

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

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ЛИНЕЙНОГО ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ЛИНЕЙНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ ПЛАМЕНИ В РЕЖИМЕ ЗОНДИРОВАНИЯ

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

Установлено влияние факторов выявленных при исследовании чувствительного элемента в режиме пассивного измерения. Исследовано влияние коэффициента затухания на амплитуду отраженного сигнала.

Ключевые слова: система пожарной автоматики, линейный извещатель пламени, чувствительный элемент, коэффициент затухания.

Постановка проблемы. Чувствительный элемент (ЧЭ) линейного извещателя пламени (ЛИП), концепция которого предложена в [1], может быть представлен как длинная линия (ДЛ), параметры его описаны в [2]. При эксплуатации ЧЭ в режиме активного зондирования в ДЛ существенное влияние оказывает коэффициент затухания сигнала. Для технической реализации действующего образца ЛИП необходимо установить зависимости коэффициента отражения зондирующего импульса (ЗИ) от характера повреждения ЧЭ и воздействия на него факторов пожара. Для повышения адекватности результатов необходимо выявить значимые факторы, которые оказывают влияние на выходной сигнал.

Анализ последних достижений и публикаций. В работах [1, 2] предложена концепция извещателя пламени (ИП) с линейным ЧЭ в виде двух проводников. Установлено, что на чувствительный элемент извещателя пламени в пассивном режиме [1], значительное влияние оказывают электромагнитные наводки (шумы), значение которых может превышать полезный сигнал на несколько порядков. Исследование влияния электромагнитных наводок на активный чувствительный элемент не проводилось.

В длинных линиях, частным случаем которой является активный линейный чувствительный элемент при движении зондирующего импульса происходит его затухание [3]. Также происходит затухание отраженного сигнала от неоднородности, вызванной наличием заряженных частиц над очагом пожара и повреждениями чувствительного элемента.

Постановка задачи и ее решение. Задача исследования состоит в измерении и учете значимых факторов, которыми являются коэффициент затухания и уровень шумов, на результаты эксперимента.

Измерения уровня шумов проводилось на согласованном с обеих

концов по волновому сопротивлению ЧЭ, который был подключен к осциллографу UTD2102. Режим измерения осциллографа по амплитуде – 20 мВ/дел, по времени – 50 мс/дел.

Начало и конец чувствительного элемента согласованны по волновому сопротивлению с помощью активного сопротивления 270 Ом. Так как наводимые шумы имеют малую мощность, они поглощаются согласующими сопротивлениями и амплитуда шума не превышает 20 мВ (рис. 1).

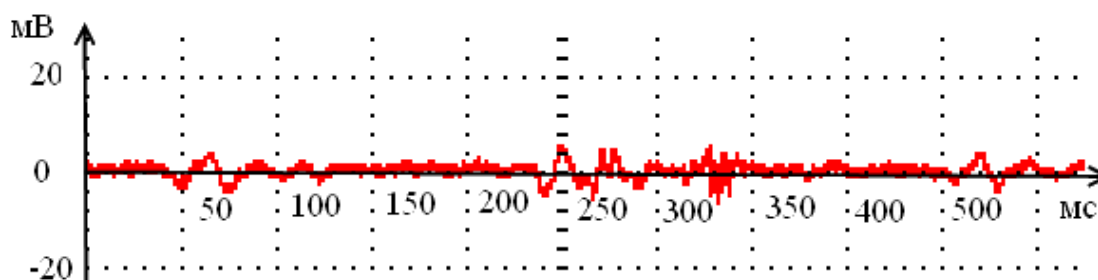


Рис. 1. Амплитуда шума, наводимого на чувствительный элемент линейного извещателя пламени в спокойном состоянии

Поскольку в справочной литературе точное значение коэффициента затухания для провода ТРП 2х0,4, использованного в качестве ЧЭ не приводится, определим его экспериментально. Вместе с этим определим задержку распространения сигнала в линии. Для этого использована установка (рис. 2). Для измерения использовались 100 м ЧЭ. Один конец ЧЭ соединяется с формирователем импульсов и первым входом первого луча осциллографа, второй со входом второго луча осциллографа. Осциллограф установлен в режим измерения по амплитуде – 1 В/дел, временная развертка – 500 нс/дел, ждущая по фронту импульса. В результате эксперимента получена осциллограмма (рис. 3), по которой, измеряя время между фронтами импульса и их амплитуду, можно определить коэффициент затухания и время задержки сигнала в линии.

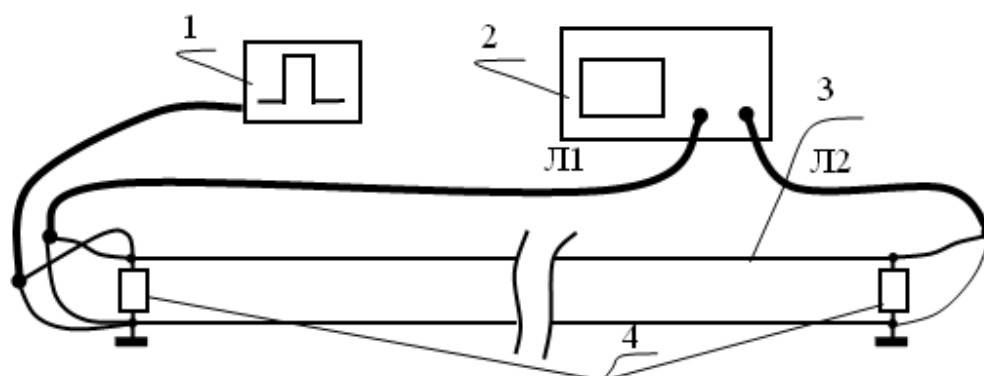


Рис. 2. Схема установки для определения задержки распространения импульса и коэффициента затухания чувствительного элемента: 1 – генератор прямоугольных импульсов; 2 – двухлучевой осциллограф UTD2102; 3 – ЧЭ; 4 – согласующие сопротивления

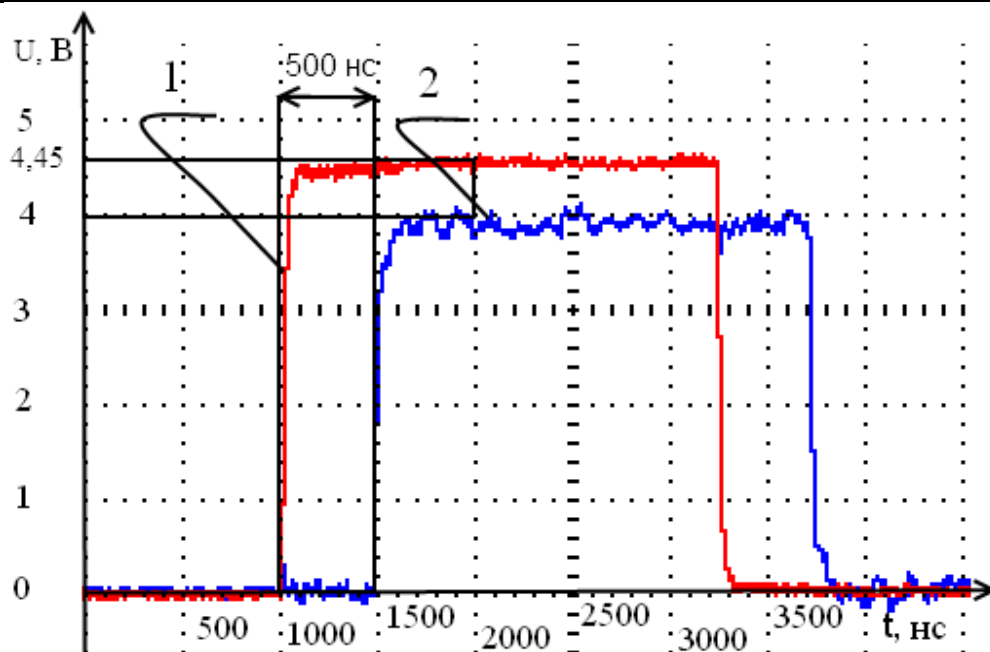


Рис. 3. Оциллограмма, иллюстрирующая задержку распространения сигнала в ЧЭ и его затухание: 1 – сигнал на входе ЧЭ; 2 – сигнал на выходе ЧЭ

Как видно (рис. 3), задержка распространения сигнала на 100 м чувствительном элементе составляет 500 нс, из этого следует что удельная задержка распространения сигнала по чувствительному элементу составляет 5 нс/м.

Коэффициент затухания рассчитывается по формуле

$$K_{зат} = 10 \lg \frac{U_{Вых}}{U_{Вх}}, \quad (1)$$

где $U_{Вых}$, $U_{Вх}$ – напряжения на входе и на выходе чувствительного элемента.

Для чувствительного элемента длиной 100 м коэффициент затухания равен

$$K_{зат100} = 10 \lg \frac{4}{4,45} = -0,46,$$

из чего следует, что коэффициент затухания на метре чувствительного элемента составляет $-4,6 \cdot 10^{-3}$.

Из (1) возможно найти амплитуду импульса который дошел до точки отражения сигнала

$$U_{Вых} = 10^{\frac{LK_{зат}}{10}} U_{Вх}, \quad (2)$$

где L – расстояние от начала чувствительного элемента до измеряемого участка.

Зная время возврата отражения можно определить расстояние до места отражения зондирующего импульса [2]

$$L = \frac{tV}{2},$$

где L – расстояние до места отражения, V – скорость распространения импульса по чувствительному элементу, t – время от подачи импульса до возврата его отражения.

Зная расстояние до места отражения зондирующего импульса используя (2) можно рассчитать амплитуду импульса в точке отражения. Используя амплитуду отражения и расстояние до места отражения можно получить амплитуду отражения в точке отражения.

Таким образом, фактический коэффициент отражения можно рассчитать по формуле

$$K_{\text{Отр}} = \frac{U_{\text{Отр}}}{U_{\text{Зи}}},$$

где $K_{\text{Отр}}$ – коэффициент отражения, $U_{\text{Отр}}$, $U_{\text{Зи}}$ – напряжение отраженного и зондирующего импульсов.

Выводы. В результате исследования факторов, влияющих на выходной сигнал линейного чувствительного элемента линейного извещателя пламени, выявлено, что благодаря согласующим сопротивлениям на концах чувствительного элемента, наводимые в нем шумы имеют малую амплитуду, которой можно пренебречь.

Коэффициент затухания уменьшает амплитуду зондирующего и отраженного импульса, что приведет к ошибке при определении состояний чувствительного элемента. Поэтому следует учитывать расстояние, на котором произошло отражение, на основании чего подсчитывать фактический коэффициент отражения.

В результате исследований выявлено, что при амплитуде зондирующего импульса 5 В и фактическом коэффициенте отражения – 0,05 амплитуда отраженного сигнала на ЧЭ длиной 1 км составляет – 0,03 В, что превышает амплитуду наводимого шума в 1,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко С.Н. Линейный извещатель пламени, с применением эффекта хемоионизации / С.Н. Бондаренко, В.В. Калабанов // Проблемы пожарной безопасности. – 2013. Вып. 33. – С.22-26.

2. Бондаренко С.Н. Модель чувствительного элемента активного линейного извещателя пламени [Электронный ресурс] / С.Н. Бондарен-

ко, В.В. Калабанов, В.А. Пулавский // Проблемы пожарной безопасности. – 2014. – Вып. 36. – С. 39-45. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Ppb_2014_36_10.pdf.

3. Чеботарев В.И. Волновые процессы в длинных линиях: Учебное пособие для самостоятельной работы студентов физических специальностей. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2008. – 117 с.

С.М. Бондаренко, В.В. Калабанов, С.Г. Алфьоров

Фактори, що впливають на вихідний сигнал чутливого елементу лінійного сповіщувача полум'я в режимі зондування

Встановлено вплив факторів, виявлених при дослідженні чутливого елементу в пасивному режимі. Досліджено вплив коефіцієнту затухання на амплітуду віддзеркаленого сигналу.

Ключові слова: система пожежної автоматики, лінійний сповіщувач полум'я, чутливий елемент, коефіцієнт затухання.

S.N. Bondarenko, V.V. Kalabanov, S.G. Alferov

Factors affecting the output linear sensitivity of a linear flame detector mode sensing

The influence of the factors identified in the study of the sensing element in the passive measurement mode. The effect of the attenuation coefficient on the amplitude of the reflected signal.

Keywords: automatic fire fighting system, linear flame detector, sensor, damping factor.