

*С.Н. Бондаренко, к.т.н., доцент, НУГЗУ,
В.В. Калабанов, адъюнкт, НУГЗУ*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ЛИНЕЙНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ ПЛАМЕНИ

(представлено д-ром техн. наук Абрамовым Ю.А.)

Представлены результаты исследования характеристик чувствительного элемента линейного извещателя пламени, подобраны оптимальные параметры проводников чувствительного элемента, выявлены эффекты, увеличивающие время срабатывания извещателя.

Ключевые слова: система пожарной автоматики, линейный извещатель пламени, чувствительный элемент, взаимная емкость.

Постановка проблемы. Раннее обнаружение очага пожара является актуальной задачей, для решения которой используются системы противопожарной защиты, в которых для обнаружения пожара используются автоматические пожарные извещатели. Наименьшую инерционность и высокую достоверность обнаружения пожара имеют извещатели пламени.

В [1] указаны методы испытания извещателей пламени, которые подходят только для извещателей пламени, реагирующих на электромагнитное излучение пламени и непригодные для предложенного в работе [2] линейного извещателя.

Для выбора оптимальных параметров чувствительного элемента (ЧЭ) необходимо провести ряд экспериментов для установления зависимости наводимой разности потенциалов заряженными частицами от высоты над пламенем, диаметра проводников ЧЭ, формы проводников ЧЭ, шага скрутки проводников ЧЭ. Также установить явления, увеличивающие время обнаружения пожара.

Анализ последних достижений и публикаций. В работе [2] описана структурная схема линейного извещателя пламени, в котором для обнаружения пожара используется эффект хемоионизации. И показано, что существует возможность обнаружения очага пожара по изменению концентрации заряженных частиц в зоне действия очага пламени.

В работе [3] описана конструкция зондов для определения концентрации заряженных частиц в пламени и на небольшом расстоянии до 20 мм над ним. Исследование характеристик линейного извещателя пламени с применением эффекта хемоионизации не проводилось.

Постановка задачи и ее решение. Необходимо провести исследование характеристик ЧЭ, его геометрических параметров, свойства, материалов из которого он изготовлен.

Исследования проводились над газовой горелкой, в качестве горючего вещества использовался газ пропан. Конструкция горелки предусматривала смесь газа с воздухом, таким образом горение газа – кинетическое. Площадь поверхности пламени $54,26 \text{ см}^2$. Длина ЧЭ во всех далее рассмотренных экспериментах 1 м. Для защиты ЧЭ от электромагнитных помех с трех сторон были установлены металлические листы, соединенные с землей прибора. Использовался операционный усилитель с входным сопротивлением 1,5 ГОм, и коэффициентом усиления 1000. Сигнал операционного усилителя поступает на десятиразрядный аналогово-цифровой преобразователь, после чего сигнал обрабатывается и выводится среднее значение измеряемого сигнала. Схема экспериментальной установки (рис. 1)

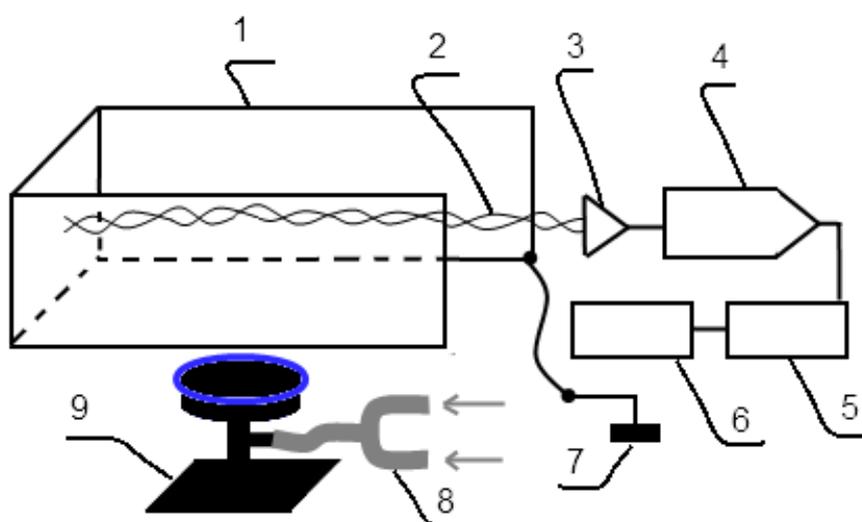


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – металлический экран; 2 – чувствительный элемент; 3 – операционный усилитель с дифференциальным входом; 4 – аналогово-цифровой преобразователь; 5 – устройство обработки сигнала; 6 – блок отображения символьной информации; 7 – земля прибора; 8 – смеситель газа и воздуха; 9 – газовая горелка

Измерение зависимости наводимой разности потенциалов от диаметра проводников и высоты над пламенем проводились с медными проводниками марки М0 [4] диаметр которых составлял 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 и 1,2 мм.

Анализ полученных значений (рис. 2) показал оптимальным является ЧЭ, выполненный из проводников диаметром 0,4 мм так как проводник меньшего диаметра резко снижает чувствительность, а ЧЭ выполненные из проводников большего диаметра при незначительном увеличении чувствительности значительно возрастает масса материала проводника на единицу длины.

Также установлено, что наводимая разность потенциалов в ЧЭ практически не зависит от материала проводников (рис. 3).

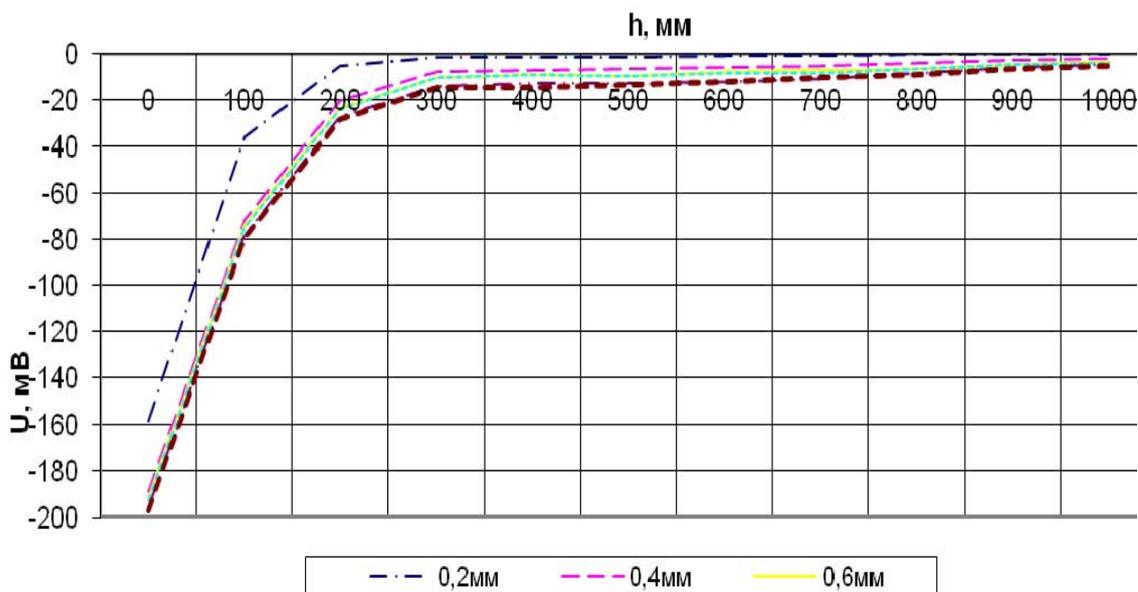


Рис. 2. Зависимость наводимой разности потенциалов заряженными частицами пламени от высоты установки ЧЭ над пламенем и от диаметра проводников ЧЭ

В экспериментах использовались алюминиевые проводники диаметром 0,8 мм [5] свитые между собой, медный диаметром 0,8 мм, из стали низкоуглеродистой оцинкованной диаметром 0,8 мм [6] и ЧЭ, выполненный из меди марки ПММ прямоугольного сечения 7x1 мм [7], проводники не свиты между собой и находятся параллельно.

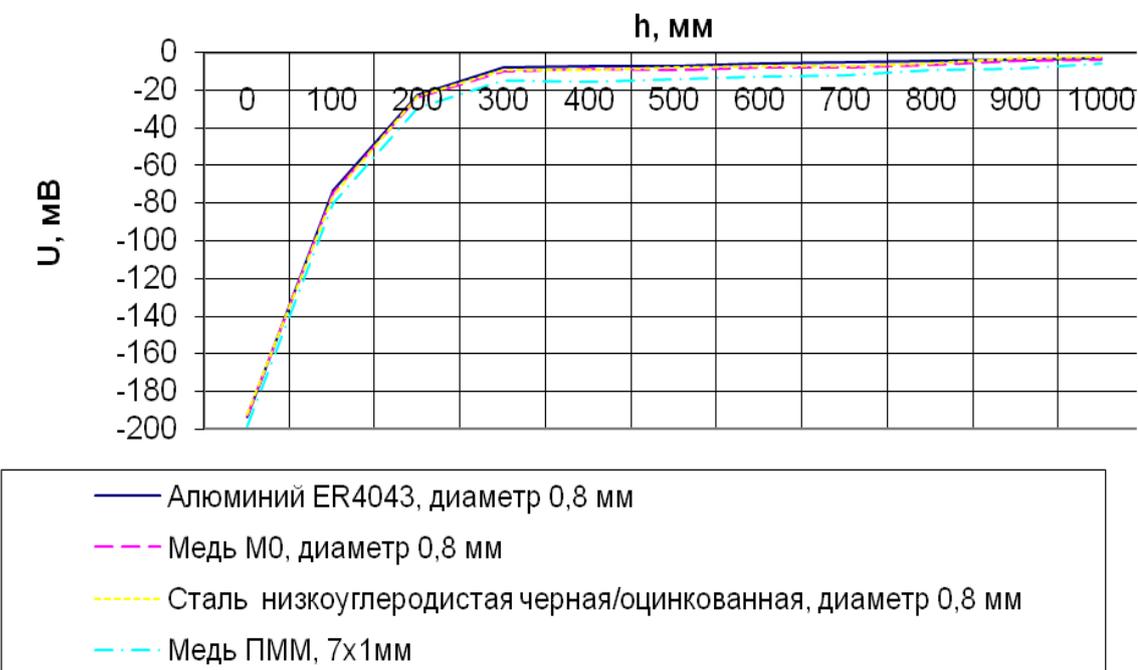


Рис. 3. Зависимость наводимой разности потенциалов заряженными частицами пламени от высоты установки ЧЭ над пламенем и от материала и формы проводников чувствительного элемента

В случае прямоугольных жил наблюдается немного большее значение чем в случае с другими проводниками – это связано с тем, что прямоугольный 7x1мм проводник имеет большую площадь поверхности, чем другие проводники диаметром 0,8 мм.

Использование прямоугольного проводника не свитого между собой невозможно при использовании ЧЭ большой протяженности так как на его проводники будут воздействовать разные электромагнитные помехи. Скручивание проводников между собой позволяет получить синфазные [8] электромагнитные помехи на обоих проводниках ЧЭ, что в дальнейшем дает возможность вычитать их с помощью дифференциального входа усилителя, обрабатывая только полезный сигнал. В связи с этим установлена зависимость наводимой разности потенциалов от шага скрутки проводников ЧЭ (рис. 4).

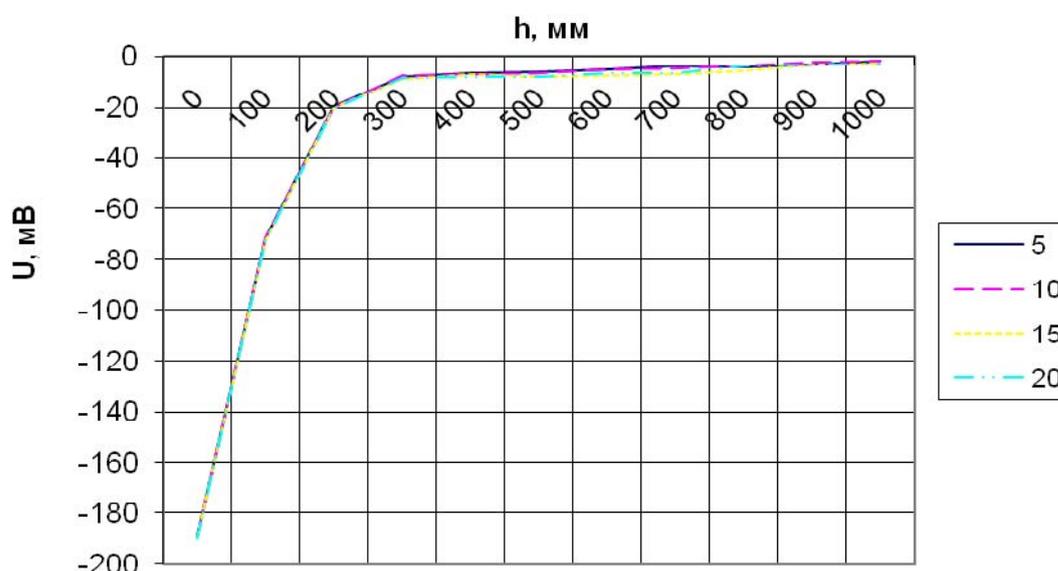


Рис. 4. Зависимость наводимой разности потенциалов заряженными частицами пламени от высоты чувствительного элемента над пламенем и от шага скрутки проводников чувствительного элемента

Анализ зависимости показал, что наводимая разность потенциалов при уменьшении шага скрутки возрастает незначительно. Это связано с незначительным увеличением площади проводников ЧЭ в зоне действия заряженных частиц. В данном исследовании использовался ЧЭ, выполненный из проводников диаметром 0,4 мм и длиной 1 м шаг скрутки менялся от 5 до 20 мм с дискретностью 5 мм.

В результате проведенных экспериментов была установлена зависимость постоянной времени τ (рис.5) от взаимной емкости чувствительного элемента, которая составляет при 100 пФ 1,5 с., как известно [9] инерционность чувствительного элемента пожарного извещателя равняется 3τ , таким образом для чувствительного элемента диаметром 0,4 мм длиной 1 м емкостью 1 нФ инерционность будет равняться 4,5 с.

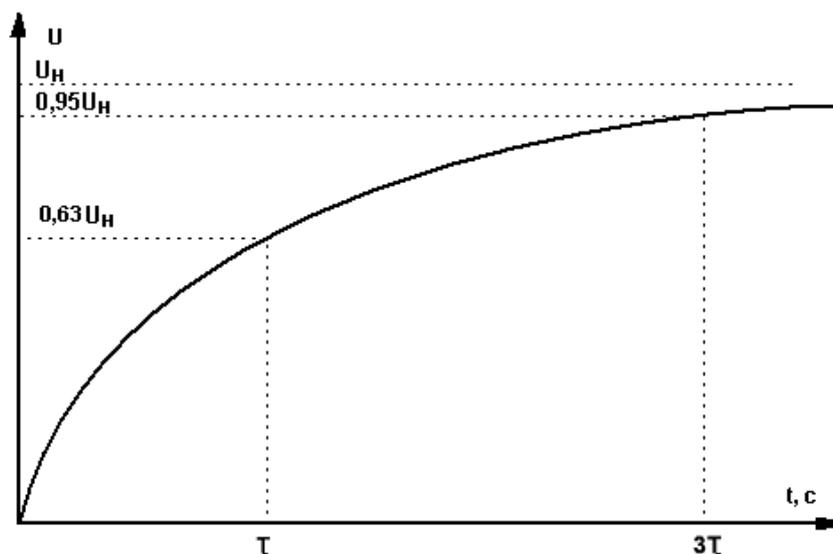


Рис. 5. Постоянная времени RC цепи

Взаимная емкость существенно увеличивает время обнаружения пожара с каждым метром чувствительного элемента. Для борьбы с ней необходимо использовать дифференциальный режим измерения или проводить динамические измерения с введением сигнала с известными характеристиками.

Выводы. В результате проведенных экспериментальных исследований была подтверждена возможность создания линейного извещателя пламени с применением эффекта хемоионизации. Подобраны оптимальные параметры ЧЭ. Также выявлено ограничение существенно увеличивающее время срабатывания извещателя с увеличением погонной длины чувствительного элемента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системи пожежної сигналізації. Частина 10. Сповіщувачі пожежні полум'я точкові ДСТУ EN 54-10:2004 [Чинний від 2004-06-05]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 26 с. – (Національний стандарт України).

2. С.Н. Бондаренко, В.В. Калабанов Линейный извещатель пламени, с применением эффекта хемоионизации Проблемы пожарной безопасности. Сборник научных трудов. Выпуск 33, 2013, 183 с. [Электронный ресурс] : – Режим доступа: http://nuczu.edu.ua/rus/science/y_prb/archive/v33.

3. Камынина О.К. Процесс ионообразования в волне горения – Физика горения и взрыва т.38, №4, 2002. – С.77.

4. Медь (марки) ГОСТ 859-2001 : [Действующий от 24 мая 2001г.]. – К. Госстандарт России, 2001 – 6 с.

5. Проволока из алюминий ER4043 [Электронный ресурс] : Спе-

цификация AWS – Режим доступа: http://www.kpx-polska.pl/ru/?dt_catalog=er4043.

6. Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения ГОСТ 3282-74 : [Действующий от 17. 01. 1974г.]. – К.: Государственный стандарт Союза ССР, 1997. – 15с.

7. Проволока прямоугольного сечения и шины медные для электрических целей технические условия ГОСТ 434-78 [Действующий от 01. 01. 1977г.]. – К.: Государственный стандарт Союза ССР, 1989 – 19с.

8. Спортак М. Компьютерные сети и сетевые технологии – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2005. – 720 с.

9. Абрамов Ю.А. Основы пожарной автоматики. – Харьков: Мин. образования Украины, 1993. – 288 с.

С.М. Бондаренко, В.В. Калабанов

Дослідження чутливого елемента лінійного сповіщувача полум'я

Представлені результати дослідження характеристик чутливого елемента лінійного сповіщувача полум'я, підібрані оптимальні параметри провідників чутливого елемента, виявлені ефекти, що збільшують інерційність сповіщувача.

Ключові слова: система пожежної автоматики, лінійний сповіщувач полум'я, чутливий елемент, взаємна ємність.

S.N. Bondarenko, V.V. Kalabanov

Study sensor linear detector

The results of studies of the characteristics of the linear sensor flame detector to the optimal settings conductor sensor, identified effects, increasing the response time of the detector.

Keywords: fire system automation, linear flame detector, sensor, mutual capacitance.