

ДАТЧИК КОНТРОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЦВЕТОВОЙ ПИРОМЕТРИИ

Известны следующие направления совершенствования процесса горения [1 – 3]:

улучшение технологии процесса с сокращением времени (увеличением скорости) горения;

использование специальных методов подготовки топлива;

использование специальных автоматических систем контроля.

К сожалению, следует отметить, что большинство мероприятий, проводимых по этим направлениям, не дают должного эффекта так как при горении практически невозможно контролировать образование промежуточных и конечных продуктов горения, а также возникновение их локальных концентраций. Использование дополнительного оборудования, конструкций, а также применение специальных химических средств, требует значительных материальных затрат и снижает рентабельность судовых теплоэнергетических установок.

При условии термодинамического равновесия в пределах зон химических реакций механизм распространения пламени в топочном устройстве приближается к горению газозвоздушной смеси [4]. Нарушение этого равновесия в пределах зон химических реакций приводит к условиям, когда режим горения в газодисперсной системе приобретает пульсирующий характер, приводящий к нарушениям устойчивого горения со значительными тепловыми потерями от химического недожога топлива, а в особых случаях – и к механическим разрушениям.

Одним из основных факторов, определяющих свойства горения, является энергия его теплового излучения, которая значительно влияет на температуру в зоне горения и обуславливает скорость испарения жидкого топлива. В свою очередь, интенсивность теплового излучения является основным информационным параметром, непосредственно характеризующим термодинамические и физико-химические процессы в пламени.

Для решения задачи совершенствования управления процессом, основанной на количественной и качественной взаимосвязи между параметрами процесса горения и его тепловым излучением, необходим поиск новых методов и средств контроля пламени. В частности, решение этой задачи возможно при условии контроля процесса обра-

зования промежуточных и конечных продуктов горения. Для этого необходим датчик с достаточной чувствительностью, малой инерционностью и независимостью его характеристик от теплофизических свойств среды [5].

Процесс горения может быть идентифицирован по ряду параметров. Параметры, применяемые для регистрации процесса горения, делят на две группы: не связанные с процессом теплопереноса в результате передвижения продуктов горения и связанные с ним.

При горении параметры, по которым может быть идентифицирован процесс, являются:

- температура (повышение, динамика роста и флуктуации);
- состав среды (повышение концентрации сажи, двуокиси и окиси углерода, углеводородов и других продуктов горения);
- оптические свойства среды (под воздействием тепловыделения изменяется температура и, как следствие, коэффициент поглощения среды, что в свою очередь ведет к появлению интенсивного ослабления и рассеивания световых лучей);
- интенсивность и спектральные характеристики оптического излучения пламени.

Эффективность применения и работоспособность системы зависят от оптимального выбора типа датчика, его инерционных свойств, места установки и условий эксплуатации.

Наиболее полно требованиям малой инерционности отвечают оптические датчики.

Спектральный состав и интегральная интенсивность излучения, также определяющие выбор датчика, изменяются по мере развития процесса горения. При этом увеличивается интенсивность его излучения и, кроме этого, сопровождается флуктуацией пламени. Частотный диапазон флуктуации (несколько десятков герц) зависит от размеров и формы пламени. Интенсивность излучения горения различна по направлениям. Характер изменения интенсивности излучения от направления (форма диаграммы направленности излучения) зависит от размеров и формы пламени.

На качество работы оптического датчика оказывает влияние также и расстояние от датчика до точки горения. Для уменьшения влияния этих факторов на работу датчика, в качестве оптического датчика предлагается использовать аналог пирометра спектрального отношения. Температура спектрального отношения зависит от поглощающих свойств среды. На рис. 1 представлен предлагаемый датчик для измерения спектральных характеристик излучения пламени.

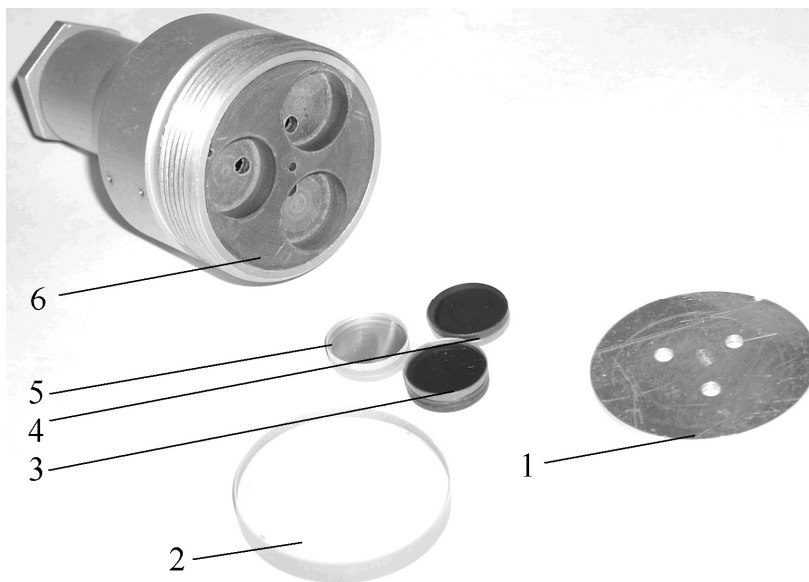


Рис. 1. Датчик устройства излучения пламени: 1 – диафрагма; 2 – кварцевое защитное стекло; 3, 4 и 5 – светофильтры; 6 – корпус с фотодиодами и усилителями

Электронная схема преобразователя датчика описана в работе [6]. Датчик работает следующим образом. Тепловое излучение объекта, пройдя через отверстия диафрагмы 1, разделяется на три потока. Каждый из этих потоков через светофильтры 3, 4 или 5 с разными спектрами пропускания попадает на фотодиоды. Кварцевое стекло 2 совместно с объективом образуют оптическую систему, которая служит для защиты от влияния потока на чувствительные окна фотодиодов. Светофильтры 3, 4 и 5 выделяют из светового потока различные участки спектра. Сигналы с фотодетекторов подаются на входы усилителей и усиливаются ими. Сигналы с усилителей подаются в исполнительную схему, которая состоит из блока вычисления отношения двух значений напряжения, порогового детектора и блока питания. В исполнительной схеме вычисляется отношение напряжений с выходов усилителей. Это отношение прямо пропорционально оптической плотности излучения пламени. Сигнал по оптической плотности подаётся на пороговое устройство и, если он превышает порог срабатывания, то на выходе устройства формируется сигнал, означающий начало изменения подачи воздуха.

Несмотря на преимущества датчика по сравнению с традиционными датчиками, предложенная структура имеет определённые недостатки, которые обусловлены в основном тем, что за основу датчика был взят пирометр. Вычисление отношения двух сигналов в одном блоке снижает его быстродействие и не позволяет добиться высокой помехозащищённости прибора, что уменьшает достоверность оценки параметров процесса.

Рассматриваемый датчик не позволяет отделить помехи разных трактов, так как исполнительная схема находит эквивалент отношения аналоговых сигналов и дальнейшую обработку сигнала осуществляется уже с числом, пропорциональным этому отношению.

Для улучшения можно предусмотреть в исполнительной схеме раздельное аналогово-цифровое преобразование для каждого измерительного тракта и ввести в её состав микроконтроллер.

На рис. 2 предложен вариант структурной схемы датчика с микроконтроллерным блоком.

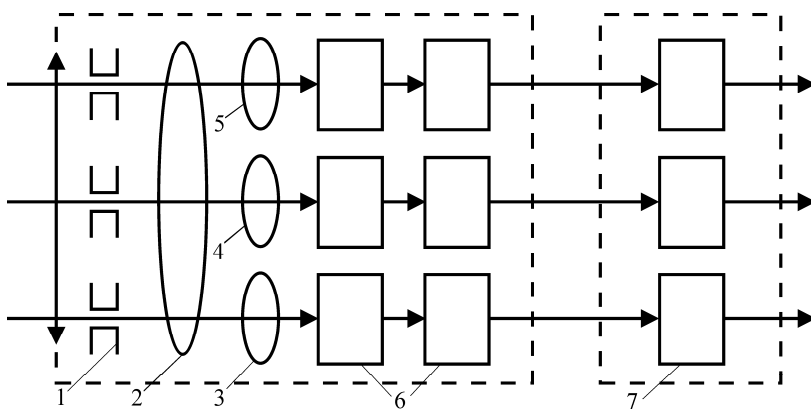


Рис. 2. Структурная схема датчика с микроконтроллерным блоком: 1 – диафрагма; 2 – кварцевое защитное стекло; 3, 4 и 5 – светофильтры; 6 – корпус с фотодиодами и усилителями; 7 – микроконтроллерный блок

Основное отличие рассмотренных структурных схем состоит в замене блока вычисления отношения двух значений напряжения, блока усреднения и порогового устройства микроконтроллерным блоком 7.

Исполнительная схема датчика, основанная на микроконтроллере, обладает рядом очевидных преимуществ по сравнению с аналоговой схемой.

Конструкция датчика значительно упрощается с использованием программно-аппаратного подхода к исполнительной схеме. Основные функции по обработке сигналов возлагается на программное обеспечение, что позволяет применять более качественные алгоритмы оценки процесса сгорания. Одновременно повышается надёжность датчика и снижает его себестоимость.

Применение микроконтроллерного блока вводит в датчик принципиально новые возможности – использование современных математических методов и алгоритмов обработки сигнала.

Наличие трех измерительных трактов для "синей", "желтой" и "красной" областей спектра с последующей обработкой цифрового эквивалента отношения аналоговых сигналов приводит к появлению нового класса оценок процесса [7].

Таким образом, по результатам разработки и изготовления датчика были получены следующее:

для улучшения характеристик датчика в его структуру рекомендуется ввести микроконтроллерный блок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варнатц Ю., Маас У., Диббл Р. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ /Пер. с англ. Г. Л. Агафонова. Под ред. П. А. Власова – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 352 с.
2. Павлов В.А., Штейнер И.Н. Условия оптимизации процессов сжигания жидкого топлива и газа в энергетических и промышленных установках. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 120 с.
3. Данилин Е.А., Клочков В.Н. Контроль сжигания топлива в промышленных котельных установках. – К.: Техника, 1988. – 167 с.
4. Натанзон М.С. Неустойчивость горения. – М.: Машиностроение, 1986. – 248 с.
5. Гиль В.В. Оптические методы исследования процессов горения. – Минск: Наука и техника, 1984. – 128 с.
6. Дулдиер А.П. Экспериментальное исследование режимов горения во вспомогательной котельной установке KW-100 // Судовые энергетические установки: науч. – техн. сб. – 2004. – Вып. 11. – Одесса: ОНМА. – С. 100 – 106.
7. Дулдиер А.П. Цветовые характеристики пламени как показатель качества сжигания топлива // Автоматизация судовых технических средств: науч. – техн. сб. – 2004. – Вып. 9. – Одесса: ОНМА. – С. 31 – 36.