

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2020.23.59.001

**Обеспечение информационной безопасности системы
пожаротушения для обеспечения функционирования
организации**

Фадеева Виктория Сергеевна

Студент,
Дальневосточный федеральный университет,
690922, Российская Федерация, Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, 10;
e-mail: fadeeva@mail.ru

Сыпко Виктория Викторовна

Студент,
Дальневосточный федеральный университет,
690922, Российская Федерация, Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, 10;
e-mail: fadeeva@mail.ru

Алексеева Екатерина Олеговна

Студент,
Дальневосточный федеральный университет,
690922, Российская Федерация, Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, 10;
e-mail: fadeeva@mail.ru

Аннотация

При рассмотрении процессов тушения пожаров рециркуляцией используется метод подсчета циклов или кратности обмена воздуха в зоне пожара без учета течения времени процессов тепломассообмена, а при изучении тушения пожара порошками считается главной их доставка в очаг горения огнетушащей концентрации. Однако для правильного прогноза этих процессов необходимо разработать такую математическую модель, которая учитывала бы пиролиз твердых горючих материалов, вступление в химические реакции с кислородом газообразных продуктов, которые разлагаются, их влияние на температуру с учетом поступления воздуха обедненной кислородом атмосферы на очаг пожара и характера влияния на очаг огнетушащего порошка в замкнутом контуре. Последние исследования, посвященные вопросу использования огнетушащих порошков для тушения объектов большой и малой длины, показали, что необходимое количество установок пожаротушения используется без учета размеров и конфигурации объектов, без расчета эффективности и срока действия на очаг пожара и его температуру. Обычно считается, что флегматизирующее воздействие на очаг пожара заключается в прекращении цепей химических реакций продуктов горения с кислородом и в образовании пленки на

поверхности горючих материалов, что препятствует проникновению кислорода вглубь твердого вещества. Но, как известно, в литературе не рассматривается в математической модели флегматизирующее воздействие огнетушащего порошка на зону горения, да еще с рециркуляцией продуктов сгорания в изолированном объеме.

Для цитирования в научных исследованиях

Фадеева В.С., Сыпко В.В., Алексеева Е.О. Обеспечение информационной безопасности системы пожаротушения для обеспечения функционирования организации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 7А. С. 5-16. DOI: 10.34670/AR.2020.23.59.001

Ключевые слова

Управление, пожар, тушение, структура, формирование.

Введение

Система обеспечения пожарной безопасности – это совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами. Каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности. На каждом объекте должно быть обеспечено своевременное оповещение людей и сигнализация о пожаре в его начальной стадии техническими или организационными средствами. Перечень и обоснование достаточности для целевой эффективности средств оповещения и сигнализации на объектах согласовывается в установленном порядке.

Для правильного прогноза процессов тушения пожаров рециркуляцией требуется разработать такую математическую модель, которая учитывала бы пиролиз твердых горючих материалов, вступление в химические реакции с кислородом газообразных продуктов, которые разлагаются, их влияние на температуру с учетом поступления воздуха обедненной кислородом атмосферы на очаг пожара и характера влияния на очаг огнетушащего порошка в замкнутом контуре.

Основное содержание

Для установления эффективности тушения пожаров в кабельных туннелях огнезащитным порошком математическое моделирование воздействия на очаг проводилось отдельно (сначала средствами рециркуляции, а потом порошком с применением одновременно и рециркуляции) [Jiang, Jiang, 2013].

Получена замкнутая система уравнений на основе уравнений тепломассопереноса, что позволяет получать численными методами решение задачи возникновения и распространения теплоты в потоке воздуха при пожарах с учетом динамики концентраций кислорода [Koffel, Birk, 1989]:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} &= D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - q C_0 / (H_c \rho_k); \\
\frac{\partial T}{\partial \tau} + u \frac{\partial T}{\partial x} &= a_1 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\alpha \Pi}{2 \rho c_p S} (T - \theta) + q / (\rho c_p); \\
\frac{\partial \theta}{\partial \tau} &= \frac{a_2}{2 \Delta r^2} (2T_0 - \theta + T); \\
q &= \frac{\chi v_0 b H_c}{S C_0} C e^{-k(wt-x)/u},
\end{aligned} \tag{1}$$

где C – концентрация кислорода, об. частицы; C_0 – начальная концентрация кислорода, об. доли; T – температура воздуха, К; T_0 – начальная температура воздуха до пожара, К; θ – температура окружающего массива, К; τ – время с момента возникновения пожара, с; x – продольная, вдоль канала, координата, м; r – поперечная координата от стенки канала вглубь окружающего массива, м; ρ – плотность воздуха, кг/м³; ρ_k – плотность кислорода, кг/м³; c_p – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, Дж/(кг К); u – продольная скорость воздуха, м/с; D – коэффициент диффузии кислорода, м²/с; a_1 – коэффициент температуропроводности воздуха, м²/с; a_2 – коэффициент температуропроводности окружающего массива, м²/с; S – площадь поперечного сечения канала, м²; Π – периметр поперечного сечения канала, м; b – ширина поверхности пиролиза горючего материала, м; q – интенсивность выгорания продуктов пиролиза горючих материалов, кВт/м³; χ – коэффициент неполноты сгорания горючего материала; H_c – теплота сгорания летучих веществ, кДж/кг; k – константа скорости реакции при пиролизе, 1/с; w – скорость движения фронта пламени, м/с; v_0 – начальная массовая скорость поступления продуктов пиролиза в поток воздуха, кг/(м²/с); α – коэффициент теплообмена потока воздуха со стенками канала, Вт/(м² К).

Для удобства моделирования система уравнений (1) приведена к безразмерному виду и представлена в конечных разностях [Кружилин, Баранова, Багдасарян, 2020]:

$$\begin{aligned}
\frac{\Delta \bar{C}}{\Delta \bar{\tau}} + \frac{\Delta \bar{C}}{\Delta \bar{x}} &= \frac{1}{Pe_d} \frac{\Delta^2 \bar{C}}{\Delta \bar{x}^2} - \bar{q} A B \bar{C}; \\
\frac{\Delta \bar{T}}{\Delta \bar{\tau}} + \frac{\Delta \bar{T}}{\Delta \bar{x}} &= \frac{1}{Pe_1} \frac{\Delta^2 \bar{T}}{\Delta \bar{x}^2} + St(\bar{T} - \bar{\theta}) + \bar{q} B \bar{C}; \\
\frac{\Delta \bar{\theta}}{\Delta \bar{\tau}} &= \frac{1}{Pe_2} (T - \theta); \\
\bar{q} &= e^{-K(\bar{w} \bar{\tau} - \bar{x})}.
\end{aligned} \tag{2}$$

Здесь введены безразмерные параметры концентрации кислорода и температур:

$$1) \bar{C} = C/C_0; \quad 2) \bar{T} = (T - T_0)/T_0; \quad 3) \bar{\theta} = (\theta - T_0)/T_0. \quad (3)$$

Характерными параметрами для времени и расстояния могут считаться кратность обмена воздуха на определенной длине, которую примем равной максимальной длине зоны горения $l = x_2 - x_1$ (рисунок 1) [Chen et al., 2007].

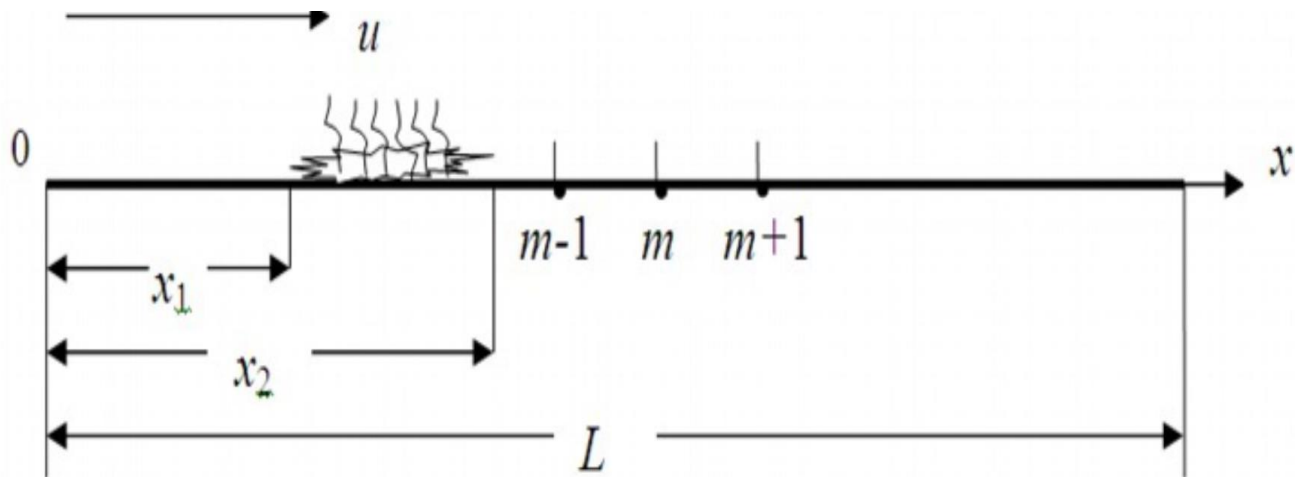


Рисунок 1 - Схема пожарного участка с указанием зоны горения

Тогда безразмерные расстояния и время будут равны:

$$1) \bar{x} = x/l; \quad 2) \bar{\tau} = u\tau/l \quad (4)$$

В систему уравнений (2) введены следующие критерии сходства:

$Pe = ul/D$ – диффузионное число Пекле;

$Pe_1 = u_1/a_1$ – температурное число Пекле в потоке воздуха;

$Pe_2 = u_1/a_2$ – температурное число Пекле в окружающем массиве;

$St = \frac{\alpha \Pi l}{2\rho c_p Q}$ – критерий Стантона теплообмена потока воздуха с окружающим массивом;

$K = \frac{kl}{u}$ – критерий скорости пиролиза, u ;

$B = \frac{\chi v_0 F H_c}{\rho c_p T_0 Q}$ – критерий тепловой энергии пожара;

$A = \frac{\rho c_p T_0 C_0}{\rho_k H_c}$ – критерий теплоемкости воздуха.

Здесь произведение ширины зоны горения на ее длину представлено как площадь поверхности, что пылает: $F = bl$, которая под действием порошка уменьшается.

Краевые условия для системы уравнений (2) представлены в виде

$$\begin{aligned}
\bar{C}(\bar{x}, 0) &= \bar{C}(0, \bar{\tau}) = \bar{C}(\infty, \bar{\tau}) = 1; \\
\bar{T}(\bar{x}, 0) &= \bar{T}(0, \bar{\tau}) = \bar{T}(\infty, \bar{\tau}) = 0; \\
\bar{\theta}(\bar{x}, 0) &= \bar{\theta}(0, \bar{\tau}) = \theta(\infty, \bar{\tau}) = 0; \\
\bar{q}(\bar{x}_1, 0) &= B; \quad \bar{q}(\bar{x} \neq \bar{x}_1, 0) = 0.
\end{aligned}
\tag{5}$$

Последнее краевое условие указывает на то, что в результате воспламенения в точке X_1 возникает тепловой источник, который со временем будет перемещаться и угасать согласно четвертому уравнению системы (2).

Система уравнений (2) решалась численным методом по комбинированной схеме [Han, Hua, Ding, 2018] при $\bar{D} = \bar{a}_1 = 0$. В результате получена следующая система уравнений

$$\begin{aligned}
\bar{C}_m^{n+1} &= \frac{[1 - (Cu + \bar{q}_m^n)/2]\bar{C}_m^n + CuZ_m^n}{1 + (Cu + \bar{q}_m^n)/2}; \\
\bar{T}_m^{n+1} &= \frac{[1 - (Cu + St)/2]\bar{T}_m^n + St\bar{\theta}_m^n + B\bar{q}_m^n(\bar{C}_m^n + \bar{C}_m^{n+1})/2}{1 + (Cu + St)/2}; \\
\bar{\theta}_m^{n+1} &= \frac{(1 - \bar{a}_2/2)\bar{\theta}_m^n + \bar{a}_2\bar{T}_m^n}{1 + \bar{a}_2/2}.
\end{aligned}
\tag{6}$$

Здесь параметр \bar{Z}_m^n означает относительную концентрацию кислорода перед очагом пожара. В разомкнутом контуре это концентрация кислорода при нормальных условиях $\bar{Z}_m^n = 1$. В замкнутом контуре при рециркуляции параметр \bar{Z}_m^n находится с использованием еще одного уравнения [Li, Liu, Li, 2016; Mahbub, Darmawan, www; Морозов, 2019; Семенютина А., Цой М., Бугреев, 2020; Shi, Li, Chen, 2018]:

$$V_1 \frac{dZ}{d\tau} = -(Z - C)Q + (C_0 - C)Q_1
\tag{7}$$

где V_1 – объем зоны рециркуляции пожарных газов за исключением зоны горения, m^3 ;

Q – расход пожарных газов, m^3/c ;

Q_1 – подсос воздуха, $m^3/сек$.

Анализ уравнения (7) показывает, что изменение концентрации кислорода во времени в зоне рециркуляции за пределами очага пожара будет происходить за счет поступления в этот объем концентрации кислорода из ячейки и концентрации кислорода из внешней среды [Bakhtina, Kuzminykh, Bakhtin, Yagdarova, 2018]. Так, при отсутствии подсоса чистого воздуха ($Q_1 = 0$), чего в реальных условиях вряд ли можно осуществить, образуется полностью замкнутый контур, а при подкачке чистого воздуха к очагу пожара ($Q_1 = Q$) контур полностью разомкнут и

к очагу пожара поступает чистый воздух с концентрацией $Z = C_0$.

Уравнение (7) в конечных разностях имеет вид:

$$\bar{Z}_m^{n+1} = (1 - Cu_1)\bar{Z}_m^n + (1 - \bar{Q}_1)Cu_1\bar{C}_m^n + Cu_1\bar{Q}_1 \quad (8)$$

где $Cu_1 = Q\Delta t/V_1$ – число Куранта перед зоной горения;

$Q_1 = Q_1/Q$ – относительная величина присосов воздуха.

Полученная система уравнений (6) и (8) позволяет моделировать процессы горения в кабельном канале как без рециркуляции пожарных газов, так и при их рециркуляции.

Будем считать, что на процессы горения флегматизирующим образом влияет концентрация огнетушащего порошка, уменьшая как интенсивность, так и площадь горения F .

Пожары в кабельных тоннелях, в отличие от пожаров в помещениях, в угольных шахтах и на других объектах, имеют свою специфику. Для исследования таких процессов, а также процессов тушения пожаров различными средствами сконструирована физическая модель (рисунок 2), представляющая собой установку или камеру для определения эффективности горения кабельной продукции и ее эффективности гашения различными средствами в замкнутом объеме [Stipaničev, Bugarić, Vodrožić, 2009].

Длина камеры составляет 2 м, а ее высота и ширина в свету – 0,6 м и 0,4 м соответственно. Таким образом, приведенный диаметр камеры равен:

$$d = \frac{4S}{\Pi} = \frac{4 \cdot 0,6 \cdot 0,4}{2(0,6 + 0,4)} = 0,48 \text{ м.}$$

При реальном приведенном диаметре кабельного тоннеля 2 м геометрический масштаб моделирования составляет 1:4.

Мощность вытяжной вентиляции обеспечивает движение воздушного потока в середине камеры от 0,024 до 0,076 м³/с со средней скоростью 0,1 – 0,3 м/с. Это соответствует числу Рейнольдса:

$$d = \frac{4S}{\Pi} = \frac{4 \cdot 0,6 \cdot 0,4}{2(0,6 + 0,4)} = 0,48 \text{ м.}$$

Таким образом, режим движения газов в камере турбулентен, как в реальном объекте, то есть больше предела ламинарного движения, равного 2000.

Кабельная продукция размещается на лотках на высоте 20, 30 см от нижнего уровня камеры. В камеру сгорания загружают 7,25 кг кабельной продукции, с которой 5 кг – это горючая изоляция, кабели длиной 1 м, пять частей занимают площадь 0,3 м². Поджигают кабельную линию в течение 4 минут газовой горелкой.

Максимальная температура в камере достигает 700-800 °С на 1012 минут свободного горения.

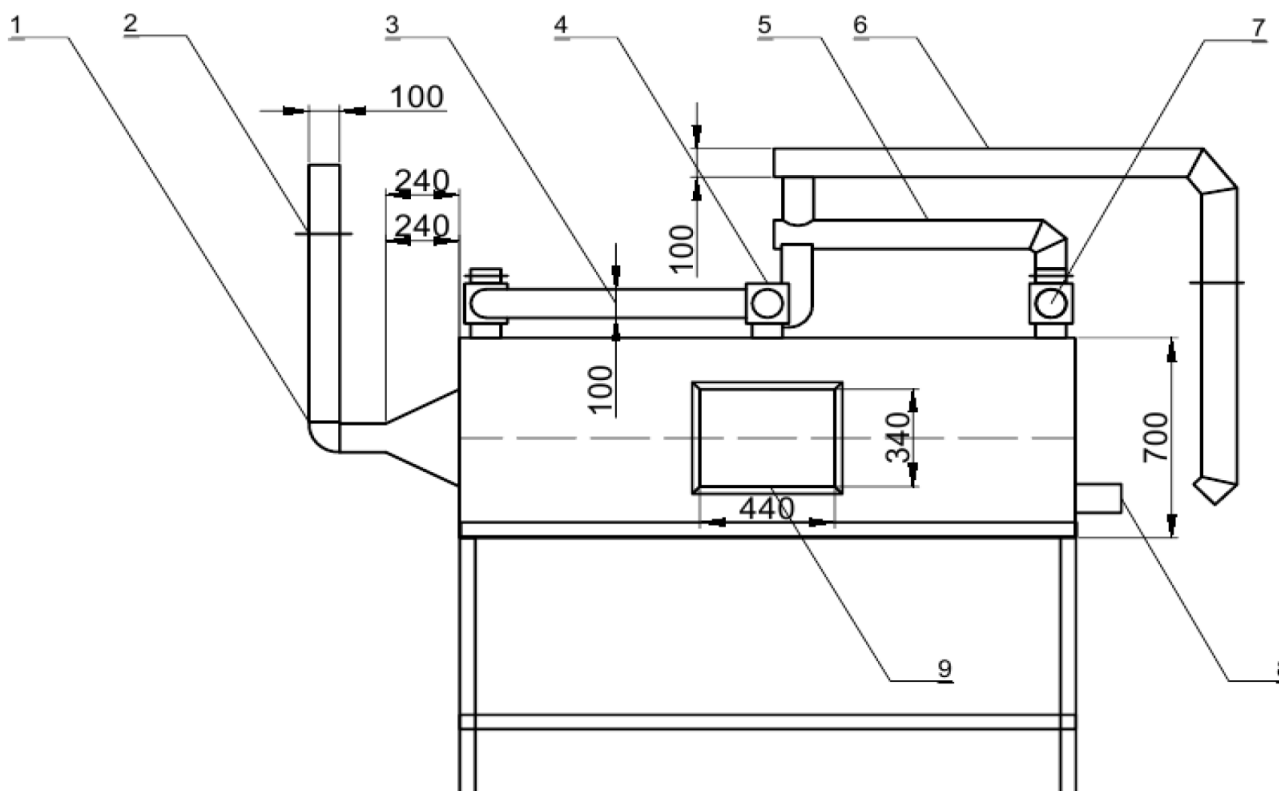
Во время горения кабельного изоляционного материала проходит образование значительного количества продуктов сгорания, что вызывает уменьшение притока свежего воздуха в камеру. В начале развития горения температура быстро возрастает за счет достаточного количества кислорода в камере. С уменьшением притока воздуха температура горения снижается до 470-500 °С и имеет волнообразный процесс горения до начала затухания.

С целью установления эффективности тушения пожаров в кабельных туннелях различными

средствами проведены параллельно эксперименты в лабораторных условиях без воздействия на очаг пожара какого-либо средства и с воздействием на него различных средств пожаротушения.

При тушении очага пожара порошком и рециркуляцией проведен целый цикл экспериментов [Wang, 2011].

Свободное горение длится 5-6 минут до максимального роста температуры, а это 700–750 °С. Тушение производится при достижении температуры 700 °С. Минимальный приток воздуха в камеру для поддержания горения 5 кг кабельной изоляции был 0,0235 м³/сек [Choi et al., 2012].



1 – трубопровод для удаления в атмосферу; 2 – шубер; 3 – холодильник; 4 – вентилятор с электродвигателем; 5, 6 – трубопровод для проведения рециркуляции; 7 – отверстие для подачи огнетушащего порошка; 8 – отверстие для подсоса воздуха; 9 – смотровое окно

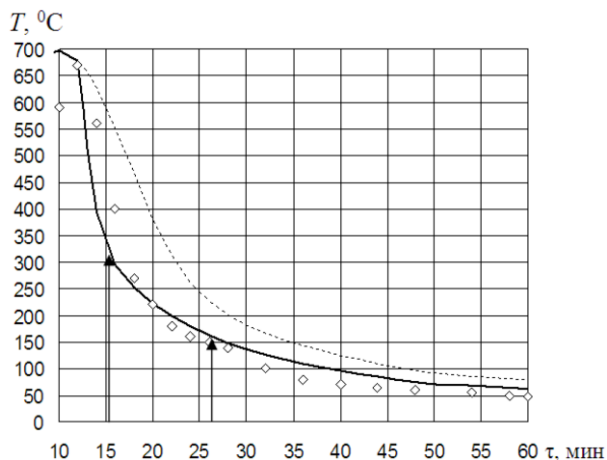
Рисунок 2 - Установка определения горения кабеля и эффективности тушения различными огнетушащими веществами в закрытых объемах класса «А», «В», «Е»

Расчеты по формулам (6) и (8) в разомкнутом контуре при горении в кабельном тоннеле и при рециркуляции показали, что их результаты хорошо согласуются с данными экспериментов.

На рисунке 3 представлены экспериментальные и расчетные данные динамики температуры пожарных газов при их рециркуляции.

Здесь стрелками указаны начало и конец рециркуляции. Очевидно, более длительная рециркуляция привела бы к большему эффекту.

При расчетах для лучшей сходимости расчетных и экспериментальных данных принято число Куранта в рециркулирующем потоке $Cu_1 = 0,05$ и относительные подсосы воздуха $Q_1 = 0,1$. Другие параметры приняты в диапазоне $Cu = 0,5$ и $B = 5$.



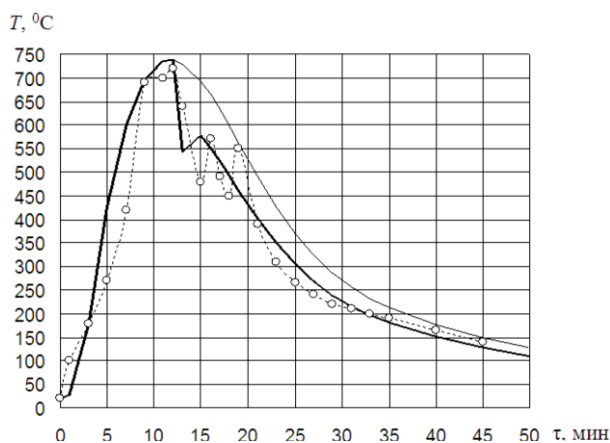
маркеры – экспериментальные данные; сплошная кривая – расчетные данные при рециркуляции; прерывистая линия – расчетные данные без рециркуляции [Hanaï et al., 2016]

Рисунок 3 - Результаты сравнения расчетных и экспериментальных данных динамики максимальной температуры пожарных газов при их рециркуляции в кабельном тоннеле

На рисунке 4 приведены расчетные и экспериментальные данные воздействия на очаг пожара огнетушащим порошком и кратковременной рециркуляцией пожарных газов. Как видно из рисунка, данные моделирования достоверно воспроизводят процессы горения и тушения пожара. Однако кратковременная подача порошка всего 0,5 минут и рециркуляция 2 минуты, как видно, почти не оказывают заметного влияния на тушение пожара.

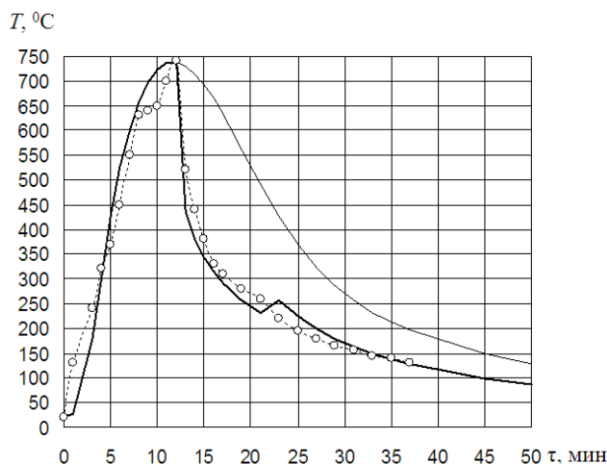
При расчетах в этом случае принято также число Куранта в рециркулирующем потоке $Сu_1 = 0,05$ и относительные подсосы воздуха $Q_1 = 0,1$. В то же время число Стантона $S_t = 0,6$ и $B = 10$. Подача порошка привела, как показывают расчетные данные, к уменьшению поверхности горения F на 20%.

На рисунке 5 приведены расчетные и экспериментальные данные воздействия на очаг пожара огнетушащим порошком 2 кг в течение 50 секунд и рециркуляцией пожарных газов в течение 10 минут.



маркеры – экспериментальные данные; жирная линия – расчетные данные при рециркуляции, тонкая – расчетные данные без рециркуляции и без подачи порошка [Фомин, Бесперстов, 2019]

Рисунок 4 - Результаты сравнения расчетных и экспериментальных данных динамики максимальной температуры пожарных газов при их кратковременной рециркуляции и подаче порошка на протяжении 30 секунд в кабельном тоннеле



маркеры – экспериментальные данные; жирная линия – расчетные данные при рециркуляции, тонкая – расчетные данные без рециркуляции и подачи порошка) [Gao, Zhao, 2017]

Рисунок 5 - Результаты сравнения расчетных и экспериментальных данных динамики максимальной температуры пожарных газов при их длительной рециркуляции 10 минут и подаче порошка 2 кг в течение 50 секунд в кабельном тоннеле

Более длительная подача порошка привела, как показывают расчетные данные, к уменьшению поверхности горения на 30%.

Заключение

Таким образом, эксперименты в лабораторных условиях показали, что кратковременное тушение пожара порошком не дает положительных результатов, так как через некоторое время вновь возникает пламенное горение. Поэтому необходимо прибегать к повторной подаче порошка и рециркуляции пожарных газов. Отсюда следует, что тушение очага горения порошком, как и при крупномасштабных пожарах, должно проводиться длительное время до снижения температуры до 100–200 °С, после чего необходимо перейти на режим рециркуляции пожарных газов или использовать другие средства пожаротушения.

Библиография

1. Кружилин С., Баранова Т., Багдасарян А. Современное состояние и прогноз долговечности дубрав в государственном природном заказнике «Горненский» // *World Ecology Journal*. 2020. No. 10(1). P. 3-21.
2. Морозов Р.В. Система управления пожарной безопасностью образовательных учреждений // *Журнал физики: серия конференций*. 2019. Т. 1399.
3. Семенютина А., Цой М., Бугреев Н. Оценка древесных растений *Juniperus L.* для озеленения урбанизированных территорий малолесных регионов // *World Ecology Journal*. 2020. No. 10 (1). P. 97-120.
4. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. О совершенствовании системы обеспечения пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей // *Безопасность труда в промышленности*. 2019. № 9. С. 26-30.
5. Bakhtina V.V., Kuzminykh Z.O., Bakhtin A.G., Yagdarova O.A. Development of students' fire safety behavior in the school education system // *Issues and Trends in Interdisciplinary Behavior and Social Science – Proceedings of the 6th International Congress on Interdisciplinary Behavior and Social Sciences, ICIBSoS*. 2018. P. 165-170.
6. Chen T. et al. Architecture of a fire emergency response system based on fire model. *Qinghua Daxue Xuebao // Journal of Tsinghua University*. 2007. No. 47(6), P. 863-866.
7. Choi J.-M., Yeo S.-S., Kang H.-J. Implementation of cluster surveillance network structural algorithm simulator for fire safety equipment management system // *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 179 LNEE. 2012. Vol. 2. P. 353-358.
8. Gao Y., Zhao J. Computer aided fire safety engineering model based on shortest path algorithm // *Journal of Digital*

- Information Management. 2017. № 15(3). C. 106-114.
9. Han H.-Y., Hua Z.-G., Ding X.-X. Design of Simulation Training System for Fire Safety Inspection Based on Computer Simulation Technology // *Procedia Engineering* 2018. Vol. 211. P. 199-204.
 10. Hanai et al. Survey of damage in residential high-rise buildings after the 2011 off the pacific coast of Tohoku Earthquake and actions taken by residents focusing on functional maintenance of fire safety measures – Part 1 research on fire safety assessment of residential high-rise buildings after an earthquake // *Journal of Environmental Engineering (Japan)*. 2016. No. 81(722). P. 345-355.
 11. Jiang Z., Jiang J. Design and implementation of city internet fire safety digital monitoring system // *Applied Mechanics and Materials*. 2013. No. 241-244. P. 2611–2615.
 12. Koffel W.E., Birk D.M. Fire warning and safety systems. Management and Compliance Series // American Society for Hospital Engineering of the American Hospital Association. 1989. No. 4. P. 201-202.
 13. Li L., Liu H., Li S. Intelligent fire monitoring system based on the information fusion algorithm // *Sensor Letters*. 2016. No. 14(11). P. 1094-1098.
 14. Mahbub P.K., Darmawan C. Fire Safety System Building // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol. 662.
 15. Shi J., Li Y., Chen H. Application of Computer Integration Technology for Fire Safety Analysis // *Tsinghua Science and Technology*. 2008. No. 13. P. 387-392.
 16. Stipaničev D., Bugarić M., Bodrožić L. Integration of forest fire video monitoring system and geographic information system // *Proceedings Elmar – International Symposium Electronics in Marine-* 2009. P. 49-52.
 17. Wang Y.-S. Construction of urban fire protection monitoring and management system based on Geographic Information // *Journal of Natural Disasters-* 2011. No. 20(6). P. 172-176.

Ensuring information security of the fire extinguishing system to ensure functioning of an organization

Viktoriya S. Fadeeva

Student,
Far Eastern Federal University,
690922, 10 Ayaks Bay, Russkii Island, Vladivostok, Russian Federation;
e-mail: fadeeva@mail.ru

Viktoriya V. Sypko

Student,
Far Eastern Federal University,
690922, 10 Ayaks Bay, Russkii Island, Vladivostok, Russian Federation;
e-mail: fadeeva@mail.ru

Ekaterina O. Alekseeva

Student,
Far Eastern Federal University,
690922, 10 Ayaks Bay, Russkii Island, Vladivostok, Russian Federation;
e-mail: fadeeva@mail.ru

Abstract

When considering the processes of extinguishing by recirculation, the method of calculating the cycles or multiplicity of air exchange in the fire zone is used without taking into account the time

flow of heat and mass exchange processes. When studying fire extinguishing powders, their delivery in the fire extinguishing concentration is considered the main thing. However, to correctly predict these processes, it is necessary to develop a mathematical model that would take into account the pyrolysis of solid combustible materials, the entry into chemical reactions with oxygen of gaseous products that decompose, their effect on temperature, taking into account the supply of oxygen-depleted air to the fire center and the nature of the effect on the fire extinguishing powder in a closed circuit. Recent studies on fire extinguishing powders for extinguishing objects of large and small length have shown that the required number of fire extinguishing installations is used without taking into account the size and configuration of objects, without calculating the effectiveness and duration of action on the fire source and its temperature. It is generally considered that the phlegmatized effect on the fire center consists in stopping the chains of chemical reactions of combustion products with oxygen and in forming a film on the surface of combustible materials, which prevents oxygen from penetrating deep into the solid. But, the literature does not consider the phlegmatized effect of fire extinguishing powder on the combustion zone in the mathematical model, and even with the recirculation of combustion products in an isolated volume.

For citation

Fadeeva V.S., Sypko V.V., Alekseeva E.O. (2020) Obespechenie informatsionnoi bezopasnosti sistemy pozharotusheniya dlya obespecheniya funktsionirovaniya organizatsii [Ensuring information security of the fire extinguishing system to ensure functioning of an organization] *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (7A), pp. 5-16. DOI: 10.34670/AR.2020.23.59.001

Keywords

Management, fire, extinguishing, structure, formation.

References

1. Bakhtina V.V, Kuzminykh Z.O., Bakhtin A.G., Yagdarova O.A. (2018) Development of students' fire safety behavior in the school education system. *Issues and Trends in Interdisciplinary Behavior and Social Science – Proceedings of the 6th International Congress on Interdisciplinary Behavior and Social Sciences, ICIBSoS*, pp. 165-170.
2. Chen T. et al. (2007) Architecture of a fire emergency response system based on fire model. *Qinghua Daxue Xuebao. Journal of Tsinghua University*, 47(6), pp. 863-866.
3. Choi J.-M., Yeo S.-S., Kang H.-J. (2012) Implementation of cluster surveillance network structural algorithm simulator for fire safety equipment management system. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 179 LNEE, 2, pp. 353-358.
4. Fomin A.I., Besperstov D.A. (2019) O sovershenstvovanii sistemy obespecheniya pozharnoi bezopasnosti ob"ektov s massovym prebyvaniem lyudei [On the improvement of fire safety system for the objects with mass stay of people]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti* [Safety of Labor in Industry], 9, pp. 26-30.
5. Gao Y., Zhao J. (2017) Computer aided fire safety engineering model based on shortest path algorithm. *Journal of Digital Information Management*, 15(3), p. 106-114.
6. Han H.-Y., Hua Z.-G., Ding X.-X. (2018) Design of Simulation Training System for Fire Safety Inspection Based on Computer Simulation Technology. *Procedia Engineering*, 211, pp. 199-204.
7. Hanai et al. (2016) Survey of damage in residential high-rise buildings after the 2011 off the pacific coast of Tohoku Earthquake and actions taken by residents focusing on functional maintenance of fire safety measures – Part 1 research on fire safety assessment of residential high-rise buildings after an earthquake. *Journal of Environmental Engineering (Japan)*, 81(722), pp 345-355.
8. Jiang Z., Jiang J. (2013) Design and implementation of city internet fire safety digital monitoring system. *Applied Mechanics and Materials*, 241-244, pp 2611–2615.
9. Koffel W.E., Birk D.M. (1989) Fire warning and safety systems. Management and Compliance Series. *American Society for Hospital Engineering of the American Hospital Association*, 4, pp. 201-202.
10. Kruzhilin S., Baranova T., Bagdasaryan A. (2020) Sovremennoe sostoyanie i prognoz dolgovechnosti dubrav v

-
- gosudarstvennom prirodnom zakaznike "Gornenskiy" [Current state and longevity forecast of oak trees in the Gornensky State Nature Reserve]. *World Ecology Journal*, 10(1), pp. 3-21.
11. Li L., Liu H., Li S. (2016) Intelligent fire monitoring system based on the information fusion algorithm. *Sensor Letters*, 14(11), pp. 1094-1098.
 12. Mahbub P.K., Darmawan C. (2019) Fire Safety System Building. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662.
 13. Morozov R.V. (2019) Sistema upravleniya pozharnoi bezopasnost'yu obrazovatel'nykh uchrezhdenii [A fire safety control system of educational institutions]. *Zhurnal fiziki: seriya konferentsii* [Journal of Physics: Conference Series], 1399.
 14. Semenyutina A., Tsoi M., Bugreev N. (2020) Otsenka drevesnykh rastenii Juniperus L. dlya ozeleneniya urbanizirovannykh territorii malolesnykh regionov [Evaluation of woody plants of Juniperus L. for urban greening in sparsely wooded regions]. *World Ecology Journal*, 10 (1), pp. 97-120.
 15. Shi J., Li Y., Chen H. (2008) Application of Computer Integration Technology for Fire Safety Analysis. *Tsinghua Science and Technology*, 13, pp. 387-392.
 16. Stipaničev D., Bugarić M., Bodrožić L. (2009) Integration of forest fire video monitoring system and geographic information system. *Proceedings Elmar – International Symposium Electronics in Marine*, pp. 49-52.
 17. Wang Y.-S. (2011) Construction of urban fire protection monitoring and management system based on Geographic Information // *Journal of Natural Disasters*, 20(6), pp. 172-176.