

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОЗЖИГА НИЗКОСОРТНЫХ ТОПЛИВ В ПЛАЗМЕННОМ МОДУЛЕ ОТКРЫТОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГОЙ

А.М. Шиляев, В.В. Дробчик, В.А. Клименов, Г.Г. Волокитин, А.А. Мандрик

Значительная доля технического твердого топлива, используемая для получения тепловой энергии, не соответствует расчетным характеристикам, установленным для их сжигания в топках котлоагрегатов и сушильных установок. Среди многих технических решений, применяемых для создания эффективных условий сжигания низкосортных топлив, разрабатываются методы, основанные на использовании плазменных устройств безмазутного воспламенения пылевоздушного твердотопливного факела [1,2]. При использовании таких устройств частицы топлива интенсивно взаимодействуют с высокотемпературным потоком электродуговой плазмы. При этом осуществляется резкий прогрев частиц, проходящих высокотемпературную зону, интенсифицируется выход летучих, обеспечивающих стабильно горящий факел. В основу эффективного использования устройств плазменного розжига легли следующие их достоинства.

1. Надежность и устойчивость работы электродуговой установки.

2. Экономичность преобразования электрической энергии в тепловую.

3. Простота варьирования мощностью в широких пределах, что важно в связи с изменением качества топлива.

4. Легкость автоматизации процесса благодаря низкой инерционности электродугового устройства.

Кроме того, с применением электродуговой плазмы возможно использование не дорогих топливных смесей, содержащих основную часть низкосортного топлива, такого как древесные отходы деревообрабатывающих предприятий, торф, шламы тепловых станций с невысоким содержанием горючих компонентов.

В лаборатории ТГАСУ «Плазменные процессы и аппараты» для исследования процессов плазменного розжига низкосортного твердого топлива открытой электрической дугой создана экспериментальная лабораторная установка [3], принципиальная схема которой представлена на рис.1.

Преимущество используемого устройства с горячей дугой между формирующим поток

плазмообразующего газа катодом и графитовым электродом (анодом) 3, заключается в том, что топливная смесь подается в плазменный муфель 4 где горит открытая электрическая дуга, обладающая более высокой степенью ионизации газа в зоне воспламенения топлива, по сравнению со струей линейного плазмотрона. Вследствие этого значительно повышается степень активации топлива при его термохимической подготовке.

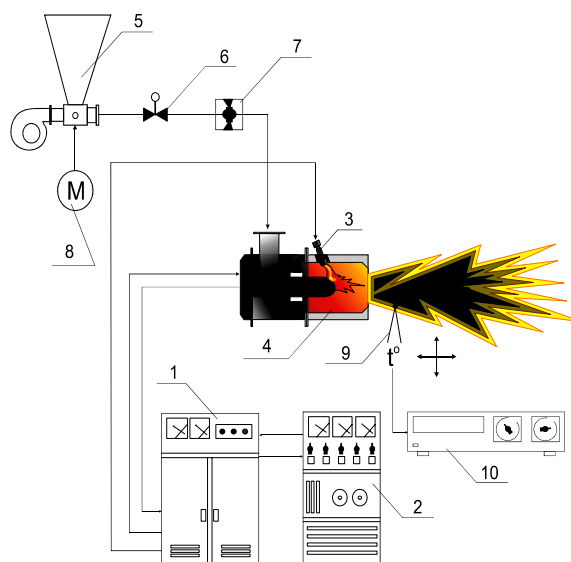


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 – источник питания; 2 – пульт управления; 3 – плазмотрон; 4 – плазменный модуль; 5 – питатель пылевидного топлива; 6 – шиберная заслонка; 7 – электромеханический ротационный расходомер; 8 – двигатель постоянного тока; 9 – термопара; 10 – милливольтметр

Для исследования эффективности розжига низкосортных топливных смесей на лабораторной установке проведена серия экспериментов, в процессе которых измеряли температуру горящего потока на оси факела на различных расстояниях от среза сопла плазменного модуля.

Топливо, используемое в эксперименте, состояло из смесей пылевидных каменных углей Кузбасского бассейна и шлифовочной древесной пылью завода ДСП г. Томска. В ходе экспериментального исследования

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОЗЖИГА НИЗКОСОРТНЫХ ТОПЛИВ В ПЛАЗМЕННОМ МОДУЛЕ ОТКРЫТОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГОЙ

варьировали расходом пылевидного смешанного топлива и воздуха, транспортирующего топливо в область горения электрической дуги. Измерения температуры проводились вольфрам-рениевой термопарой, установленной на координатном устройстве, позволяющем позиционировать её по оси факела с точностью 1 мм.

По полученным экспериментальным данным построены графики распределения температуры на оси факела при сжигании различных смесей топлива (рис.2 и 3).

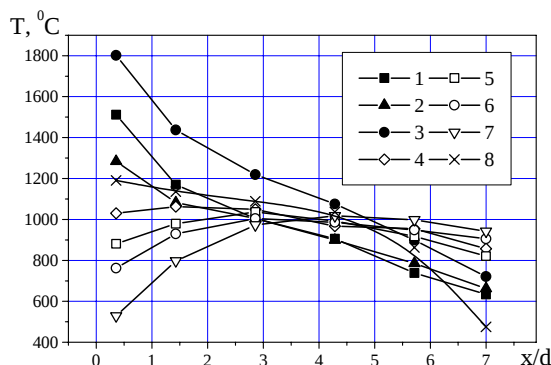


Рис.2. Распределение температур на оси факела при сжигании смешанного топлива (25% угля, 75% - древесины): 1 - $G_T=9,86$ кг/ч, $G_B=95$ кг/ч; 2 - $G_T=12,7$, $G_B=95$; 3- $G_T=15,5$, $G_B=95$; 4- $G_T=15,5$, $G_B=95$; 5- $G_T=9,86$, $G_B=95$; 6- $G_T=9,86$, $G_B=115$; 7- $G_T=16,9$, $G_B=115$; 1,2,3-плазменный розжиг ($N=30,4$ кВт), 4,5,6,7,8 – горение топлива; 8 – горение 100% древесины ($G_T=20$, $G_B=41,25$)

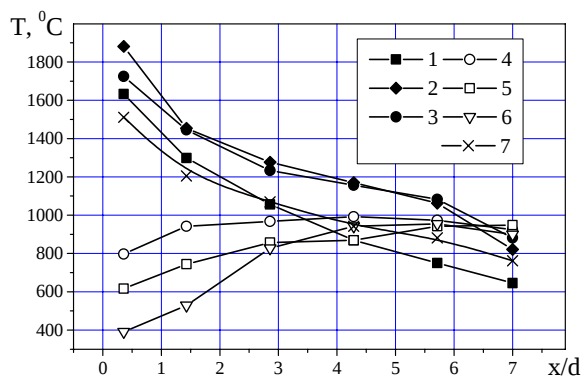


Рис.3. Распределение температур в факеле при сжигании смешанного топлива (75% угля, 25% - древесины): 1- $G_T=16,2$ кг/ч, $G_B=95$ кг/ч; 2- $G_T=24,32$, $G_B=95$; 3- $G_T=32,4$, $G_B=95$; 4- $G_T=32,4$, $G_B=95$; 5- $G_T=32,4$, $G_B=115$; 6- $G_T=32,4$, $G_B=108$; 1,2,3,7 – плазменный розжиг ($N=34,2$ кВт), 4,5,6 – горение топлива; 7 – горение 100% угля ($G_T=30$, $G_B=91$)

Следует отметить, что при снижении коэффициента избытка воздуха менее 0,2 уменьшается эффективность пневмотранс-

порта. Происходит оседание частиц топлива по всей длине плазменного модуля.

После разогрева плазменного модуля (5-7 минут) и при последующем отключении плазмотрона наблюдается стабильное самовоспламенение потока пылевоздушной смеси, который на срезе сопла плазменного муфеля обладает температурой порядка 600 – 900 °C. Максимальная температура достигается на расстоянии 3 – 4 калибров от устья факела, где происходит интенсивное горение частиц.

В процессе экспериментального исследования установлено, что при большем содержании в топливной смеси древесины максимальная температура газа в факеле наблюдается вблизи среза сопла плазменного модуля, это объясняется сгоранием большей части древесины в области взаимодействия частиц с плазменной дугой.

Замечено, что при малом содержании в смеси угольных частиц (до 25 %) факел удлиняется, это связано с более долгим горением летучих древесины в газовой фазе, обеспечивающим благоприятные условия для горения коксового остатка угля.

Из графиков, представленных на рис.2 и 3 видно, что при горении только древесной пыли наблюдается уменьшение длины факела (кривая 8 на рис.2), а при совместном сжигании древесины и угля (до 25%) факел стабилизируется и горит более устойчиво (кривые 5,6,7 на рис.2). При сжигании смеси с большим содержанием угля и незначительным добавлением древесины наблюдается увеличение температуры в устье факела (кривые 1,2,3 на рис.3) по сравнению с горением угля (кривая 7).

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что при использовании смешанного топлива возможен эффективный розжиг и стабилизация факела.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.Ф. Жуков, Р.А. Калинин, А.А. Левицкий, Л.С. Полак Плазмо-химическая переработка угля. М.:Наука, 1990. – 200 с.
2. М.Ф. Жуков, Е.И. Карпенко и др. Плазменная безмазутная растопка котлов и стабилизация горения пылеугольного факела. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1995.- 304 с.
3. Волокитин Г.Г., Шиляев А.М., Никифоров А.А., Карандашов С.К. Разработка сушильного агрегата с плазменным розжигом и стабилизацией горения твердотопливного пылевоздушного факела / Материалы всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительного материаловедения» (Томск, апрель 1998) – Томск, ТГАСУ 1998. – С. 176 – 177.