

Библиографический список

1. Стуканов В.А., Леонтьев К.Н. Устройство автомобилей: Учебное пособие. – М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2006. 496 с.
2. <http://www.kamaz.ru/ru/vehicle/gas/info/methane/> (18.04.2012г.)
3. <http://gazodizel.in.ua/about.php> (18.04.2012г.)

УДК 614.841.244:629.4.014.3

ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПАССАЖИРСКОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

А.В. Волков А.В., О.И. Грибков, Л.С. Митюшина

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения» (МИИТ), 127994, г. Москва, улица Образцова, д.9, стр. 9, кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

Безопасная перевозка пассажиров является главной задачей всей железнодорожной транспортной системы. Именно безопасность в сочетании с относительно низкой стоимостью проезда и достаточно комфортными условиями для пассажиров обеспечивают конкурентоспособность железнодорожного транспорта. Тем не менее, чрезвычайные ситуации в процессе перевозки полностью исключить невозможно. Особую опасность для пассажиров представляют чрезвычайные ситуации, связанные с возникновением пожара. Распределение пожаров по пассажирским вагонам примерно следующее: в купейных вагонах типа «СВ» (2,1%), процент пожаров в купейных вагонах составит 41,1%. Второе место занимают случаи пожаров в плацкартных вагонах (27,0%). Третье и четвертые места делят между собой вагоны-рестораны и вагоны дизель-поездов (соответственно 13,2% и 13,9%). Процентное соотношение количества пожаров по типам пассажирских вагонов, происшедших за период 2001-2008 гг., приведено на рис. 1.

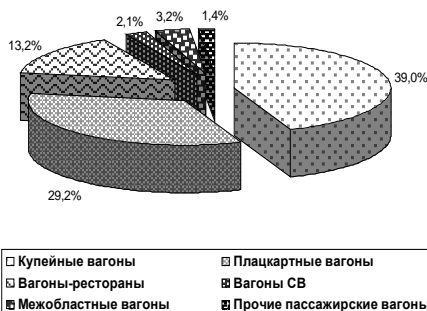


Рис. 1. Процентное соотношение количества пожаров по типу вагонов за период 2001 – 2008 гг.

Однако по тяжести последствий именно вагоны-рестораны имеют наибольший вес, поскольку в них эксплуатируется газобаллонное оборудование (ГБО). Зачастую пожар приводит к взрыву этого оборудования или опасным утечкам газа при полном или частичном разрушении ГБО с образованием газо-воздушных углеводородных смесей.

Как известно, минимизация потерь от пожаров достигается, если тушение начинается на ранней стадии развития пожара. Актуальность этого направления особенно велика для вагонов-ресторанов, в подтверждение приведем результаты эксперимента, приведенные на рисунке 2, со стальным бытовым баллоном со сжиженным углеводородным газом – пропаном, предохранительным клапаном и огнезащитным покрытием СГК-1.

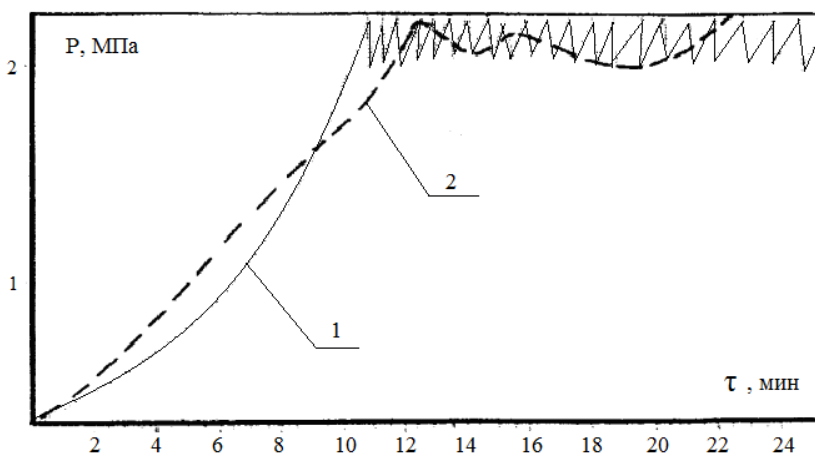


Рис. 2. Зависимость СУГ от времени (СГК-1 $\delta_{всн}=12,5\text{мм}$).
 Давление срабатывания предохранительного клапана 2,25 МПа.
 1 – эксперимент, 2 – расчет

Оценка величин пожарного риска проводится в целях определения соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности в порядке, установленном Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее ФЗ-123) и нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Субъектом защиты являются обслуживающий персонал и пассажиры.

Объектом защиты является специальный вагон пассажирского типа с газобаллонным оборудованием.

Расчетами установлено, что вероятность отсутствия мгновенного (в течение первых 3-5 минут) воспламенения газа при локальной разгерметизации баллона составляет $P \geq 0,965$.

Чтобы этого не происходило, следует повысить эффективность систем раннего обнаружения пожара и минимизировать время на тушение пожара. Недостатком большинства известных устройств является неэффективный контроль начальной стадии пожара, который чаще всего осуществляется по одному признаку, например, по изменению спектра излучения в контролируемой области пространства, не учитывается взаимное влияние отдельных факторов пожара, что в конечном итоге негативно сказывается на надежности принятия решения. Техническим результатом является повышение надежности обнаружения ранней стадии развития пожара (от возгорания до начала горения).

Известны пирометрические датчики [1] пожарной сигнализации, в которых исполнительная схема пирометрического датчика выполнена на основе микроконтроллера, а повышение достоверности принятия решения о начале возгорания основано на более качественных алгоритмах анализа возгораний. Применение исполнительной схемы на микроконтроллере позволяет достаточно просто реализовать различные алгоритмы принятия решения о начале возгорания, основанные на теории статистических решений. В частности, большое практическое значение получили метод Байеса и метод Неймана-Пирсона. В методе Байеса, который отличается простотой, надежностью и эффективностью, строится диагностическая матрица, которая в процессе работы может корректироваться. Матрица содержит ряд характерных признаков поведения датчика, их вероятность, априорные вероятности различных состояний датчика и условные вероятности появления признаков при тех или иных состояниях. Используя эти данные, легко рассчитывается вероятность того или иного состояния датчика. Используя простейшее решающее правило, принимается решение о начале возгорания или о наличии помехи. За счет поступления новых данных происходит процесс самообучения пирометрического датчика путем пересчета условных вероятностей появления различных признаков в диагностической матрице и введении новых возможных состояний датчика в диагностическую матрицу. Введение программного элемента в конструкцию пирометрического датчика пожарной сигнализации позволяет строить самоадаптирующиеся датчики с высокой достоверностью принятия решения о начале возгорания. Недостатком известного устройства [1] является контроль начальной стадии пожара по одному признаку - изменению спектра излучения в контролируемой области пространства. Наиболее близкой по технической сущности является адресно-аналоговая пожарная сигнализация серии 2000 Aritech (торговая марка Aritech принадлежит GE Security), которая представляет собой [2] комплекс сенсорных устройств и контрольно-управляющего оборудования для раннего обнаружения очагов задымления или возгорания. Благодаря возможности гибкой настройки уровней чувствительности пожар-

ных извещателей, пожарная сигнализация Aritech обеспечивает высокий уровень достоверности обнаружения возгорания или задымления. Устройства системы пожарной сигнализации могут объединяться в сеть с максимальным числом узлов 255 (до 16320 зон). Кроме того, данная пожарная сигнализация имеет гибко программируемую логику входов/выходов и может интегрироваться с комплексными системами безопасности и жизнеобеспечения объекта, включая системы оповещения о пожаре и системы автоматического пожаротушения.

Для этого разработано новое устройство пожарной сигнализации общая структура которого представлена на рисунке 3. Здесь показан вариант схемного решения блока принятия статистических решений на ранней стадии развития пожара с использованием жесткой логики.

Заявляемое устройство содержит группу сенсорных датчиков 1, подключенных к контрольно-управляющему оборудованию 2 обнаружения очагов задымления или возгорания, имеющего гибкую настройку уровней чувствительности, программируемую логику входов/выходов, в том числе с исполнительными блоками 3 безопасности и жизнеобеспечения объекта, включая средства оповещения о пожаре и автоматического пожаротушения, газоанализатор 4, выходы которого подключены к блоку 5 принятия статистических решений на ранней стадии развития пожара, к другим входам которого через контрольно-управляющее оборудование 2 обнаружения очагов задымления или возгорания подключена группа сенсорных датчиков 1, выход блока 5 принятия статистических решений на ранней стадии развития пожара датчиков в свою очередь подключены к соответствующему входу контрольно-управляющего оборудования 2 обнаружения очагов задымления или возгорания.

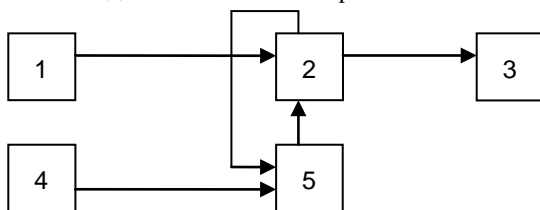


Рис. 3. Структурная схема устройства пожарной сигнализации

Блок 5 принятия статистических решений на ранней стадии развития пожара, изображенный на рисунке 4, содержит (вариант с использованием жесткой логики) два идентичных модуля: 6 контроля условных пороговых уровней и 7 контроля скорости изменения параметров среды, выходы которых подключены к входам элемента ИЛИ 8, выход которого подключен к входу регистрирующего элемента 9, к другому входу которого подключена кнопка 10 отмены пожарной тревоги.

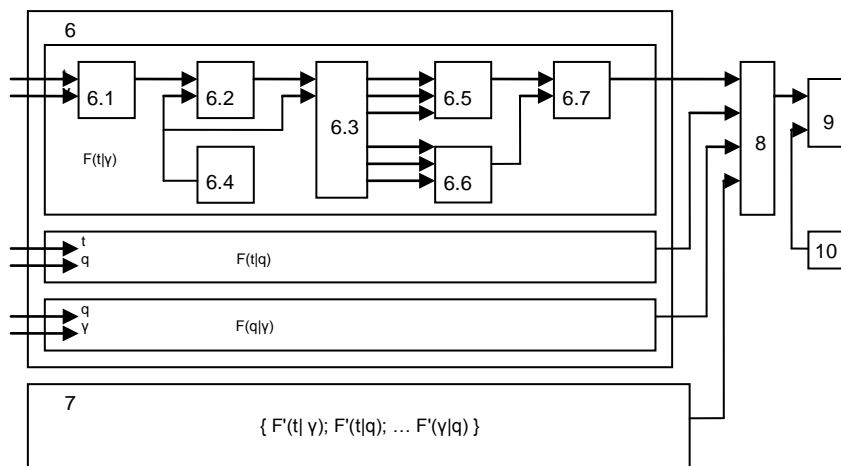


Рис. 4. Блок принятия статистических решений

В состав модуля 6 контроля условных пороговых уровней входят пороговые элементы 6.1, с управляемым порогом срабатывания, к информационным и управляющим входам которых подключены сенсорные датчики 1, через контрольно-управляющее оборудование 2 обнаружения очагов задымления или возгорания и выходы газоанализатора 4. Выход каждого из пороговых элементов 6.1 подключен к управляющему входу соответствующего тактируемого триггера 6.2, а выход тактируемого триггера 6.2 в свою очередь подключен к управляющему входу последовательного динамического регистра 6.3, к тактируемым входам двух последних элементов - выходы генератора тактовых импульсов 6.4. К соответствующим выходам последовательного динамического регистра 6.3 подключены два мажоритарных элемента 6.5 и 6.6, выходы которых в свою очередь подключены к входам элемента И 6.7, выход которого и является фактическим выходом модуля 6 контроля условных пороговых уровней.

Модуль 7 контроля скорости изменения параметров среды построен аналогичным образом.

С сенсорных датчиков 1 информация о параметрах воздушной среды в контролируемой зоне поступает на контрольно-управляющее оборудование 2 обнаружения очагов задымления или возгорания, где производится обработка исходных сигналов сенсорных датчиков 1 к виду, приемлемому для дальнейшего анализа, а именно сравнения с заранее заданными пороговыми уровнями и вычисления скорости изменения па-

раметров среды. Если будет обнаружено превышение заданных исходных уровней (по температуре, спектру, оптической прозрачности и т.д.) или скорость изменения указанных параметров превысит критическую величину, контрольно-управляющее оборудование 2 обнаружения очагов задымления или возгорания выдаст управляющие сигналы на блок 3 безопасности и жизнеобеспечения объекта, который обеспечит включение средств оповещения о пожаре и при необходимости - включение автоматического пожаротушения. Помимо стандартного набора сенсорных датчиков 1 устройство снабжено газоанализатором 4, который обеспечивает оперативный анализ концентрации веществ в воздухе контролируемой зоны.

Настройки газоанализатора 4 выполняются в соответствии с прогнозируемыми в случае пожара изменениями концентрации веществ в воздухе контролируемой зоны. Информация с газоанализатора 4 и преобразованные сигналы сенсорных датчиков 1 от контрольно-управляющего оборудования 2 обнаружения очагов задымления или возгорания поступают на входы блока 5 принятия статистических решений на ранней стадии развития пожара. Здесь в модуле 6 контроля условных пороговых уровней производится сравнение абсолютной величины каждого контролируемого параметра (температуры, спектра, оптической прозрачности, концентрации вещества в воздухе и т.д.) в зависимости от величины другого параметра, например, снижение оптической прозрачности на фоне повышения температуры в зоне контроля. Основой для настройки пороговых элементов 6.1 служат данные многочисленных исследований по изменению во времени различных факторов пожара. Таким образом, осуществляется переход к системе условных распределений параметров среды и их анализ, а с позиций принятия решений осуществляется переход от исходных безусловных вероятностей к условным вероятностям (т.е. реализуется метод Байеса).

Сигнал с выхода каждого из пороговых элементов 6.1 поступает на управляющий вход соответствующего тактируемого триггера 6.2. С выхода тактируемого триггера 6.2 сигнал в свою очередь поступает на управляющий вход последовательного динамического регистра 6.3. В моменты формирования генератором 6.4 тактовых импульсов информация (1 или 0) будет последовательно переписываться из триггера 6.2 в последовательный динамический регистр 6.3, в результате чего на выходах регистра будет сформирована последовательность сигналов (0 и 1), соответствующая состоянию порогового элемента 6.1 в моменты времени на протяжении 6 периодов ($T_1, 2T_1, 3T_1 \dots 6T_1$). Эта информация поступает на соответствующие входы двух мажоритарных элементов 6.5 и 6.6, с выходов которых сигналы (0 или 1) поступают на вход схемы И 6.7. При наличии на двух входах схемы И 6.7 сигналов высокого уровня на выхо-

де схемы также будет сигнал высокого уровня. Применение мажоритарных элементов позволяет делать динамический анализ условных распределений параметров воздушной среды в зоне контроля на протяжении 6 циклов работы генератора 6.4 тактовых импульсов, допуская наличие одного ложного сигнала на три цикла опроса. Итак, если на протяжении 6 периодов работы генератора 6.4 тактовых импульсов будет зафиксировано не менее 4 сигналов уровня логической 1- с выхода порогового элемента 6.1, на выходе схемы И 6.7 также появится сигнал высокого уровня, который поступит на один из входов многовходового элемента ИЛИ 8. С выхода последнего сигнал уровня логической 1 поступит на вход регистрирующего элемента 9, а с выхода последнего сигнал уровня логической 1 поступит на контрольно-управляющее оборудование 2 обнаружения очагов задымления или возгорания, что обеспечит посредством блока 3 безопасности и жизнеобеспечения объекта включение средств оповещения о пожаре и включение автоматического пожаротушения. Персоналом пожарная тревога может быть отменена путем нажатия кнопки 10 отмены пожарной тревоги.

Контроль скорости изменения условных распределений параметров воздушной среды выполнен по аналогичной схеме и осуществляется модулем 7 контроля скорости изменения параметров среды.

Таким образом, применение в составе устройства газоанализатора в совокупности с более надежными методами анализа состояния воздушной среды и помехозащищенными методами обработки сигналов создают предпосылки повышения достоверности и надежности регистрации возникновения пожара на ранней стадии. В заключении заметим, что при разработке специализированных микросхем ядром указанного устройства может быть микроконтроллер и при наличии соответствующего программного обеспечения надежность принятия решения (распознавание пожара) может быть еще более высокой.

Библиографический список

1. Сыпин Е.В., Леонов Г.В. Пирометрический датчик пожарной сигнализации. Патент (RU) 2109345, кл. 6 G08B 17/12, 1998.
2. Адресно-аналоговая пожарная сигнализация Aritech компании General Electric Security. Сайт Aritech в Интернете: www.aritech@aritech.ru.
3. Устройство пожарной сигнализации. Шевандин М.А., Жуков В.И., Грибков О.И., Волков А.В. Патент (RU) №2324234 по классу С1 МПК G08B 17/00. 29.09.2006.