

## Оптические датчики пламени для котельной установки

*Коноваленко Артем Александрович*  
*Волгоградский государственный технический университет*  
*аспирант*

*Нефедьев Алексей Иванович*  
*Волгоградский государственный технический университет*  
*д.т.н., профессор кафедры «Электротехника»*

### Аннотация

В статье представлены проблемы контроля наличия пламени в топке печи. Рассмотрены методы контроля пламени при помощи оптических датчиков, показаны их достоинства и недостатки. Приведены конструкции и параметры оптических датчиков пламени, позволяющих контролировать пламя в топке печи с высокой надежностью.

**Ключевые слова:** пламя, топка, печь, контроль, оптический датчик, фотодатчик.

## Optical flame sensors for boiler installation

*Konovalenko Artyom Aleksandrovich*  
*Volgograd State Technical University*  
*Postgraduate student*

*Nefed'yev Aleksei Ivanovich*  
*Volgograd State Technical University*  
*Doctor of technical sciences, Professor of the Department of Electrical Engineering*

### Abstract

The article presents the problem of controlling the presence of flame in the furnace of the furnace. The methods of flame control using optical sensors are considered, their advantages and disadvantages are shown. The design and parameters of optical flame sensors, which allow to control the flame in the furnace of the furnace with high reliability, are given.

**Keywords:** flame, fire chamber, furnace, control, optical sensor, photo sensor.

Необходимым условием работы котельных установок является стабильное пламя в топках [1]. При запуске котельных установок возможно создание взрывоопасной концентрации топлива при неудачном поджиге горелки, а также в случае несвоевременного отключения подачи топлива к горелке. В таких случаях в обязательном порядке применяется система

защиты, которая отключает все запальные устройства и прекращает подачу топлива к котлу и горелкам в случае невоспламенения топлива, или в случае погасания факела горелки при растопке котла [2].

Контроль за наличием пламени осуществляется при помощи датчиков, обеспечивающих безопасное функционирование котельных или других установок, работающих на твёрдом, жидком или газообразном топливе [3]. Приборы и датчики контроля пламени подключаются к системе управления, и используются в процессе розжига пламени, осуществляют постоянный контроль за процессом сгорания топлива с учётом всех требуемых мероприятий по защите и условий техники безопасности. Следовательно, безотказность и надёжность работы установок по сжиганию топлива всецело зависит от характеристик датчиков контроля пламени [4].

Контроль наличия пламени при сжигании твердого и жидкого топлива в топках котлов обеспечивается методами прямого контроля - ультразвуковым, термометрическим, ионизационным, фотоэлектрическим, так и методами косвенного контроля - контроль разрежения в топке, контроль давления топлива в магистрали, а также контроль наличия постоянного источника воспламенения [5].

В качестве метода контроля за горением топлива применяется наиболее часто применяется фотоэлектрический метод, который заключается в измерении степени видимого и невидимого излучения пламени фотодатчиками, которые фиксируют оптические свойства пламени. В таких системах фотодатчики осуществляют регистрацию изменений интенсивности светового потока. В первую очередь фотодатчики отличаются друг от друга длиной волны, принимаемой от источника излучения. Излучение топлива в процессе горения топлива происходит в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом спектре. Основная часть излучения пламени находится в инфракрасной части спектра, и имеет длину волны 0,8 – 800 мкм. Видимое излучение пламени имеет длину волны в диапазоне 0,4–0,8 мкм, ультрафиолетовое излучение – в диапазоне 0,28 – 0,4 мкм (области УФ-А и УФ-В). В соответствии с диапазоном чувствительности фотодатчики делятся на инфракрасные, ультрафиолетовые и датчики светимости [6].

Надёжность работы датчика пламени, в том числе и надёжность системы защиты от погасания пламени зависят от типа датчика, а также от способа и места установки [7]. При выборе датчиков для снижения вероятности ошибки обнаружения пламени необходимо принимать во внимание все их особенности.

Таким образом, для повышения надёжности работы и уменьшения количества остановов котла из-за подачи ошибочного сигнала от датчика пламени необходимо применять несколько датчиков, работающих в разных оптических диапазонах.

Для повышения надёжности определения пламени был разработан оптический датчик контроля пламени горелки, входящий в состав комбинированного датчика [8]. В устройстве обработки происходит выделение и усиление переменной составляющей сигнала, возникающего в

процессе горения, а также выделение и обработка постоянной составляющей пламени в ультрафиолетовой и видимой областях спектра. При горении топлива образуются пульсации яркости пламени, которые являются индикатором процесса горения, и преобразуются в электрический сигнал при помощи фотодатчика УФ диапазона. Далее сигнал с него усиливается, нормализуется по амплитуде, и поступает в устройство обработки сигнала. С датчика также выделяется постоянная составляющая сигнала, пропорциональная яркости пламени, которая также поступает в микроконтроллерное устройство обработки сигнала.

Структурная схема устройства обработки сигналов приведена на рис. 1.

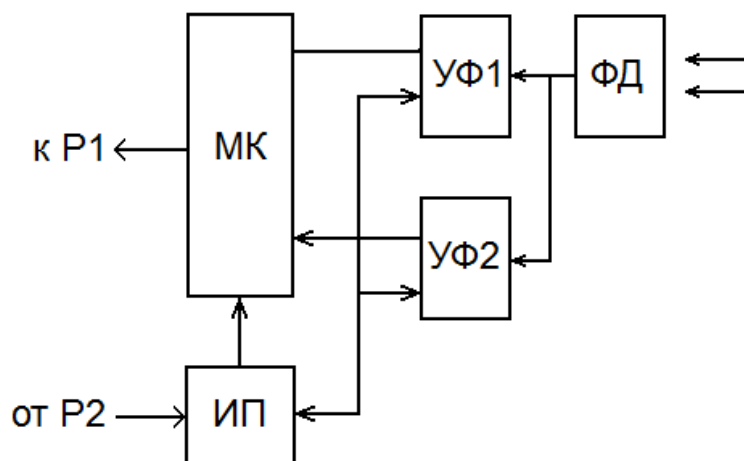


Рис. 1 – Структурная схема устройства обработки сигналов

Устройство содержит фотодатчик ФД, усилитель-формирователь сигналов фотодатчика УФ1, усилитель-формирователь постоянной составляющей сигнала фотодатчика УФ2, и микроконтроллер МК, сигнал с которого подается на устройство автоматики.

Микроконтроллер формирования как признак наличия и отсутствия пламени в топке котла, так и обеспечивает самодиагностику с выводом состояния датчика на световой индикатор.

Для повышения надежности работы применены режимы самоконтроля прибора по превышению температуры, автоматической и ручной настройки чувствительности датчика и влияния фонового излучения, а также контроля обрыва линий связи и загрязнения оптической системы датчика.

Параметры оптического датчика:

Коммуникационный протокол .....	RS-485
Время срабатывания, при появлении/погасании пламени с, не более .....	0,5/1
Напряжение питания, В .....	12 - 24
Потребляемый ток, А, не более .....	0,2
Температура окружающего воздуха, °С .....	-25 ...+85
Масса, кг, не более .....	0,2

Таким образом, сочетание в одном устройстве двух различных методов обработки оптического сигнала позволит обеспечить повышенную

надежность определения наличия пламени при сжигании различных видов топлива в котельной установке.

### **Благодарности**

В статье представлены результаты исследований, выполненных по программе Erasmus+ №573879-EPP-1-2016-1-FREPPKA2-CBHE-JP «Internationalisation of Master Programs in Russia and China in Electrical Engineering».

### **Библиографический список**

1. Береснев А.Л., Будко А.Ю. Повышение эффективности теплоэнергетических установок методом контроля горения топлива по сигналу ионного тока. // Инженерный вестник Дона, 2013. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1973>
2. РД 153-34.1-35.108-2001. Технические условия на выполнение технологических защит и блокировок при использовании мазута и природного газа в котельных установках в соответствии с требованиями взрывобезопасности. – М.: ОРГРЭС. - 2002.
3. Huth A. Heilos. Fuel flexibility in gas turbine systems: impact on burner design and performance // A volume in Woodhead Publishing Series in Energy, Siemens AG Energy, Germany. 2013. С. 635–684.
4. Полтавцев О.В. Датчики контроля пламени – один из важнейших факторов безопасной работы котельной // Новости теплоснабжения. 2016. №12 (196). URL: [www.rosteplo.ru/nt/196](http://www.rosteplo.ru/nt/196)
5. Берсенев, И.С., Волков М.А., Давыдов Ю.С. Автоматика отопительных котлов и агрегатов. М.: Стройиздат, 1979. 376 с.
6. Приборы контроля пламени, сигнализаторы горения URL: <http://www.termonika.ru/inf/pribory-kontrolya-plameni-signalizatory-goreniya.shtml>
7. Луговской А.И., Логинов С.А., Паршин Г.Д., Черняк Е.А. Контроль за работой печей и факельного хозяйства // Химия и технология топлив и масел. 2000. №5. С. 50-52.
8. Нефедьев А. И., Коноваленко А. А. Комбинированный датчик контроля пламени // Молодой ученый. 2018. №21. С. 69-71. URL <https://moluch.ru/archive/207/50699/> (дата обращения: 25.12.2018).