

В.В. Бабурин, В.П. Бабуров, А.В. Семериков, Д.В. Поляков
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
e-mail: otдел2.1@rambler.ru)

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И СКЛАДСКИХ ЗДАНИЯХ БОЛЬШОГО ОБЪЁМА

Проведён анализ особенностей применения пожарных извещателей. Представлены результаты экспериментов и методик, которые могут быть использованы для оптимизации условий размещения оборудования автоматической пожарной сигнализации, обоснования площади клапанов систем дымоудаления, а также временных параметров включения в действие, дренчерных установок, газовых и порошковых систем пожаротушения.

Ключевые слова: извещатель, порог срабатывания, дымоудаление, пожаротушение.

V.V. Baburin, V.P. Baburov, A.V. Semerikov, D.V. Polyakov
**ANALYSIS OF APPLICATION FIRE ALARM SYSTEMS
IN THE INDUSTRIAL AND WAREHOUSE BUILDINGS
LARGE VOLUME**

The analysis of the application features of fire detectors. The results of experiments and techniques that can be used to optimize the conditions for placement of automatic fire alarm equipment, justification area valves smoke removal systems, as well as temporal parameters included in the action, deluge systems, gas and powder fire extinguishing systems.

Key words: detector, response threshold, smoke removal, fire fighting.

В зданиях производственно-складского назначения большой высоты и объёма для раннего обнаружения пожара наиболее эффективно использовать **дымовые пожарные извещатели (ДПИ)**.

Согласно Федеральному закону № 123-ФЗ, системы **автоматической пожарной сигнализации (АПС)** должны обеспечивать обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения и управления эвакуацией.

Исходя из этого, требованиями СП 5.13130.2009 [1] определено, что суммарное значение времени обнаружения пожара пожарными извещателями и расчётного времени эвакуации людей не должно превышать времени наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара.

Существующие методики расчёта систем пожарной сигнализации рассматривают вопросы оптимизации размещения извещателей и базируются, как правило, на допущениях постоянной площади горения или фиксированной мощности очага в начальной стадии пожара.

Известно, что время срабатывания систем АПС зависит от многих факторов: пожарной нагрузки, условий развития пожара, условий размещения пожарных извещателей, типа применяемых извещателей и их порога срабаты-

ния. Время срабатывания АПС определяется по темпу роста соответствующего контролируемого вида ОФП, с учётом инерционности извещателей. Однако исследований функционирования дымовых пожарных извещателей непосредственно в задымленной среде проведено недостаточно.

В данной статье сделана попытка восполнить этот пробел. В приводимых расчётах рассматривается худший сценарий развития событий, когда пожар в помещении происходит в наиболее удалённой точке от извещателя. Конвективная струя очага пожара с продуктами горения направлена вверх на максимальном расстоянии от извещателей. Дым и продукты сгорания, накапливаясь, заполняют помещение, создавая концентрацию, вызывающую срабатывание извещателей.

Далее происходит передача управляющего сигнала на включение *системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ)* и *системы дымоудаления (СДУ)*. После этого начинается организованная эвакуация людей из здания.

Наращение массы дыма P_D в помещении можно выразить дифференциальным уравнением баланса масс [1]:

$$\frac{dP_D}{dt} = I_D - Q_Y \cdot C_D, \quad (1)$$

где I_D – интенсивность дымовыделения, $кг/с$;

Q_Y – интенсивность удаления продуктов сгорания, $м^3/с$;

C_D – концентрация дыма, $кг/м^3$.

Концентрация дыма зависит от массы частиц в объёме помещения и если неравномерность распределения концентрации по высоте помещения учитывать параметром ψ , то представленное уравнение примет вид:

$$F_3 \cdot H \left(\frac{C_D}{\psi} \right)^{\nabla} = V_m \cdot F_{II} \cdot K_D - Q_Y \cdot C_D, \quad (2)$$

где F_3 – защищаемая извещателем площадь помещения, $м^2$;

F_{II} – площадь пожара, $м^2$;

K_D – коэффициент дымообразования, $кг/кг$.

Общая масса частиц дыма в объёме помещения выражается следующим образом

$$P_{ДЫМ} = A \cdot B \int_{H_0}^{H_{MAX}} C_{(H)} \cdot dH, \quad (3)$$

где A, B, H – габариты помещения, $м$;

$C_{(H)}$ – функция распределения концентрации дыма по высоте помещения.

Тогда показатель неравномерности заполнения дымом объёма помещения можно выразить через максимальную C_{MAX} и среднеобъёмные C_{CP} концентрации дыма.

$$\psi = C_{MAX} / C_{CP}. \quad (4)$$

После замены переменной $C_D / \psi = y$ в выражении (2) представляет собой дифференциальное уравнение первого порядка, решением которого является:

$$C_D = \psi \cdot \exp\left(-\frac{Q_Y \cdot \Psi}{F_3 \cdot H} \tau_i\right) \int_{\tau_0}^{\tau_i} \frac{V_M \cdot F_{II} \cdot K_D}{F_3 \cdot H} \exp\left(-\frac{Q_Y \cdot \Psi}{F_3 \cdot H} \tau_i\right) d\tau. \quad (2)$$

Зная условия развития очага пожара, размеры помещения и трассировку сети АПС, можно определить в динамике для любого момента времени концентрацию дыма в зоне размещения пожарных извещателей.

Проведённые лабораторные и натурные эксперименты позволили установить, что порог срабатывания точечных оптикоэлектронных дымовых извещателей по модулю оптической плотности существенно изменялся от вида пожарной нагрузки: его значение в несколько раз возрастало при пламенном горении синтетических материалов и резины (рис. 1).

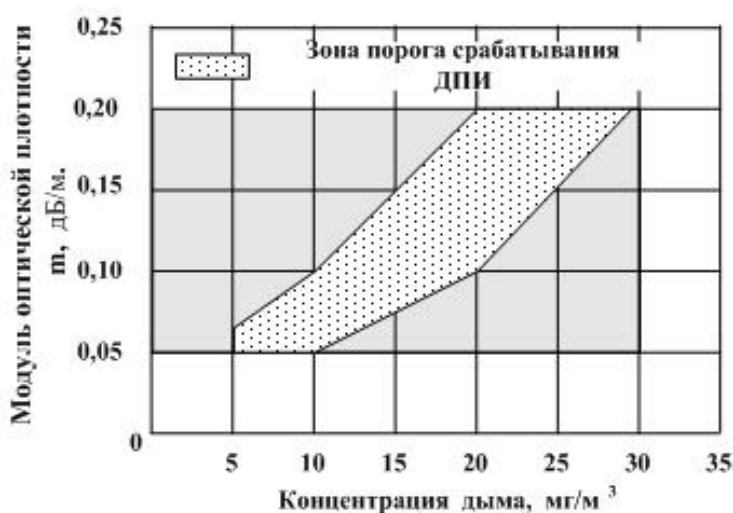


Рис. 1. Зона срабатывания точечных ДПИ

Принцип действия точечных оптикоэлектронных ДПИ основан на рассеянии первичного светового потока в чувствительной области извещателя. Видимо, этим и объясняется то, что величина порога срабатывания ДПИ может изменяться в достаточно широком диапазоне, в зависимости от вида горючего материала и условий горения. Для проверки этого предположения и изучения поведения извещателей в задымленной среде была проведена серия экспериментов на специальной лабораторной установке [5] и натурных объектах.

Для установления взаимосвязи между порогом срабатывания ДПИ и свойствами задымленной среды исследовались характеристики дыма в различных условиях горения с замером счётной концентрации частиц дыма и их характерного размера с помощью счётчика аэрозолей АЗ-5. Отбор проб воздуха с дымом производился с количеством частиц дыма до величины $3 \times 10^5 \text{ част./дм}^3$. Приведённая погрешность измерения не превышала 20 %. Анализ результатов показал [4], что в области пламенного горения большинства целлюлозосодержащих материалов дым представлял собой аэрозольные частицы размером 0,4-0,7 мкм (рис. 2).

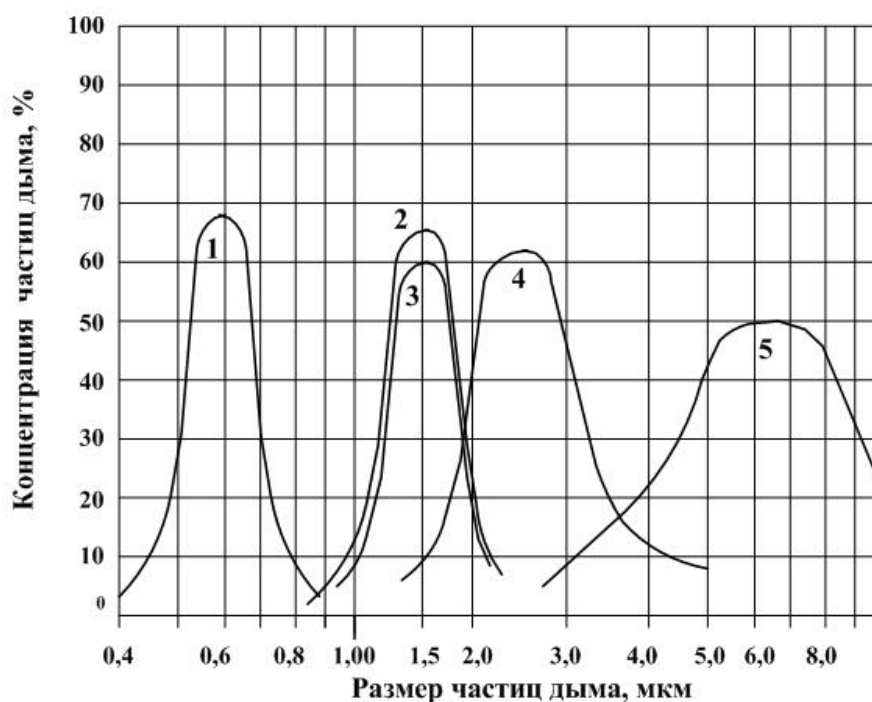


Рис. 2. Распределение частиц дыма:

- 1 – древесина; 2 – синтетическая плёнка "ПДО";
- 3 – синтетическая плёнка "Девилон";
- 4 – панели ПВХ; 5 – пенопласт ПСБС

У дыма, образовавшегося в результате пламенного горения таких материалов как пенопласт ПСБС и резина, размер частиц находился в диапазоне 1,5-10 мкм, с пиковой концентрацией 6,5 мкм. Характерный размер частиц дыма в этом случае превышал длину волны излучателя (светодиода) ДПИ, происходило существенное поглощение величины первичного светового потока и, видимо, этим объясняется запаздывание срабатывания оптикоэлектронных точечных извещателей, а также высокие значения показателей их порога срабатывания по модулю оптической плотности.

Для *линейных дымовых пожарных извещателей (ИПДЛ)* такой зависимости не наблюдалось и это можно объяснить тем, что их принцип действия основывается только на ослаблении потока контролирующего луча ИПДЛ. В этом, как было установлено, заключается очевидное преимущество использования ИПДЛ для защиты помещений большого объёма.

Для наглядности и оценки оптимального варианта трассировки сети, а также времени срабатывания ИПДЛ приведены результаты расчёта применительно к помещению объёмом 28 тыс. м³, в котором извещатели устанавливаются в двух уровнях по высоте, вдоль (расстояние между излучателем и приёмником $L = 96$ м) и поперёк защищаемого помещения (расстояние между излучателем и приёмником $L = 24$ м) (рис. 3, 4).

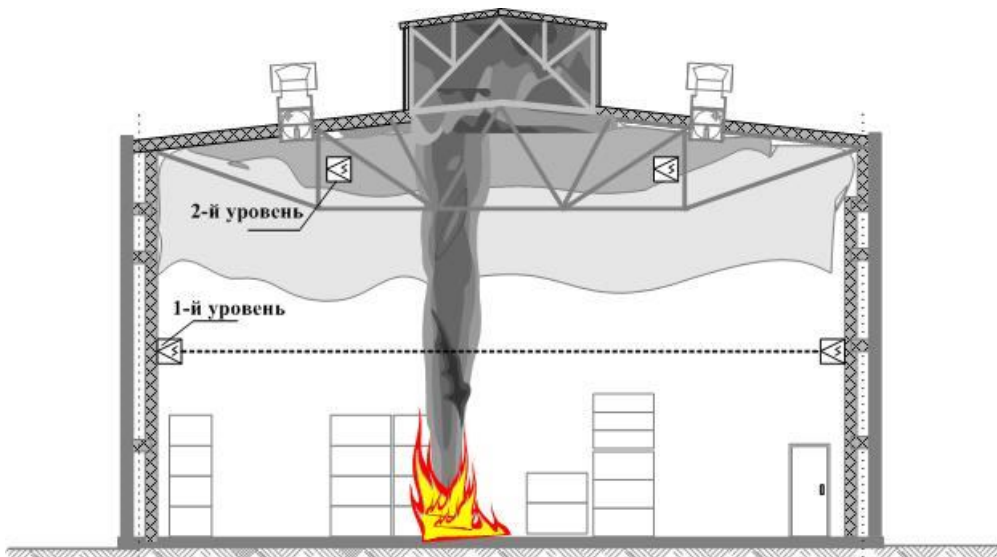


Рис. 3. Схема обнаружения пожара дымовыми извещателями в двух уровнях по высоте

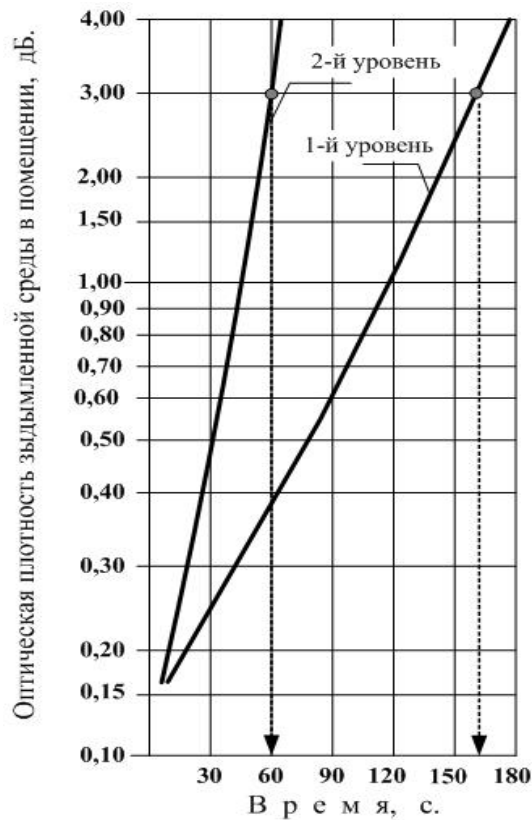


Рис. 4. Изменение оптической плотности дыма в зоне защиты ИПДЛ

Из графика рис. 4. видно, что время достижения порога срабатывания извещателями ИПДЛ, установленными на втором уровне происходит через 60 с. Извещатели ИПДЛ, размещённые на первом уровне, обнаруживают задымление гораздо позднее – через 160 с.

После суммирования полученных результатов с временем инерционности ИПДЛ получают искомое значение времени срабатывания системы АПС. Таким образом, анализ результатов показывает, что для помещений большого объёма время срабатывания установок обнаружения пожара с ИПДЛ зависит от схемы размещения извещателей и не превышает нескольких минут.

Представленные результаты экспериментов и методики могут быть использованы для оптимизации условий размещения оборудования АПС, обоснования площади клапанов систем дымоудаления, а также временных параметров включения в действие дренчерных установок, газовых и порошковых систем пожаротушения.

Литература

1. **СП 5.13130.2009.** Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
2. **Производственная** автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. ч. I. Пожарная сигнализация / Навацкий А.А., Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Фёдоров А.В. М.: Академия ГПС МЧС России, 2005.
3. **Рекомендации** ВНИИПО "Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа". М., 2003.
4. **Бабурин В.В., Бабуров В.П., Зубов М.И.** Система динамического измерения концентрации дыма в начальной стадии пожара // Сб. "Исследование некоторых опасных факторов пожара". М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985.
5. **Бабурин В.В.** Устройство для проверки работоспособности дымовых пожарных извещателей. Авторское свидетельство №1179405.

Статья опубликована 10 августа 2012 г.