

ОТЗЫВ

дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.13, д.т.н. Вавилова Владимира Платоновича на диссертацию Лисакова Сергея Анатольевича «Быстродействующая многоточечная оптико-электронная система контроля пламени и определения его пространственных координат», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

1. Актуальность темы диссертации

Возможность возникновения горючих газопылевоздушных сред на различных объектах промышленности обуславливает необходимость применения различных средств пожаровзрывозащиты. Особое место среди таких средств занимают системы контроля пламени, которые построены на базе оптико-электронных приборов и позволяют за счет малого времени срабатывания обеспечить эффективное взрывоподавление при локализации взрыва на начальной стадии пламенного горения. В помещениях со сложной геометрией охраняемой зоны имеют место локальные неконтролируемые участки, в которых невозможно своевременно обнаружить пламенное горение. Следовательно, необходимо обеспечить возможность адаптации системы контроля пламени под соответствующие помещения.

Тема диссертации Лисакова Сергея Анатольевича, связанная с разработкой многоточечной оптико-электронной системы, которая предназначена для обнаружения пламени на начальной стадии развития и оценки его местоположения с высоким быстродействием в всем объеме охраняемого объекта сложной формы, является важной и актуальной.

2. Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и одного приложения. Объем работы составляет 145 страниц, включая 10 таблиц, 45 рисунков, а также 112 использованных источников.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и поставлены задачи диссертационного исследования, определены научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен обзор состояния пожаровзрывоопасности объектов нефтегазовой и угольной промышленности. Проведен анализ известных методов и средств

обнаружения и локализации горения. Обоснована необходимость создания новой быстродействующей многоточечной оптико-электронной системы контроля пламени и определения его пространственных координат для объекта сложной геометрической формы.

Вторая глава посвящена разработке принципа построения многоточечной оптико-электронной системы на основе совокупности некоординатных оптико-электронных датчиков, распределенных в пространстве охраняемого объекта. Разработаны методы определения пространственных координат пламени: метод многофакторной полиномиальной регрессии; метод регрессии нейронными сетями; численные методы решения нелинейных уравнений. Предложен и апробирован способ адаптации системы под помещение заданной формы, заключающийся в определении требуемого количества некоординатных оптико-электронных датчиков и их расположения с целью обеспечения определения пространственных координат пламени с требуемой точностью.

Третья глава посвящена разработке технического решения быстродействующей многоточечной оптико-электронной системы контроля пламени и определения его пространственных координат, ключевыми элементами которой являются некоординатные оптико-электронные датчики, определяющие надежность срабатывания, помехозащищенность и быстродействие системы в целом.

В четвёртой главе проведено экспериментальное исследование с использованием разработанного и изготовленного лабораторного образца быстродействующей многоточечной оптико-электронной системы и определены его технические параметры – быстродействие $t_{\text{д}}=1,4$ мс и погрешность определения пространственных координат тестовых очагов пожара по абсциссе - не более 13%, по ординате - не более 11,3%, по аппликате - не более 15%.

3. Соответствие диссертации паспорту специальности

По тематике, объектам и области исследования, выдвинутыми автором новыми научными положениями, а также научной и практической значимости, диссертационная работа Лисакова С.А. соответствует научной специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», согласно следующим пунктам паспорта.

1. Научное обоснование новых и усовершенствование существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

2. Разработка и оптимизация методов расчета и проектирования элементов, средств, приборов и систем аналитического и неразрушающего контроля с учетом особенностей объектов контроля.

3. Разработка, внедрение и испытания приборов, средств и систем контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, имеющих лучшие характеристики по сравнению с прототипами.

4. Методы исследования

В рамках выполнения диссертационного исследования использовались методы регрессионного анализа данных, численные методы поиска экстремумов функции, поисковые методы оптимального проектирования. Исследование применимости принципов и методов, положенных в основу работы многоточечной оптико-электронной системы, выполнялось на базе математического моделирования. При обработке результатов измерений применялись методы математической статистики.

5. Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью постановки задач исследований, их строгой физической обоснованностью, логической взаимосвязью полученных экспериментальных данных, применением современной измерительной техники и общепринятых методов обработки результатов. Достоверность подтверждается непротиворечивостью и воспроизводимостью результатов, удовлетворительным совпадением результатов экспериментов и расчетов.

6. Новизна исследований и основные результаты работы

Новизна основных результатов диссертационной работы заключается в следующем:

1) Предложен новый принцип построения быстродействующей многоточечной оптико-электронной системы контроля пламени.

2) Разработан метод определения координат пламени.

3) Предложен способ адаптации многоточечной оптико-электронной системы контроля пламени под геометрические параметры охраняемого объекта.

4) Впервые создана экспериментальная методика нахождения погрешности определения пространственных координат пламени многоточечной оптико-электронной системы.

В качестве основных научных результатов диссертантом выдвинуты следующие положения, часть из которых совпадает с вышеприведенными пунктами научной новизны.

1) Предложен новый принцип построения многоточечной оптико-электронной системы контроля пламени на основе совокупности некоординатных оптико-электронных датчиков, распределённых в объеме охраняемого помещения, по показаниям которых рассчитываются координаты пламени в охраняемом помещении сложной геометрической формы с требуемой точностью и высоким быстродействием.

2) Разработан метод определения пространственных координат пламени, основанный на получении функции полиномиальной регрессии выходных сигналов некоординатных оптико-электронных датчиков, что упрощает процесс вычисления, обеспечивая высокое быстродействие при сохранении требуемой погрешности расчета пространственных координат пламени.

3) Предложен способ адаптации многоточечной оптико-электронной системы под охраняемый объект сложной геометрической формы. В результате адаптации определяется оптимальное количество некоординатных оптико-электронных датчиков, их пространственное расположение и ориентация, удовлетворяющие требованию к точности определения пространственных координат пламени.

4) Разработано техническое решение быстродействующей многоточечной оптико-электронной системы и установлены оптимальные спектральные диапазоны контроля излучения пламени системой.

5) Разработана новая методика исследования погрешности определения пространственных координат пламени в условиях, близких к реальным условиям эксплуатации, основанная на организации объемного испытательного стенда со специально размещенными тестовыми очагами различного типа, позволяющая установить влияние расположения зоны горения на точность контроля.

6) Проведены экспериментальные исследования спроектированной многоточечной оптико-электронной системы в лабораторных условиях и в условиях, близких к реальным условиям эксплуатации. В результате определены значения технических параметров системы, удовлетворяющие требуемым.

7. Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в следующем:

1) Установлены оптимальные спектральные диапазоны контроля пламени и оптических помех от излучения ламп накаливания и нагретых тел в средней инфракрасной области спектра.

2) Разработан принцип построения некоординатного оптико-электронного датчика, обеспечивающего исключение оптических помех в виде фоновой освещенности от ламп накаливания до 600 лк и излучения тел. нагретых до 350 °С.

3) Разработано программное обеспечение, позволяющее определять количество, месторасположение и пространственную ориентацию датчиков на основе задаваемых геометрических параметров охраняемого объема для построения многоточечной оптико-электронной системы обнаружения пламени с требуемой точностью определения пространственных координат пламени (не ниже 15 %).

4) Разработана методология построения многоточечной оптико-электронной системой контроля пламени которая применима при проектировании автоматических комплексов взрывоподавления с малым временем срабатывания – 15 мс.

5) Разработан объемный измерительный стенд, обеспечивающий практическую реализацию созданной экспериментальной методики нахождения погрешности определения пространственных координат пламени многоточечной оптико-электронной системой.

Результаты работы Лисакова С.А. в виде методик проведения натурных испытаний и измерительного стенда внедрены в организации ООО «Экспротект» (Алтайский край), кроме того результаты диссертационного исследования внедрены в учебном процессе в Бийском технологическом институте (филиале) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. о чем имеются соответствующие акты.

8. Замечания по диссертационной работе

1. Проблема оптических помех со спектром излучения, совпадающим со спектральной чувствительностью предложенной системы, могла бы быть изложена более подробно. В лампах накаливания, помимо спирали, излучает баллон. возможны прямые солнечные лучи, появление людей с зажженными сигаретами и т.п.

2. Исследование точности определения координат выполнено с использованием тестовых очагов пожара, представляющих пламенное горение легковоспламеняющихся жидкостей. Сохранятся ли эти результаты в случае воспламенения загазованной метановоздушной смеси ?

3. Замечание по стилю изложения. Многие предложения в тексте диссертации являются сложными, содержат поочередно несколько дополнительных предложений, являются весьма длинными и трудно воспринимаются.

9. Заключение

Совокупность выполненных диссертационных исследований и их результаты демонстрируют решение актуальной проблемы, имеющей практическое значение. Высказанные замечания не снижают уровень научной и практической значимости результатов научно-исследовательской работы. Автореферат полностью отражает содержание, основные результаты и выводы диссертационной работы, а публикации автора достаточно полно доводят их до сведения научной общественности.

Диссертационная работа Лисакова С.А. отвечает требованиям пп. 8-10 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (Приказ № 93/од от 06.12.2018) (dis.tpu.ru).

Основываясь на вышеизложенном, считаю, что диссертационная работа «Быстродействующая многоточечная оптико-электронная система контроля пламени и определения его пространственных координат» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и содержащей значимые научные и практические результаты, а её автор Лисаков Сергей Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Вавилов Владимир Платонович

Доктор технических наук, профессор.

(05.02.11-Методы контроля в машиностроении, технические науки),

заведующий научно-производственной лабораторией «Тепловой контроль» Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности

Национальный исследовательский

Томский политехнический университет

Тел. +7 913 821 9749

vavilov@tpu.ru

Подпись В.П. Вавилова заверяю
Ананьева Ольга Афанасьевна,
Ученый секретарь Ученого совета ТПУ

Россия, 634050, Томская область
г. Томск, пр. Ленина 30, Главный корпус ТПУ, офис 330
scs@tpu.ru

