

Таким образом, для реализации паровой системы охлаждения лопаток первой ступени целесообразно использовать перегретый водяной пар низкого давления. Однако его применение возможно только в закрытой системе охлаждения сопловой лопатки, для охлаждения рабочей лопатки возможно применение водяного перегретого пара высокого давления.

Список литературы:

1. Тарасов А.И., Гуринов А.А., Чан Конг Шанг Сравнительная характеристика парового и воздушного охлаждения диска и лопаток газовой турбины // Энергетические и теплотехнические процессы и оборудывание. – 2006. - № 6. – С. 47-52.
2. Кислов О.В. Оценка потребного количества водяного пара для конвективного охлаждения лопаток газовой турбины конвертированного ГТД // Энергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2012. - № 8. – С. 42 – 44.

Получение тепловой энергии в процессе плазменной утилизации сульфатного лигнина

Пиунова К.Г., Каренгин А.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Лигнин как составная часть древесины, образующийся в значительных количествах при переработке древесины, наиболее трудноутилизуемый отход. [1]. По данным Международного института лигнина (International Lignin Institute) ежегодно в мире получают около 70 млн. т. технических лигнинов, но используется на промышленные, сельскохозяйственные и другие цели не более 2%. Остальное сжигается в энергетических установках или захоранивается в могильниках [2].

Щелочной (сульфатный) лигнин образуется на целлюлозных и целлюлозно-бумажных предприятиях при сульфатной варке древесины в количествах 30÷35% от исходного сырья и имеет достаточно постоянный состав [3]: зола 1,0÷2,5%; кислоты в расчете на серную – 0,1–0,3%; водорастворимые соединения – 9÷11%; смолистые соединения 0,3÷0,4%; лигнин Класона – 85%, а также сера, массовое содержание которой составляет 2,0–2,5%, в том числе несвязанной – 0,4÷0,9%.

Сульфатный лигнин (СФЛ) может служить сырьем для получения гранулированного активного угля, пористого кирпича, наполнителей пластмасс и др., но чаще всего оно используется как котельное топливо там же, где и было получено. Теплотворная способность абсолютно сухого лигнина составляет 5500÷6500 ккал/кг, 18-25% влажности – 4400÷4800 ккал/кг, а у лигнина влажностью 65% – 1500÷1650 ккал-кг. [3]. Однако, сжигание СФЛ в качестве котельного топлива в обычных энергетических установках является экологически небезопасным и приводит к образованию вредных и токсичных веществ (диоксины, бенз(о)пирены и др.) [4].

В данной работе показана возможность осуществления процесса плазменной утилизации СФЛ в воздушной плазме в виде оптимальных по составу горючих диспергированных водно-органических композиций, обеспечивающих его экологически безопасную и энергоэффективную переработку.

На первом этапе проведен расчет показателей горения различных по составу водно-органических композиций на основе СФЛ.

На рисунке 1 показано влияние содержания СФЛ и механических примесей (золы) на их адиабатическую температуру горения (Тад).

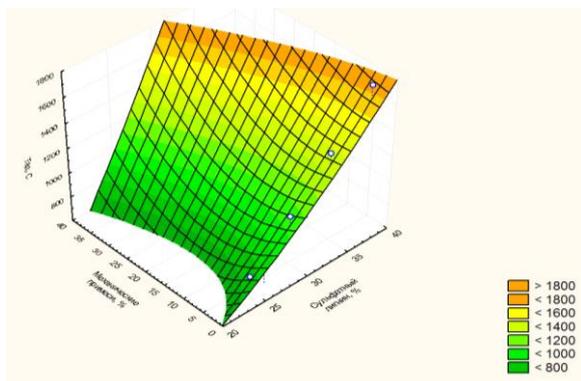


Рис. 1. Влияние содержания сульфитного лигнина и механических примесей на адиабатическую температуру горения водно-органических композиций.

По результатам проведенных расчетов определена оптимальная горючая водно-органическая композиция (ВОК) с максимальным содержанием СФЛ (70% вода :

30% СФЛ), имеющая адиабатическую температуру горения $T_{ад} \approx 1200$ °С и низшую теплотворную способность 6,34 МДж/кг. Плазменная утилизация 1 т/ч такой горючей ВОК ведет к получению 1,76 МВт·ч дополнительной тепловой энергии.

Для определения оптимальных режимов исследуемого процесса проведены расчёты равновесных составов газообразных и конденсированных продуктов плазменной утилизации СФЛ в виде оптимальной ВОК. Для расчётов использовалась лицензионная программа TERRA. Расчёты проведены при атмосферном давлении (0,1 МПа), в широком диапазоне температур (300÷4000 К) и для различных массовых долей воздушного плазменного теплоносителя (0,1÷0,95%).

На рисунке 2 представлены равновесные составы газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов плазменной утилизации оптимальной ВОК на основе СФЛ в воздушной плазме при массовой доле воздушного теплоносителя 64%.

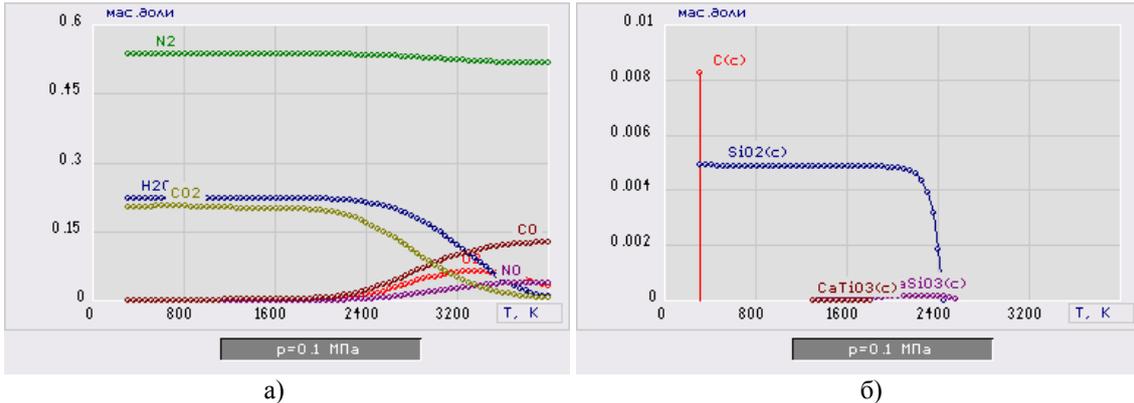


Рис. 2 Равновесный состав газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов плазменной утилизации ВОК на основе СФЛ в воздушной плазме: (64% воздух : 36% ВОК).

Из анализа равновесных составов следует, что при данной массовой доле воздушного теплоносителя (64%) и температурах до 1500 К образуются, в основном, газообразные продукты N_2 , CO_2 и H_2O , а в конденсированной фазе – $SiO_2(c)$. Наличие сажи $C(c)$ и CO указывают на то, что процесс плазменной утилизации оптимальной ВОК в воздушной плазме при этих условиях идёт в неоптимальном режиме.

Повышение массовой доли воздушного теплоносителя с 64% до 66% (рис. 4) приводит к исчезновению сажи и CO , что указывает на то, что процесс плазменной утилизации оптимальной ВОК на основе СФЛ идёт в оптимальном режиме.

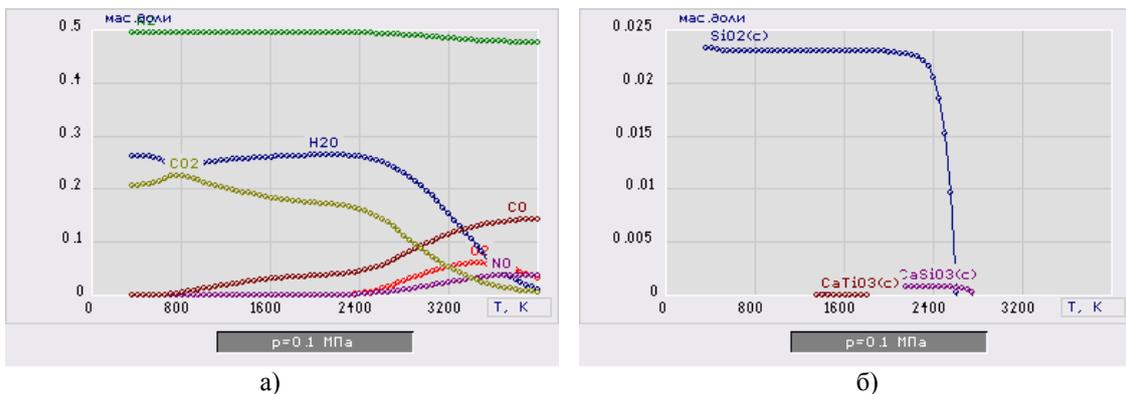


Рис. 3 Равновесный состав газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов плазменной утилизации ВОК на основе СФЛ в воздушной плазме (66% воздух : 34% ВОК)

С учетом полученных результатов могут быть рекомендованы для практической реализации исследуемого процесса следующие оптимальные режимы:

- состав горючей ВОК: (30% СФЛ : 70% вода);

- массовое отношение фаз: (66% Воздух : 34% ВОК);
- интервал рабочих температур 1200 ± 100 °С.

На рисунке 3 представлена схема плазменного стенда на базе ВЧФ-плазмотрона, предназначенного для экспериментальных исследований процесса плазменной утилизации СФЛ в виде горючих диспергированных ВОК в условиях воздушной неравновесной плазмы высокочастотного факельного разряда.

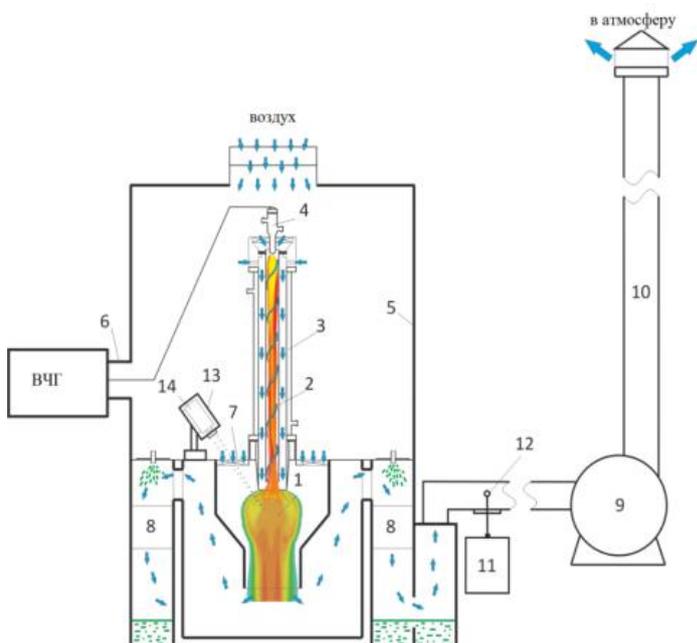


Рис. 3. Схема плазменного модуля на базе ВЧФ-плазмотрона:
 1 – диспергатор, 2 – ВЧФ-разряд, 3 – ВЧФ-плазмотрон; 4 – электрод, 5 – корпус; 6 – высокочастотный генератор ВЧГ8-60/13-01; 7 – импеллер реактора; 8 – узел «мокрой» очистки отходящих газов; 9 – вытяжной вентилятор, 10 – воздуховод, 11 – газоанализатор «Quintox» KM 9106, 12 – пробоотборник, 13 – защитный кожух пирометра, 14 – пирометр IPE 140/45

С учетом ранее полученных результатов, на данной установке были проведены экспериментальные исследования процесса плазменной утилизации сульфатного лигнина в виде горючих диспергированных водно-органических композиций, которые подтвердили рекомендованные режимы для исследуемого процесса.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании промышленных установок для плазменной утилизации сульфатных лигнинов, а также других горючих отходов предприятий целлюлозной и целлюлозно-бумажной промышленности.

Список литературы

1. Сарканена К.В., Людвиг К.Х. Лигнины. – М.: «Лесная промышленность», 1975. – 632 с.
2. Богданов А.В., Русецкая Г.Д., Миронов А.П., Иванова М.А. Комплексная переработка отходов производств целлюлозно-бумажной промышленности. – Иркутск: Издательство ИрГТУ, 2000. – 227 с.
3. Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств. – М., "Лесная промышленность", 1989 г., с.438-444.
4. Пестова Н.Ф. Сопродукты целлюлозно-бумажного производства. – Сыктывкар: СЛИ, 2013, - 77 с.
5. Венцюлис Л.С., Доченко В.К., Скорик Ю.И. Полидисперсные и смешанные топлива: экологический и экономические аспекты использования. СПб.: Издательство «Агусбук», 2009.

Эффективность теплоснабжения ТЭК на базе низкопотенциальной теплоты ТЭС

Ростунцова И.А., Конченко М.А.

*Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина,
г. Саратов, Россия*

Актуальной проблемой на ТЭС является утилизация вторичных энергетических ресурсов. Современные электростанции преобразуют в полезную электрическую энергию 30-40 % теплоты топлива, а остальное 60-70 % рассеиваются в окружающей среде. Поэтому использование в сбросной воде имеющихся тепловых ресурсов позволит обеспечить население продукцией теплично-овощных комбинатов (ТОК). Кроме экономии органического топлива улучшается состояние окружающей среды за счет снижения теплового загрязнения и уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу.