таким образом создать нормативно-правовое поле применительно к конкретному техническому решению, реализованному в системе «Гарант-Р».

В рекомендациях предложена методика расчета, которая учитывает многие параметры применительно к конкретному объекту, и для системы «Гарант –Р» в соответствии с данными рекомендациями, могут быть оценены максимально достижимые параметры обнаружения пожара.

С помощью расчета определяется возможность применения системы «Гарант – Р» для размещенной пожарной нагрузки в помещениях различного размера, и параметров размещения отдельных модулей в системе.

Все расчеты осуществляются в Mathcad 2000.

На сайте ООО «НПО Этернис» в свободном доступе представлена программа расчета и примеры ее реализации для объектов различного назначения.

В данной статье рассматривается реализация расчетного метода на примере защиты объекта нефтехимического комплекса по заданному условному сценарию. Для конкретного объекта задаются реальные параметры.

В последующем планируется опубликовать цикл из 4 статей, в которых на конкретных примерах применительно к типовым объектам различного промышленного назначения будет рассмотрен опыт использования расчетного метода решения задачи при применении установки «Гарант-Р» на высотах свыше 9 метров.

В качестве примера, рассмотрим следующий сценарий вероятного пожара на следующем объекте.

- Производственный объект нефтехимического комплекса.

Фотографии приведены ниже

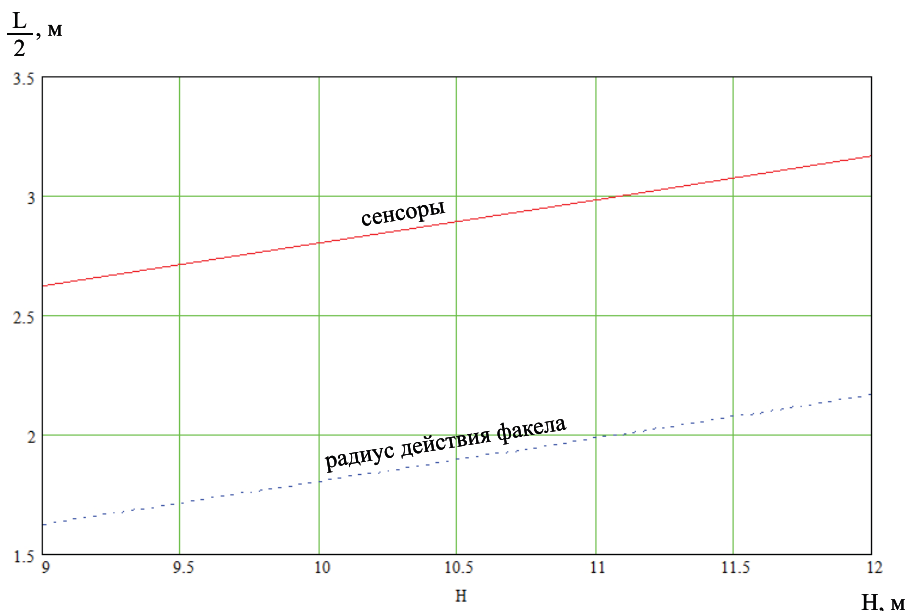


Рис. 1. Зависимость изменения половины шага установки сенсоров (расстояние до стен) на потолке (красная линия) и радиуса действия факела горения (пунктирная линия) в зависимости от высоты при заданном сценарии для выполнения задачи. Для наглядности могут быть показаны графически полученные значения температур при заданном сценарии (рис.2).



Примеры объекта нефтехимического комплекса

- Площадь помещения имеет прямоугольную форму $S=600 \text{ м}^2$.
- Пожарная нагрузка – бензин АИ-92.
- Распространение горения ограничено площадью 7 м^2 (эквивалентно проливу порядка 30 литров бензина), горение происходит с установившейся скоростью.
- Должна быть обеспечена защита людей и материальных ценностей.
- Высота помещения 9 и 12 метров.

При расчетах рассматривается наиболее неблагоприятный сценарий с точки зрения обеспечения безопасности людей.

Для реализации расчетов должны быть представлены следующие исходные данные, которые задаются, исходя из параметров системы «Гарант-Р» (индекс тепловой инерции $RTI=10$, пороговое значение температуры срабатывания извещателя – 337K) конкретных условий объекта защиты:

$G:=100$ – количество материала пожарной нагрузки, кг (берется исходя из конкретных условий, если на объекте несколько горючих жидкостей, то находится их общее количество, а параметры, приведенные ниже, выбираются по наиболее пожароопасному веществу);

$Q_n:=41870$ – низшая теплота сгорания i -того материала, $\text{кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ (справочные данные);

$\psi m:=61.7 \cdot 10^{-3}$ – максимальная удельная массовая скорость выгорания горючего материала, $\text{кг}/\text{м}^2\cdot\text{с}$ (справочные данные);

$H:=9..12$ – высота помещения, м;

$S:=600$ – площадь помещения, м^2 ;

$\eta:=0.85$ – коэффициент полноты сгорания (справочные данные);

$\varepsilon:=0.3$ – коэффициент теплопотерь (справочные данные);

$C_p:=1010$ – удельная изобарная теплоемкость воздуха, $\text{Дж}/\text{кг}$ (справочные данные); $T_0:=293$ – температура в помещении, $^\circ\text{C}$ (справочные данные);

$LO:=1.15$ – удельный расход кислорода при горении данного материала, $\text{кг}\cdot\text{кг}^{-1}$ (справочные данные);

$LCO:=0.148$ – удельный выход угарного газа при горении, $\text{кг}/\text{кг}$ (справочные данные);

$x_{CO}:=1.16 \cdot 10^{-3}$ – предельно-допустимое содержание угарного газа, $\text{кг}/\text{м}^3$ (справочные данные);

$LCO_2:=2.92$ – удельный выход углекислого газа при горении данного материала, $\text{кг}/\text{кг}$ (справочные данные);

$x_{CO_2}:=0.11$ – предельно-допустимое содержание углекислого газа, $\text{кг}/\text{м}^3$ (справочные данные);

$\rho n_{CO_2}:=1.98$ – нормальная удельная плотность углекислого газа, $\text{кг}/\text{м}^3$ (справочные данные);

$\rho n_{CO}:=1.25$ – нормальная удельная плотность угарного газа, $\text{кг}/\text{м}^3$ (справочные данные);

$D=256$ – дымообразующая способность, $\text{Нп}\cdot\text{м}^2\cdot\text{кг}^{-1}$ (справочные данные);

$a:=0.3$ – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации (справочные данные);

$E:=50$ – минимальная освещенность путей эвакуации, лк (справочные данные);

$LO_2:=3.34$ – удельное потребление кислорода при горении, $\text{кг}/\text{кг}$ (справочные данные);

$lob:=20$ – предельная дальность видимости человеком при плотности дыма, м

$T, ^\circ\text{K}$

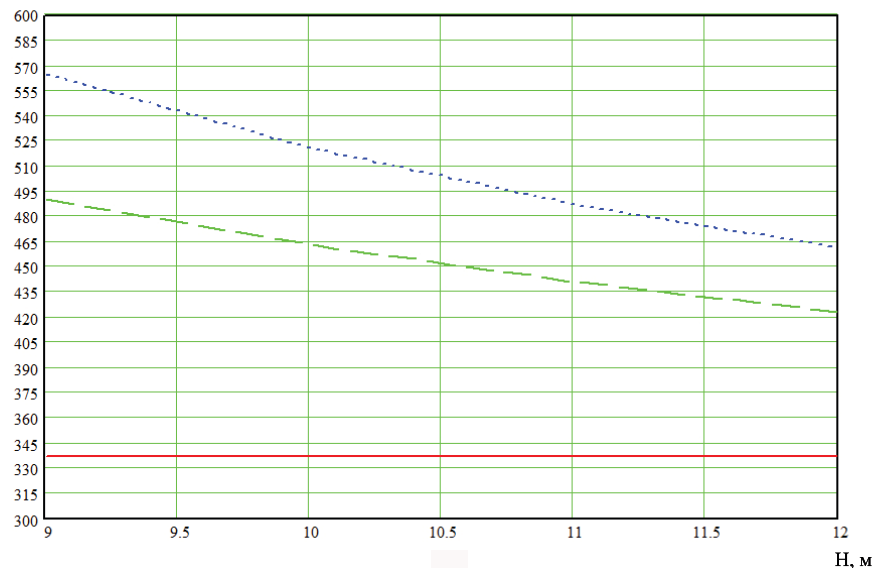


Рис. 2. Зависимость достижения температуры на потолке помещения в зависимости от его высоты при заданном сценарии пожара. Красная линия – необходимая минимальная температура срабатывания сенсоров. Остальные линии – температуры срабатывания при заданном сценарии, которые достигаются на заданных высотах. Сенсоры гарантированно сработают при данном сценарии.

$Vo(H):=S \cdot H$ – объем помещения, м^3 ;
 $V(H):=0.8 \cdot Vo(H)$ – свободный объем помещения, м^3 (при минимальной загруженности помещения).

После загрузки всех данных расчет выполняется автоматически.

Для оценки предельно-допустимого времени развития пожара осуществляется расчет времени наступления предельных значений опасных факторов пожара.

Вводятся дополнительные исходные данные:

- высота расположения головы человека, м (с учетом наличия подиумов, балконов, антресолей);
- предельная допустимая температура для человека, $^\circ\text{C}$.

Программа автоматически вычисляет значения для помещений различной высоты:

- времени пожара по условию достижения предельно-допустимой температуры, сек;
- времени пожара по условию достижения предельно-допустимого значения содержания угарного газа, сек;
- времени пожара по условию достижения предельно-допустимого значения содержания углекислого газа, сек;
- времени пожара по условию достижения предельно-допустимого понижения содержания кислорода, сек;
- времени пожара по условию потери видимости, сек.

Для наглядности рассчитанные значения отображаются графически.

Определяющим принимается опасный фактор пожара, достигаемый за наименьшее время.

При определении предельно-допустимого максимального времени обнаружения пожара, необходимого для обеспечения безопасной эвакуации людей, следует ввести следующие исходные данные:

- время задержки оповещения после получения сигнала о пожаре, с;
- время сборов перед эвакуацией, с;
- время эвакуации, с (вводится после соответствующего расчета).

Программа автоматически рассчитывает время обнаружения пожара, необходимое для обеспечения безопасной эвакуации людей, с.

При определении тепловой мощности стационарного очага пожара установленной площади к моменту обнаружения пожара дополнительно вводится в качестве исходных данных площадь очага пожара, м².

Программа автоматически определяет тепловую мощность стационарного очага пожара установленной площади, кВт.

При определении размеров зоны воздействия пожара и параметров размещения модулей с извещателями сначала следует установить радиус оптимального пожаротушения для расчетной высоты (берется из паспорта на модули пожаротушения), затем определить радиус воздействия очага и время обнаружения очага такого размера (рассчитывает программа).

Сенсоры системы должны располагаться на расстоянии не более 0,125H от потолка при максимальном действии факела 0,18 H (расстояние от оси факела вдоль потолка).

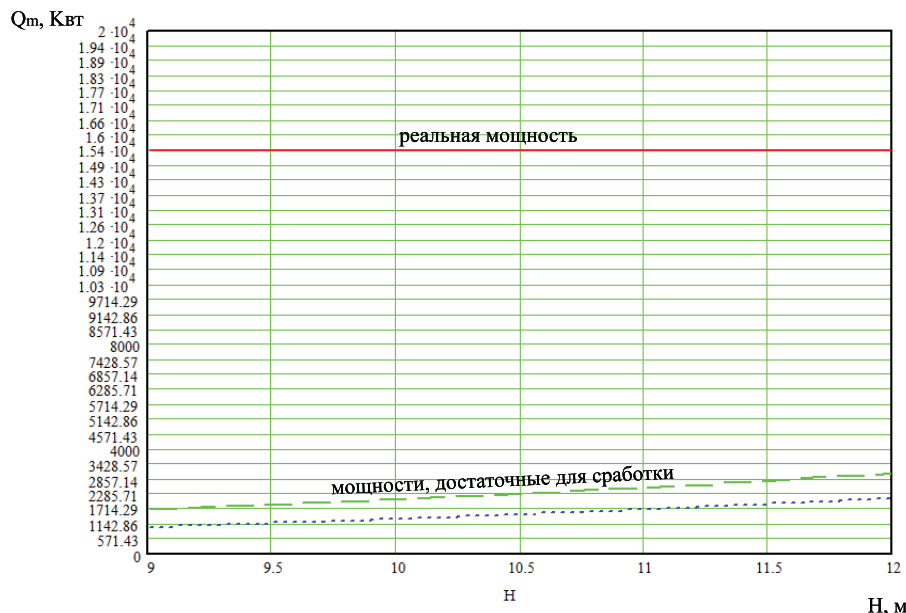
В качестве дополнительных исходных данных следует ввести:

- принятую пороговую температуру извещателя, град. (температура срабатывания; для «Гарант-Р» – 64 °C);
- расстояние сенсора от оси факела, м (0,5 расстояния между сенсорами. Берем из паспорта на модули пожаротушения);
- высоту расположения сенсоров в помещении, м.

Программа автоматически определяет:

- максимальную температуру в окрестности потолка внутри области, где поток сталкивается с потолком при $L \leq 0,18H$, °C;
- максимальную температуру в окрестности потолка на расстоянии L (0,5 расстояния между сенсорами) от оси конвективной колонки вне области столкновения конвективной колонки с потолком при $L > 0,18H$, °C;
- половина шага расстановки сенсоров L/2, для данного сценария составляет при высоте 9 метров – 2,6 м; при высоте 12 метров – 3,2 метра соответственно (рис.1). Шаг расстановки – L.

Рис. 3. Зависимость наличия тепловой мощности очага необходимой для срабатывания сенсоров в зависимости от высоты их размещения. Количество теплоты, выделяющееся при данном сценарии (красная линия) имеет избыточный характер, что достаточно для реального срабатывания сенсоров расположенных внутри конвективной колонки (синяя линия) и на расстоянии более 0,18H от нее (зеленая линия).



Поскольку теплообмен между тепловым потоком, создаваемым пожаром и сенсорами извещателя зависит как от конструктивных параметров сенсора так и скорости его обдува автоматически определяется вертикальная и горизонтальная скорости, создаваемые конвективным потоком.

Для определения возможности выполнения задачи только обнаружения пожара для введенных условий может быть оценена требуемая тепловая мощность очага к моменту его обнаружения или условия ограничения по применению в зависимости от тепловой мощности очага (рис.3).

Автоматически определяется минимальная тепловая мощность очага (Qm), необходимая для срабатывания порогового извещателя, расположенного на расстоянии не более 0,18H от оси факела. Автоматически определяется также минимальная тепловая мощность очага, необходимая для срабатывания порогового извещателя, расположенного на расстоянии более 0,18H от оси факела, кВт, установленного на ранее введенном расстоянии от очага пожара (кВт).

При определении времени срабатывания извещателя данного конструктивного исполнения с постоянным коэффициентом (индексом) тепловой инерции следует ввести следующие дополнительные значения исходных данных:

- постоянный коэффициент тепловой инерции (коэффициент, установленный при сертификационных испытаниях);
- температуру окружающего воздуха в помещении, К.

Программа автоматически определяет время срабатывания для данных условий пожара.

Время срабатывания извещателя для расчетных условий горения и свойств чувствительного элемента для обеспечения выполнения задач цели не должно превышать требуемое время.

Меняя исходные данные объекта защиты и горючих материалов мы можем получить новые зависимости и найти другие наиболее приемлемые решения для проектирования извещателей кумулятивного действия системы «Гарант –Р».

Следующая статья будет посвящена особенностям применения программы для защиты объектов деревообрабатывающего комплекса.

По статье планируется:

- Использовать предложения ВНИИПО по форме предоставления исходных материалов для расчета и форме предоставления материала расчетов в пояснительной записке.
- Привести примеры для расчета при совместном горении различных материалов.



**105425, Москва, ул. 3-я Парковая, д. 48,
тел./факс: (495) 652-27-54,
652-27-64/65;
тел. (495) 728-38-63,
www.eternis.ru**