

7. Шевченко В.Ф. Устройство и эксплуатация оборудования ферросплавных заводов. - М.: Металлургия, 1982.
8. Прошкин А.В. Теплофизические основы процессов переработки низкосортных углей в барботируемых шлаковых расплавах: Автореф. дисс. соиск. уч. степ. докт. техн. наук. – Красноярск: КГТУ, 1998.

УДК 662.65:621.311.22

СИСТЕМЫ ПЛАЗМЕННОГО РОЗЖИГА НИЗКОСОРТНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ ТЕПЛОАГРЕГАТОВ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А.М. Шиляев, Г.Г. Волокитин^{*}, В.В. Дробчик^{}**

^{*} - Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

^{**} - Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

E-mail: kafpm@mail2000.ru

Современное развитие теплоэнергетики характеризуется сокращением использования топочного мазута, в том числе для розжига и «подсветки» пылеугольного факела теплоагрегатов. Увеличение степени переработки нефти и ограниченность её запасов в недалекой перспективе приведет к возрастанию доли угля в топливном балансе энергетики [1]. Внедрение и использование пламенной безмазутной растопки теплоагрегатов, является перспективным направлением и актуальной научно-технической задачей, решение которой позволяет повысить технико-экономические и экологические показатели топливосжигательных аппаратов. Использование плазменного высокотемпературного воспламенения и окисления твердых частиц органических топлив значительно эффективнее традиционных методов инициирования горения. За счет интенсивного нагрева топлива в области плазменной дуги при горении пылевидных топлив происходит существенное уменьшение выбросов оксидов азота, серы и ухудшение свойств топлив не оказывает значительного влияния на технические показатели плазменного розжига. Отказ от использования мазута позволяет сократить расходы, связанные с приобретением, транспортированием, складированием и его хранением.

Одним из главных элементов плазменной безмазутной системы розжига пылевидного топлива является плазменный генератор, предназначенный для воспламенения топливно-воздушной смеси. В основном применяются генераторы косвенного действия [2], у которых дуга горит внутри канала плазмотрона и в процессе розжига с частицами топлива взаимодействует плазменная струя. Использование генератора прямого действия позволяет увеличить интенсивность обменных процессов между дуговым разрядом и частицами топлива. Это связано с тем, что дуга горит непосредственно в замкнутом пространстве пылевихревой горелки, куда подается пылеугольная смесь, что значительно повышает интенсивность активации топлива при подготовке аэросмеси. Однако устойчивость открытого дугового разряда при его поперечном обдувании топливовоздушным потоком в кольцевом канале плазменного муфеля меньше, чем устойчивость плазменного потока генераторов косвенного действия.

Для экспериментального исследования процессов плазменного розжига печи с генератором прямого действия в ТГАСУ в лаборатории «Плазменные процессы и

аппараты» создан лабораторный стенд, принципиальная схема которого представлена на рис.1.

В качестве генератора плазмы 3 использован плазмотрон ПВР - 402 с источником питания 1 АПР - 402. Управление установкой осуществляется с пульта 2. Специально изготовленная пылевихревая горелка 4 состоит из двух коаксиальных каналов с закручивающимися лопатками на выходе и тангенциальными входами и внутренней цилиндрической проточной камеры, выполненной из нержавеющей стали.

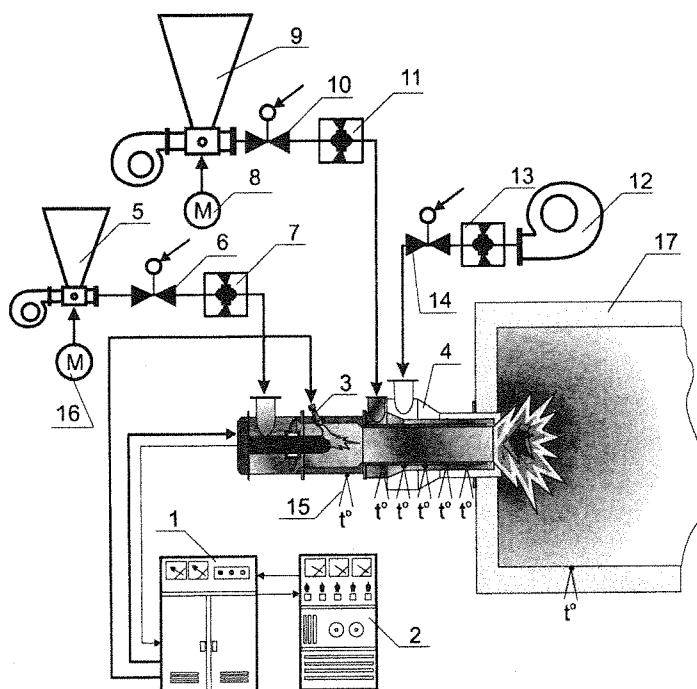


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки

1 - источник питания; 2 - пульт управления; 3 – плазмотрон; 4 - пылевихревая горелка; 5, 9 - питатели пылевидного топлива; 6, 10, 14 - шиберные заслонки; 7, 11, 13 - электромеханические ротационные расходомеры; 8, 16 - управляемые двигатели постоянного тока в системе подачи топлива; 15 – термопары; 17 - топочная камера

Внутренняя поверхность плазменного муфеля обмурована бадделеитокорундовым сплавом и снаружи муфель изолирован каолиновой ватой, что обеспечивает практически адиабатические условия во внутренней области. На выходе из муфеля установлено графитовое сужающееся сопло. Перед плазменным муфелем установлен совмещенный узел винтовой подачи графитового электрода и закрутки подаваемого вспомогательного потока топливной аэросмеси.

Система подачи пылевоздушного топлива разделена на две ступени. Часть пылевоздушного топлива (порядка 30%) подается через плазменный муфель (вспомогательный поток на розжиг), где реагирует с плазменной дугой и служит для разогрева горелочного оборудования. Основная часть топлива транспортируется во внешний закручивающий канал пылевихровой горелки (основной поток на горение в печи).

Для равномерной регулируемой подачи порошкообразного топлива сконструированы и изготовлены два вибрационных секторных дозатора 5 и 9. Регулировка дозирования материала осуществлялась посредством изменения частоты вращения роторов двигателей постоянного тока 16 и 8, передающих вращение через червячные редукторы с передаточным отношением 15/1 на валы секторных питателей. На валы двигателей постоянного тока установлены электромеханические тахометры, регистрация показаний которых осуществлялась посредством стрелочных милливольтметров типа М 2020 класса точности 0,2. В специальном градуировочном эксперименте показания тахогенераторов приведены в соответствие с массовыми расходами питателей, получены тарировочные зависимости систем подачи топлива.

Транспорт пылевидного топлива осуществлялся пневматически воздушным потоком. С этой целью перед пылепитателями установлены напорные вентиляторы. Регулировка расхода воздуха производилась шиберными дросселями 6 и 10, установленными в магистралях. Для измерения объемного расхода воздуха в каналах установлены ротационные расходомеры 7 и 11. Воздушный баланс топки осуществлялся дополнительной подачей воздуха сгорания в вихревую горелку вентилятором 12, дросселируемым шибером 14 по показаниям электромеханического ротационного расходомера 13.

Все измерительные устройства подвергались градуировке. С этой целью было изготовлено расходомерное сопло из оргстекла с внутренним профилем в виде кривой второго порядка - лемнискаты. Такой профиль сопла обеспечивает точность измерения расхода по перепаду статического давления в точке минимального диаметра с погрешностью не более $\pm 0,5 \%$. Лемнискатное сопло было использовано в качестве эталонного прибора в тарировочных экспериментах при градуировке электромеханических ротационных расходомеров, установленных в каналах воздушных магистралей.

Камера сгорания 17 выполнена из стальной трубы диаметром 700 мм и длиной 1300 мм и обмурована внутри шамотным кирпичом. Внутренний объем камеры составляет $0,2 \text{ м}^3$. На выходе установлен дымосос, обеспечивающий расход газа $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ с перепадом давления 170 мм вод. ст. Стальной газосос обеспечен рубашкой принудительного водяного охлаждения.

Для определения теплового состояния рабочих частей установки и установления временных и тепловых характеристик плазменного розжига использованы хромель-алюмелевые и вольфрам-ренийевые термопары 15. Одна термопара ВР 5/20 смонтирована на выходе из плазменного муфеля перед вихревой горелкой для измерения среднемассовой температуры розжигового пылеплазменного потока. Пять ХА - термопар расположены с интервалом в 110 мм на внутренней поверхности прямооточного канала горелки и одна ХА - термопара вмонтирована на глубину $3/4$ кирпича в шамотную кладку с боковой стороны камеры сгорания на расстоянии 200 мм от внутреннего торца обмуровки для определения времени разогрева кладки и определения момента перехода на работу с основным потоком топлива.

Границу стабильной работы модуля плазменного розжига определяли экспериментально по условиям срыва дуги при постепенном увеличении расхода транспортирующего топлива воздуха. Воздух подавался с помощью напорного вентилятора, создающего воздушный поток для транспорта пылевидного топлива. Регулировка расхода воздуха производилась шиберной заслонкой, установленной в

магистральной. Для измерения объёмного расхода воздуха, действующего на плазменную дугу, использовали ротационный расходомер.

Результаты экспериментов приведены на рис.2.

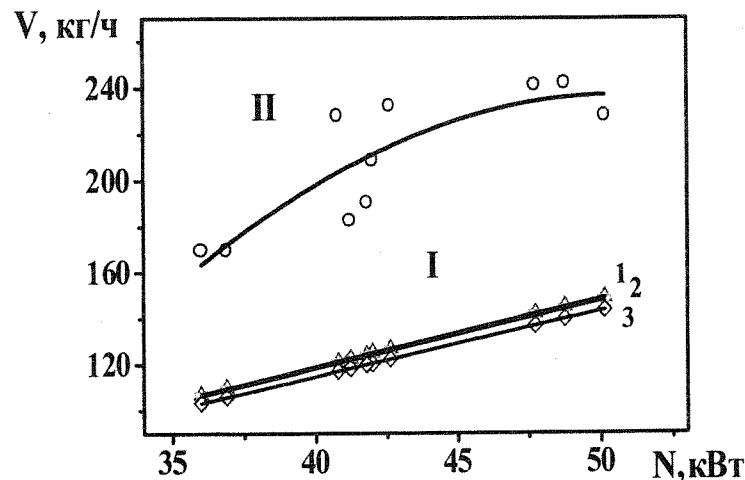


Рис.2. Область устойчивого горения открытой плазменной дуги в кольцевом канале муфеля плазменного розжига пылевидного топлива:

I — зона устойчивого горения; II — зона неустойчивого горения; 1, 2 и 3 — границы необходимой мощности для розжига соответственно угля, торфа и древесной шлифовочной пыли

Задачей эксперимента являлось исследование влияния расхода воздуха на плазменную дугу. В процессе эксперимента варьировали мощностью плазменного устройства (плазмотрона) и расходом газа.

По результатам эксперимента устойчивости дуги в кольцевом канале плазменного муфеля можно сделать вывод, что значения мощности плазмотрона, необходимой для стабильного розжига пылевоздушной смеси, составляет не более 1,5% от общей тепловой мощности установки [2] и находится в зоне устойчивой работы дугового разряда.

Литература:

1. Чурашов В.Н. Особенности перспективного развития энергетики Сибири // Энергетика в России и мире: Проблемы и перспективы. — М.: МАИК. «Наука/Интерпериодика», 2001.
2. Карпенко Е.И., Мессерле В.Е. Введение в плазменно-энергетические технологии использования твердых топлив. - Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997.