

УДК 536.46

С. А. КУМАНЕВ

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЖИГАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА С УЧЕТОМ ЭФФЕКТА ИОНИЗАЦИИ

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск

В статье рассмотрены основные причины повышения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и неэффективного использования природного газа в энергетических установках. Рассмотрен метод, позволяющий максимально эффективно использовать топливо на основе использования эффекта ионизации пламени.

Оптимизация параметров горения природного газа является важной экологической задачей, так как эти процессы используются практически во всех отраслях промышленности и являются одними из главных загрязнителей окружающей среды. Одним из возможных методов снижения вредных выбросов является оптимизация параметров сжигания топлива. Для этого необходим постоянный контроль качества сжигания топлива и обеспечение его оптимального горения. В данное время для контроля используются в основном методы, основанные на контроле состава дымовых газов, которые имеют большую стоимость и являются инерционными. В то же время на старых установках эти методы не используются совсем. Поэтому происходит большой перерасход топлива и увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу.

Анализ литературы [1–3], теоретические и экспериментальные исследования дают возможность полагать, что существуют более эффективные и простые методы контроля и управления, основанные на использовании эффекта ионизации. Широкому внедрению этих методов препятствует недостаточное изучение условий использования этих процессов, а также конструктивных решений для промышленной реализации.

В связи с этим были проведены теоретические и экспериментальные исследования эффекта ионизации и разработан метод контроля и управления процессом сжигания природного газа в котельных агрегатах, основанный на использовании ионизационного и фотодатчиков.

В предлагаемом методе ионизационный датчик располагается в конкретном месте — у устья горелки. Дополнительно используется фотодатчик для характеристики режима — недостаток или избыток окислителя.

© С.А. Куманев, 2012

На рис. 1 показанная схема системы для реализации предлагаемого способа контроля и управление процессом сжигания топлива.

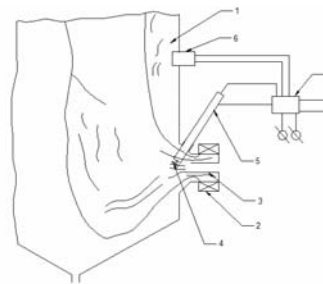


Рис. 1. Схема системы для реализации предлагаемого способа контроля сжигания топлива

Система для реализации данного способа контроля сжигания топлива, как показано на рис. 1, содержит топку котла 1, устройство 2 для подачи воздуха, форсунку 3 для подачи топлива. Для подведения электрического питания к электродам элемента измерения 4 ионизационного датчика 5 и оптического датчика 6 и вывода величин ионного тока и излучение на регистрирующие приборы служит блок питания и измерения 7. По приборам блока питания и измерения оператору предоставляются данные о величине ионного тока и излучения.

При запуске топки в зоне элемента измерения 4 есть пламя, которые замыкает электрическая цепь системы контроля сжигания топлива. Регистрация появления ионного тока в этой зоне свидетельствует о возникновении факела пламени в топке. Спустя некоторое время, определяемое турбулентной скоростью распространения фронта пламени, пламя появляется в зоне элемента фотодатчика 6 в зоне выгорания. По приборам блока питания и измерения оператору предоставляются данные о величине ионного тока в зонах зажига-

ния и величина излучения из фотодатчика. При соотношении величин тока, когда ионный ток зоны зажигания равняется максимуму ионного тока, процесс сжигания топлива протекает при оптимальных условиях, то есть обеспечивается оптимальное соотношение топливо/воздух.

При величине ионного тока в зоне зажигания меньшей, чем максимальная, наблюдается неэффективная работа оборудования. С помощью сравнения значения излучения из фотодатчика с оптимальным значением излучения для этого агрегата, определяются, или установка работает в режиме недостатка окислителя, или его избытка.

При величине излучения большей, чем оптимальная, наблюдается избыток окислителя, что ведет к снижению эффективности использования топлива и увеличению выхода окислов азота, т.к. в начале первичной зоны создается объем с высоким уровнем температуры, что и определяет образование NO_x . Для обеспечения необходимого соотношения величин ионного тока по зонам факела пламени производят снижение расхода воздуха.

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили, что применение предлагаемого образа контроля и управление сжигания топлива позволяет обеспечить минимальную затрату углеводородного топлива для получения необходимой тепловой мощности агрегата.

Достоинства данного метода:

- мгновенная передача информации о качестве горения на пульт контроля;
- минимальные затраты на установку и эксплуатацию;
- датчик устанавливается в конкретном месте — у сопла горелки.

Недостатки:

- необходимость использования фотодатчика, который не дает стопроцентной точности определения качества сжигания.

Для описанного метода был разработан прибор, обеспечивающий прием, обработку, выдачу, сравнение сигналов с датчиков, а также сигнализирование о режиме процесса горения. Схематическое описание прибора приведена на рис. 2.

Функциональная схема устройства приведена на рис. 3.

В качестве датчиков используются ионизационный и фотодатчик. При исследованиях использовался фотодатчик низкочастотный ФДЧ.

Проведенные экспериментальные исследования на реальных агрегатах подтвердили, что применение предлагаемого способа контроля и управления сжиганием топлива позволяет обеспечить минимальный расход углеводородного топлива для получения требуемой тепловой мощности агрегата.

Расчет экономической эффективности показал, что реализация данного способа на котельных агрегатах окупится за 0,7–1,2 года в зависимости от мощности котла.

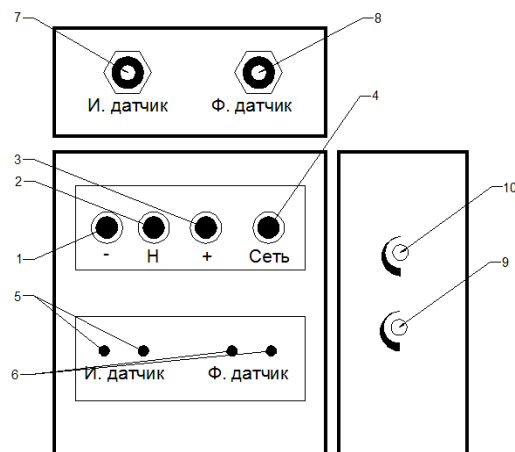


Рис. 2. Описание прибора: 1 — сигнальный индикатор недостатка окислителя; 2 — сигнальный индикатор нормального горения; 3 — сигнальный индикатор избытка окислителя; 4 — индикатор сети; 5 — клеммы для подключения измерительного прибора к выводам ионизационного датчика; 6 - клеммы для подключения измерительного прибора к фотодатчика; 7 — разъем для подключения к прибору ионизационного датчика; 8 — разъем для подключения к прибору фотодатчика; 9,10 — рукоятки предварительной настройки соответственно ионизационного и фотодатчика

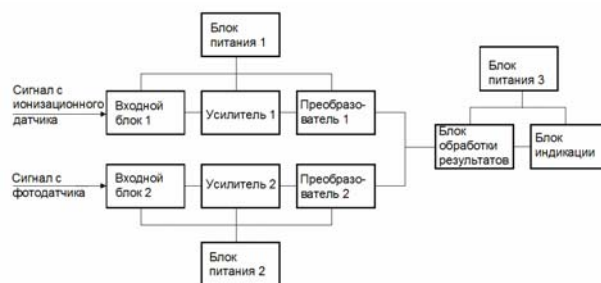


Рис. 3 Функциональная схема прибора

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варнацц 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, 2006. — 352 с.
2. Ксандопуло Г.И., Дубинин В.В. Химия газофазного горения. — М: Химия, 1987. — 324 с.
3. Степанов Е.М., Дьячков Б.Г. Ионизация в пламени и электрическое поле. — М.: Металлургия, 1968. — 312 с.

Поступила в редакцию 20.01.2012