

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

**ЛИНЕЙНЫЙ ИЗВЕЩАТЕЛЬ ПЛАМЕНИ,
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТА ХЕМОИОНИЗАЦИИ**
(представлено д-ром техн. наук Абрамовым Ю.А.)

Предложен линейный пожарный извещатель, регистрирующий появление заряженных частиц над очагом открытого пламени.

Ключевые слова: извещатель пламени, хемоионизация, линейный чувствительный элемент, структурная схема.

Постановка проблемы. Для обнаружения пожара на ранней стадии используются автоматические пожарные извещатели. При горении твердых горючих веществ не склонных к тлению, горючих жидкостей и газов, наименьшее время срабатывания демонстрируют извещатели пламени. В качестве чувствительного элемента, в таких извещателях, используется счетчики фотонов или фотодиоды инфракрасного диапазона. К недостаткам этих извещателей относятся: возможность ложного срабатывания при появлении на контролируемой площади излучения того же спектра, на который срабатывает извещатель, и невозможность выявления пламени в теневых зонах защищаемого пространства.

Анализ последних достижений и публикаций. Генерация заряженных частиц вследствие хемоионизации является одним из первичных звеньев механизмов воспламенения и горения [1]. Явление хемоионизации было предметом продолжительных исследований многих авторов [2–4]. При проведении исследований применялись методы зондовых характеристик, инфракрасный спектрографический и масс-спектрометрический методы [4–6]. В [7] рассмотрена функциональная схема сигнализатор наличия пламени.

Постановка задачи и ее решение. Актуальной задачей является разработка линейного извещателя пламени, действие которого основано на эффекте хемоионизации, исключающего возможность ложного срабатывания в результате появления в защищаемой зоне излучений различных спектров и возможностью обнаружения пламени в теневой зоне.

Предложен пожарный извещатель пламени с линейным чувствительным элементом (ЛЧЭ), который использует эффект хемоионизации, и реагирующий на открытое пламя, в том числе и пламя, находящиеся в теневой зоне. Структурная схема извещателя представлена на рис. 1.

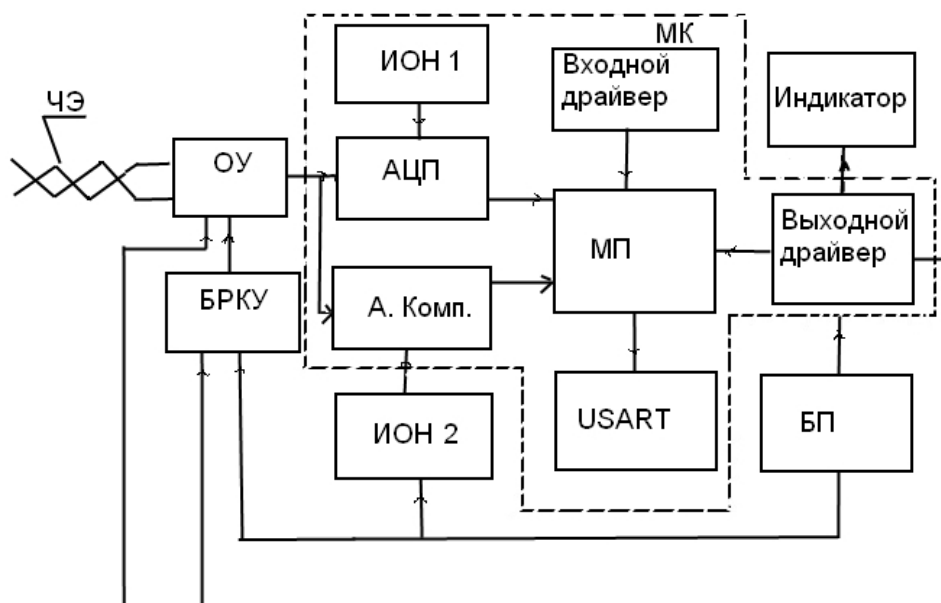


Рис. 1 – Структурная схема линейного извещателя с использованием эффекта хемоионизации: ЧЭ – чувствительный элемент, ОУ – операционный усилитель, БРКУ – блок регулировки коэффициента усиления, АЦП – аналогово-цифровой преобразователь, ИОН 1 – источник опорного напряжения АЦП, А. Комп. – аналоговый компаратор, ИОН 2 – источник опорного напряжения аналогового компаратора, МП – микропроцессор, МК – микроконтроллер, USART – последовательный приемо-передатчик, БП – блок питания

Чувствительный элемент извещателя выполнен в виде двух проводов диаметром 1 мм свитых между собой: первый провод в изоляции марки ПЭЛ, второй — медный провод, луженный припоем ПОСр 3,5.

Такое исполнение чувствительного элемента обусловлено:

- снижением индуцируемых электромагнитных помех – путем заземления изолированного провода, синфазный шум, который наводится в обоих проводах, подавляется дифференциальным входом усилителя [8];

- малым удельным электрическим сопротивлением медных проводников;

- повышением стойкости к окислению путем лужения неизолированного проводника.

Операционный усилитель, выполнен на микросхеме LM358.

Блок регулировки коэффициента усиления предназначен для изменения коэффициента усиления в зависимости от выходного сигнала, представляет собой аналоговый мультиплексор/демультиплексор HCF4051.

Блок управления выполнен на программируемом AVR микроконтроллере семейства ATmega. В его состав входят:

- аналогово-цифровой преобразователь, который принимает аналоговый сигнал от операционного усилителя и преобразовывает в десяти-

тиразрядный бинарный код, который передается микропроцессору;

– источник опорного напряжения 1 – источник стабилизированного постоянного напряжения, входит в состав микроконтроллера и является опорным напряжением АЦП;

– аналоговый компаратор предназначен для защиты входа АЦП от высокого входного напряжения. При появлении на входе компаратора напряжения выше опорного напряжения, поступающего от ИОН 2, формируется прерывание и устанавливается минимальный коэффициент усиления;

– источник опорного напряжения 2 – формирует стабилизированное напряжение для аналогового компаратора ИОН 2 $\approx 0,75 \cdot$ ИОН 1;

– входной драйвер предназначен для приема управляющих сигналов;

– выходной драйвер предназначен для выдачи управляющих сигналов на БПКУ и управления индикатором;

– USART – универсальный последовательный приемопередатчик, предназначен для связи извещателя с ПК;

– микропроцессор – предназначен для приема входных сигналов и выдачи управляющих сигналов в соответствии с заданной программой.

Индикатор предназначен для вывода полученных значений в удобном для пользователя виде.

Блок питания предназначен для выдачи постоянного стабилизированного напряжения на все элементы схемы.

При экспериментальных исследованиях очаг пожара моделировался форсункой с рассекателем диаметром 50 мм, горючее вещество – природный газ. В ходе экспериментов были опробованы проводники из чистой меди М0, меди М0 с окисленной поверхностью и луженой меди. Анализ зависимости (рис.2) показал, что разность потенциалов между электродами с использованием проводника из чистой и луженой меди практически равны, а значения, полученные с использованием проводника из меди с окисленной поверхностью значительно ниже. Таким образом, неизолированный проводник необходимо покрывать металлом не склонным к окислению поверхности при нормальных условиях эксплуатации. Возможными путями решения этой проблемы является хромирование или никелирование поверхности электрода. Размещая ЛЧЭ извещателя на расстояниях от 0,15 м до 1,1 м над модельным очагом пожара, получена зависимость разности потенциалов на электродах ЧЭ от расстояния до источника пламени. Анализ зависимости (рис. 2.) показал, что существует возможность не только идентифицировать факт наличия открытого пламени, но и определять расстояние до очага по величине возникающего на электродах ЧЭ напряжения.

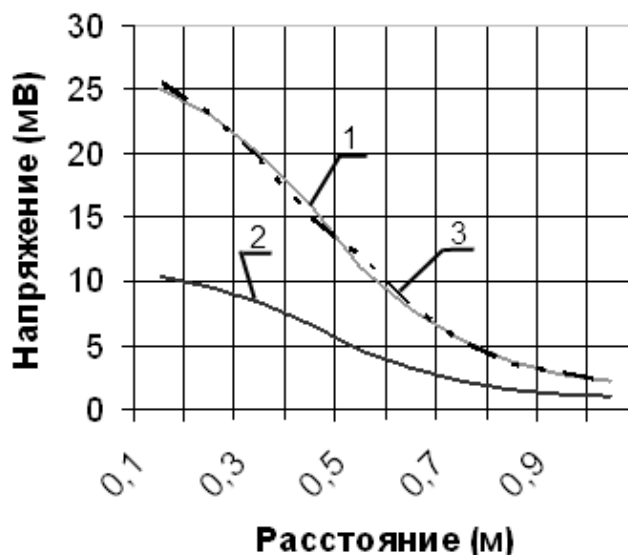


Рис. 2 – Зависимость наводимого напряжения от расстояния до пламени и от исполнения чувствительного элемента: 1 – медь М0; 2 – медь с окисленной поверхностью; 3 – луженая медь

Также проводились экспериментальные исследования по определению зависимости площади не изолированного проводника в зоне действия пламени (рис.3). Чувствительный элемент располагался на расстоянии 200 мм от видимой верхней части пламени моделируемого очага. Площадь чувствительного элемента в зоне действия пламени изменялась за счет изменения длины проводника, находящегося в зоне действия пламени. Часть чувствительного элемента, который не должен находиться в зоне действия пламени закрывался экраном. Экран представляет собой алюминиевую пластину с отверстием, которое по контуру изолировано синтетической слюдой.

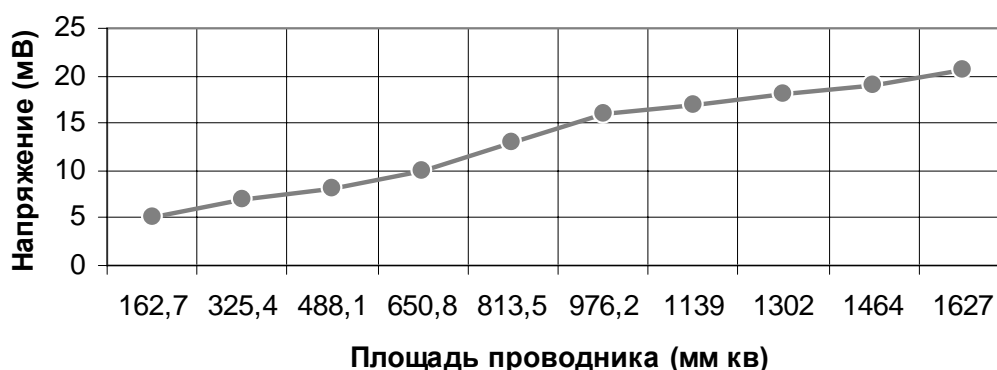


Рис. 3 – Зависимость наводимого напряжения от площади неизолированного проводника, находящегося в зоне действия пламени

Таким образом, при фиксированном расстоянии между пламенем и чувствительным элементом существует возможность определять размер очага возгорания вдоль чувствительного элемента.

Выводы. Предложена структурная схема линейного пожарного извещателя пламени и реализована его экспериментальная модель. Что позволило получить зависимости доказывающие возможность использования эффекта хемоионизации при создании линейного извещателя пламени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Calcote H.F. Mechanisms for the formation of ions in flames / H.F. Calcote // Combustion and Flame. – 1957. – Vol. 1, – No. 1. – P. 385–403.
2. Семенов Е.С. Термическая и химическая ионизация пламен / Е.С. Семенов, А.С. Соколик // Физика горения и взрыва. – 1970. – Т. 6, – №1. – С. 37–48.
3. Щербаков Н.Д. Механизм первичных реакций хемоионизации в углеводородных пламенах / Н.Д. Щербаков, Г.И. Кабичев, В.В. Серов // Физика горения и взрыва. – 1989. – Т. 25, – №4. – С. 53–56.
4. Проскудин В. Ф., Цепно-тепловой взрыв и степень ионизации водородовоздушного пламени / В.Ф. Проскудин, П.Г. Бережко, Е.Н. Беляев, В.Н. Тараканов, П.Е. Половинкин, А.Г. Лещинская // Физика горения и взрыва. – 2005. – Т. 41, – №1. – С. 15-23.
5. Богославский В.П. О зондовых измерениях ионизации в пламени / В.П. Богославский, В.В. Зайчиков, И.Б. Самойлов // Физика горения и взрыва. – 1974. – Т. 10, – №5. – С. 705-710.
6. Хвостенко В.Н. Масс-спектрометрия отрицательных ионов в органической химии. / В.Н. Хвостенко. –М.: Наука, 1981. -160 с.
7. А. с. 1302308 СССР, МКИ³ G08B17/12. Сигнализатор наличия пламени / Б.С. Оспанов, В.К. Муравлев, А.Л. Абрамович, Н.Д. Щербаков, Б.С. Филков (СССР). – № 3969397/24–24 : заявл. 23.10.85 ; опубл. 07.04.87, Бюл. №13.
8. Спортак М. Компьютерны сети и сетевые технологии / М. Спортак, Ф. Паппас и др. – СПб.: – ООО «ДиаСофтЮП», – 2005. – 720 с. nucz.edu.ua

С.М. Бондаренко, В.В. Калабанов

Лінійний сповіщувач полум'я, з використанням ефекту хемоіонізації

Запропоновано лінійний пожежний сповіщувач, що реєструє появу заряджених часток над осередком відкритого полум'я.

Ключові слова: сповіщувач полум'я, хемоіонізація, лінійний чутливий елемент, структурна схема.

S.N. Bondarenko, V.V. Kalabanov

Linear flame detector with the use of effect of chemoionization

Linear fire detector, recording appearance of the charged particles above the hearth of the opened flame is offered.

Keywords: flame detector, chemoionization, linear pickoff, flow diagram.