СВЕРХРАННЕЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ДЫМА НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

И. Саутин
директор ООО «Конструкторское бюро «МЕТРОСПЕЦТЕХНИКА»

В статье «Концепция построения безопасной противопожарной автоматики» («Алгоритм безопасности». 2015. № 4) уже был представлен новый принцип работы точечного пожарного дымового оптико-электронного извещателя, использующего для обнаружения дыма метод поглощения света так, как это реализуется у линейных пожарных извещателей, только в отличие от них при очень малом расстоянии между излучателем и приемником сигнала. В процессе работы над этим извещателем были обнаружены его дополнительные и очень интересные особенности, о которых и пойдет речь в данном материале.

В настоящее время сверхраннее обнаружение дыма может обеспечиваться только аспирационными пожарными извещателями. Однако высокая первоначальная стоимость этих изделий, специфический монтаж и дорогостоящее техническое обслуживание существенно сокращают возможности их эффективного применения. В тоже время исследование дополнительных возможностей нового класса пожарных извещателей (ИП), использующих не классическую технологию обнаружения дыма методом рассеяния, а методом анализа поглощения света, позволило реализовать ранее недоступную функцию – обнаружение сверхранних признаков дыма на принципе выделения модуляции светового потока.

Изучение распространения дыма на ранних стадиях развития пожаров подтвердило, что практически всегда имеется начальная фаза его «клубления». Это происходит из-за неоднородного характера процесса формирования частиц дыма при тлении или возгорании, а также их дальнейшего неравномерного перемешивания с массами воздуха. С точки зрения физики можно говорить о возникновении распределенной пространственной структуры с неравномерной оптической плотностью, перемещающейся в пространстве. Другими словами, при появлении дыма относительно неподвижной точки наблюдения всегда будет формироваться переменный оптический сигнал, который можно выделить простейшим оптико-электронным преобразователем и передать в микропроцессор для дальнейшей обработки. Получаемый электрический сигнал имеет вполне конкретные индивидуальные спектрально-временные характеристики, что позволяет методом математической обработки гарантированно выделить его среди других видов внешних воздействий. Фактически, с точки зрения электроники, – это технология анализа параметров амплитудной модуляции сигнала. На практике, при уровнях сигнала, незначительно превышающих шумовой спектр измерений, оказалось возможным получить абсолютно достоверную информацию о появлении дыма. Дополнительно имеется возможность увеличить эффективность и достоверность этого метода, наблюдая за изменением оптической плотности одновременно в нескольких близкорасположенных точках пространства. Достигнутые на сегодняшний день результаты уже однозначно говорят о возможности создания очень простых пожарных извещателей сверхраннего обнаружения дыма на основе предлагаемой технологии.

К сожалению, существующие классические точечные дымовые пожарные извещатели перестроить на вышеуказанный алгоритм работы не представляется возможным. Причина заключается в их конструктивных особенностях, а именно в обязательном наличии закрытой от внешних источников света измерительной камеры. Дело в том,

что при прохождении дыма через световые лабиринты происходит принудительное перемешивание и демпфирование воздушного потока, что вызывает резкое уменьшение полезной информации о «клублении» дыма, а также происходит существенное изменение его частотных свойств. При этом практически полностью теряется динамическая составляющая сигнала прохождения дыма, и он превращается в усредненное значение оптической плотности, которое возможно использовать только для вычисления статического уровня задымленности. Кроме того, как это ни покажется странным, но конструкции всех классических пожарных извещателей создают очень сильное аэродинамическое сопротивление проникновению дыма в свою измерительную камеру. Сначала на пути дыма встает барьер в виде электростатического потенциала наэлектризованного пластмассового корпуса, который отталкивает одноименно заряженные частицы дыма. Далее воздушный поток тормозится мелкоячеистой защитной сеткой от биологических объектов. На финише, для попадания в измерительную камеру дыму необходимо преодолеть мощное аэродинамическое сопротивление двух световых лабиринтов, которые также имеют свой электростатический потенциал. В такой ситуации становится понятным наличие некоторых уловок в сертификационных требованиях при испытании пожарных извещателей в стационарной дымовой камере, а именно – проверка чувствительности ИП осуществляется обязательно при наличии достаточно мощного воздушного потока, который принудительно заталкивает дым в измерительную камеру. Примерно то же самое происходит при огневых испытаниях, где создается тестовый пожар большой тепловой мощности с сильными восходящими воздушными потоками. Другими словами, абсолютно все классические дымовые пожарные извещатели оказываются не в состоянии обнаруживать малые концентрации дыма, когда кинетическая энергия его частиц относительно мала. Таким образом, сверхраннее обнаружение дыма не может быть реализовано на основе традиционных технологий.

Некоторое исключение здесь могут составлять бескамерные пожарные извещатели с открытой виртуальной измерительной камерой, однако они имеют ряд существенных эксплуатационных недостатков, которые ограничивают их применение. Работая на принципах рассеивания света, такие ИП собирают информацию об оптической плотности дыма с достаточно большого объема, который определяется виртуальным пересечением диаграмм направленности оптических элементов. При этом происходит усреднение и, соответственно, ослабление динамических характеристик полезного сигнала «клубления» дыма, то есть возможная чувствительность сверхраннего обнаружения дыма в пожарных извещателях этого типа существенно ограничивается.

Графики на *рисунках 1-3* наглядно демонстрируют динамические характеристики модуляции дымов разных типов при проведении огневых испытаний в камере ВНИИПО. Данные получены от нового пожарного извещателя с периодом опроса 1 секунда. Здесь хорошо видны

Рис. 1. Динамический сигнал при горении ПВХ-изоляции

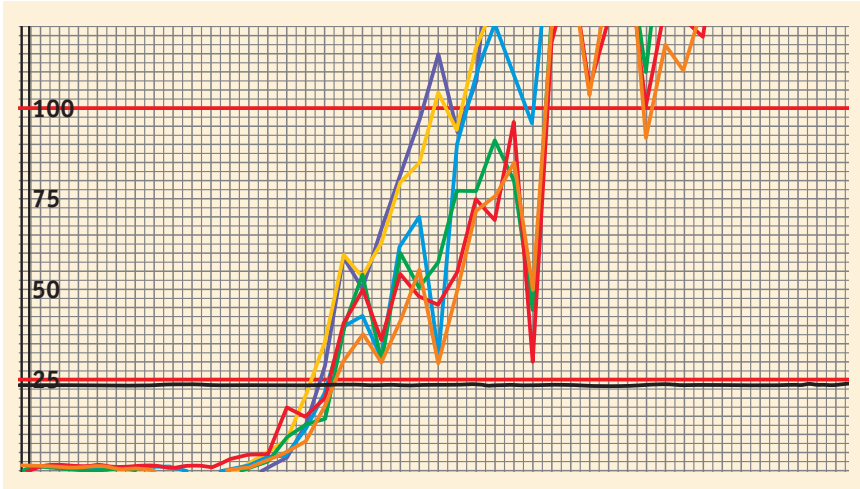


Рис. 2. Динамический сигнал при тлении х/б фитиля

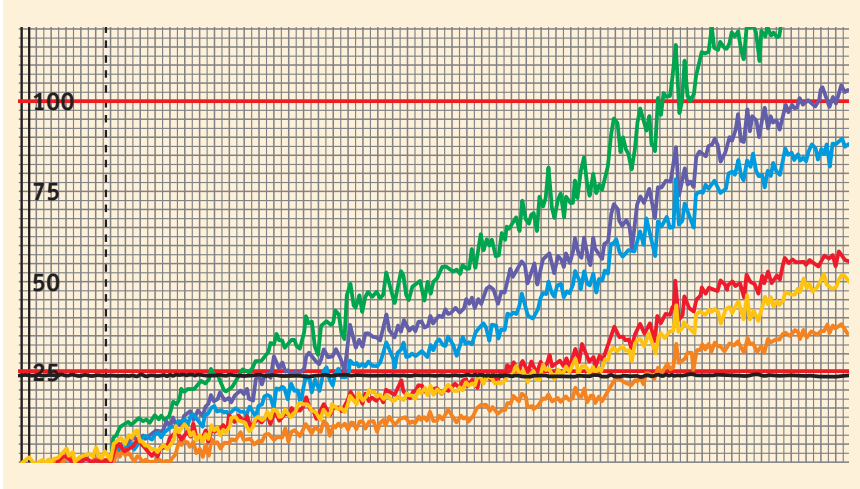
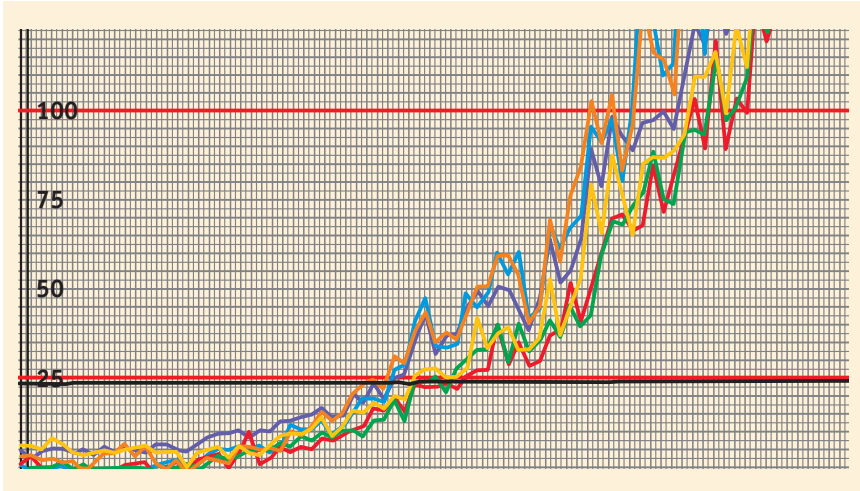


Рис. 3. Динамический сигнал при тлении бука



большие возможности для математической обработки получаемых результатов измерения с целью сверхраннего обнаружения дыма при одновременном блокировании ложных срабатываний.

Дальнейшее развитие предлагаемой технологии предусматривает добавление новых параметров для анализа пожароопасных ситуаций. Проводимые сейчас исследования говорят о значительном вкладе в поведение дыма таких факторов, как влажность воздуха и атмосферное давление, которые необходимо учитывать в будущем для улучшения параметров пожарных систем. Также предполагается введение многоспектрального анализа состава дыма, поскольку современные технологии уже позволяют проводить измерение его параметров в диапазоне от инфракрасного до ультрафиолетового спектра.

Практическое применение предлагаемого метода наиболее интересно в части пожарной защиты закрытых объемов, в которых отсутствует принудительная конвекция воздушных потоков. Примером здесь могут служить шкафы электрооборудования, в которых существующие пожарные извещатели могут обнаруживать пожар по критерию уровней задымления с большой задержкой, что может оказаться неприемлемым. Так, при выявлении первых признаков дыма может формироваться команда на отключение наиболее опасных с точки зрения развития пожарной ситуации силовых цепей электрооборудования и продолжение дальнейшего мониторинга защищаемого объекта. Кроме того, имеется еще одно интересное направление использования новой технологии, которое заключается в создании приборов контроля курения в запрещенных местах. Проведенные испытания подтверждают наличие значительных преимуществ при ее использовании в части скорости обнаружения дыма и эффективности применения по сравнению с детекторами курения, использующими электрохимические газоанализаторы, которые наиболее часто используются в таких изделиях.

Подводя итог, можно говорить о достаточном уровне готовности предлагаемой технологии для закрепления требований ее применения на законодательном уровне, так как это существенно увеличит возможности и безопасность пожарных систем нового поколения.

ПОЖАРНЫЕ ДАТЧИКИ
АДРЕСНО-АНАЛОГОВОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ
НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ!
ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ НЕ ЗАВИСИТ ОТ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Дистанционный контроль работоспособности всех оптических сенсоров в режиме реального времени.
Открытая самовентилируемая дымовая камера, не требующая технологической очистки.
Возможность пеленгации направления поступления дыма.
Подключение к пожарному прибору по технологии «точка-точка» одной витой парой в экране.
Помехозащищенное антивандальное исполнение в металлическом корпусе.
www.kb-mst.ru
ООО КБ «МЕТРОСПЕЦТЕХНИКА»
Россия, 344029, г. Ростов-на-Дону, ул. Смычки, д. 66
Тел.: +7 (863) 211-1141 Факс: +7 (863) 200-3826 E-mail: mst@kb-mst.ru