

УДК 681.2.084

КОНСТРУКЦИЯ ТОЧЕЧНЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ДЫМОВЫХ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ И ЛОЖНЫЕ СРАБАТЫВАНИЯ

Антошин А.А., Третьяк И.Б.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Дымовые оптико-электронные пожарные извещатели являются эффективным средством выявления пожара на начальных стадиях. Их конструкция должна обеспечить высокую чувствительность и устойчивость к ложным срабатываниям. В работе на основании обзора отечественных и зарубежных материалов выделены основные тенденции конструирования дымовых пожарных извещателей и направления для дальнейших исследований.

Ключевые слова: пожарный извещатель, дымовая камера, рассеяние, ложные срабатывания.

DESIGN OF POINT OPTOELECTRONIC SMOKE DETECTORS AND FALSE ALARMS

Antoshyn A.A., Tratsiak I.B.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. Smoke optical-electronic fire detectors are an effective means of detecting fire in the initial stages. Their design should ensure high sensitivity and resistance to false alarms. Based on a review of domestic and foreign materials, the work highlights the main trends in the design of smoke fire detectors and directions for further research.

Key words: fire detector, smoke chamber, scattering, false alarms.

*Адрес для переписки: Антошин А.А., Третьяк И.Б., ул. Я. Коласа, 22, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
e-mail: Aantoshyn@bntu.by*

Использование эффекта взаимодействия частиц дыма с излучением, реализуемое применением источника и приемника оптического излучения, форма образовавшихся световых потоков, а также геометрия корпуса дымовой камеры определяют чувствительную область оптико-электронных дымовых пожарных извещателей и его технические характеристики.

При этом создание преград для попадания дыма не допускается, а также, требуется обеспечить надежную работу устройства, минимизировать ложные срабатывания, исключить паразитную засветку. Необходимо стремиться к повышению технологичности изделия, снижению его себестоимости, созданию привлекательного внешнего вида.

Несмотря на большое количество исследований в области разработки устройств, чувствительных к факторам пожара, конструкция пожарных извещателей еще далека от совершенства. Это объясняется большим количеством взаимосвязанных факторов, подлежащих контролю. К ним относятся: условия в конкретном помещении – геометрия, размеры, свойства воздушной среды; виды осуществляемой деятельности; наличие, тип и расположение горючих материалов; природа, характер и скорость развития пожара; технические характеристики пожарного извещателя. Изменение хотя бы одного из параметров может значительно повлиять на качество работы дымового оптико-электронного пожарного извещателя.

Теоретический расчет зависимости качества работы извещателя от расположения его основных конструктивных элементов при определенном наборе внешних факторов может быть только вспомогательным средством, определяющим приблизительное направление конструкторских работ, которые должны сопровождаться большим объемом тестовых испытаний. Например, [1] проведено математическое моделирование и последующие испытания по определению оптимального расположения источника и приемника излучения при конструировании дымовой камеры пожарного извещателя, работающего на эффекте рассеяния. Рассматривалось горение дерева, хлопкового фитиля, бензина. При этом на основании математических расчетов были определены в качестве наилучших углы в районе 40° и 70°. Экспериментальные данные при горении дерева и бензина совпали с математическими расчетами, а исследования горения хлопкового фитиля при малых углах рассеяния расчет не подтвердились. Таким образом была предложена конструкция извещателя с углом расположения источника и приемника излучения 70°.

При выборе оптимального угла расположения источника и приемника излучения становится возможным отказаться от использования дымовой камеры [2], а проведя аэродинамический расчет заполняемости дымом извещателя [3] добиться увеличения контролируемой площади в помещении.

Регистрация фотоприемником рассеянного излучения в дымовой камере произойдет независимо от природы появившихся внутри частиц. Для сокращения числа ложных срабатываний необходимо разграничение пожарным извещателем сигналов от бытовых аэрозолей, таких как пары воды, сигаретный дым, испарения при работе кухонных плит от дыма, возникающего при различных типах горения разнообразных материалов. В [4] предлагается метод определения характера дыма, основанный на том, что частицы разных аэрозолей имеют отличающуюся интенсивность рассеяния под одним и тем же углом относительно луча падающего света. Получая сигналы рассеянного света под несколькими расчетными углами и обрабатывая данные этих сигналов, можно различить частицы разных материалов. Конструкция предложенного устройства состоит из инфракрасного полупроводникового лазера, четырех фотодиодов, закрепленных под углами 30°, 60°, 90° и 120° и блока обработки сигналов. Экспериментальные данные показывают, что с помощью этого метода можно различить сигаретный дым, дым от горения керосина и водяной пар со степенью распознавания более 95 %.

К разновидностям рассмотренного метода можно отнести использование в качестве источника излучения белого света [5], трех узкополосных фотоприемников и зонированной поверхности окрашенной в цвета чувствительности приемников и изолированной от них перегородкой. Благодаря вогнутой форме поверхности белый свет в ждущем режиме отражается от нее и выводится из камеры. При появлении дыма происходит рассеяние света и попадание на приемные элементы, сигналы которых анализируются микроконтроллером.

Технология Dual Ray предусматривает использование сигналов от инфракрасного и синего светодиодов и применяется в линейке моделей пожарных извещателей Bosch FAP-DO 420. Использование синего светодиода с длиной волны в два раза меньше инфракрасной позволяет более точно идентифицировать помеховые воздействия, и минимизировать ложные срабатывания [3]. Как разновидность, для обеспечения подобного эффекта предлагается применение двух узкополосных комплектов излучателей и приемников [6] или применение фотоприемников, чувствительных к поляризованному излучению разной направленности [7].

Помимо устройств, работающих с рассеянным излучением, предлагается использование мультисенсорных пожарных извещателей, сочетающих в работе несколько физических эффектов. Например, предлагается регистрация и сравнение сигналов от

проходящего и рассеянного излучения, с разветвлением оптической оси с помощью призмы [8], или отражающей поверхности [9], что позволяет вычислить электронными методами шумовую засветку оптической камеры, или разработка комбинированных извещателей, включающих объединение в одном корпусе нескольких устройств [10].

На основании приведенного обзора, в качестве перспективных направлений для дальнейших исследований можно выделить определение влияния конструкции дымовой камеры на чувствительность оптико-электронного пожарного извещателя и возникновение ложных срабатываний, а также поиск методов формирования оптимальной формы чувствительной области внутри дымовой камеры.

Литература

1. Optimization of Sensitivity Characteristics of Photoelectric Smoke Detector to Various Smokes / T. Nagashima [et al.] // R&D Laboratories, Hochiki Corporation 246 Tsuruma, Machidashi. – 1994.
2. Smoke sensor: patent CN 218100392 / Yang Yuhai, Chen Zhenqiang. – Espacenet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/084452872/publication> 20.12.2022.
3. Неплохов, И. Развитие дымовых извещателей / И. Неплохов // Грани безопасности. – 2008. – № 5 (53). – С. 22–25.
4. Discrimination of Smoke Particles Using Infrared Photoelectrical Detection / J. Li [et al.] // International Journal of Infrared and Millimeter Waves. – 2001. – Vol. 22, № 1.
5. Detection device: patent JP 2022183856 / Okado Tomohiro, Nagae Yuki, Takeda Junpei [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/084437964/publication> 13.12.2022.
6. Патент CN115482643 Fire smoke detector and detection method thereof / Li Kaiyuan; Liu Gang, Yuan Hongyong, Chen Tao, Huang Lida, Sun Zhanhu [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/084421792/publication> 24.08.2022.
7. Apparatus and method for detecting fire based on polarized light scattering: patent KP 20220160308 / Yang Hoe Sung; Kim Soo Cheol [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/084407456/publication> 27.05.2021.
8. Конструкция и алгоритм работы лазерного комбинированного пожарного извещателя / А.И. Кицак [и др.] // Приборы и методы измерений. – 2017. – Т. 8, № 1. – С. 15–22.
9. Smoke detectors: patent JP 2022186842 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/072520129/publication> 20.01.2023.
10. Duric, A. Principles of ASA fire detection technology / A. Duric // Siemens Switzerland Ltd. – 2012.