

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ КАМЕРЫ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВИТАНИЯ ЧАСТИЦ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ УГЛЯ И ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ РАСПЫЛЕНИИ

И.В. Чередник, Е.Д. Круподерова,
С.А. Янковский
Томский политехнический университет
Ivc@tpu.ru

Введение

Ежегодный рост потребления электроэнергии в мире составляет 2,4 %, это вызвано увеличением численности населения, развитием энергетики и производственных мощностей предприятий разного уровня. Около 26 % ТЭС в мире используют уголь в качестве основного топлива [1]. В настоящее время на угольных тепловых электрических станциях вырабатывается около 36% электроэнергии. Это связано с тем, что уголь доступен по низким ценам и широко распространенный вид топлива в мире, а цены на него достаточно низки и стабильны. Реализацией и добычей угля занимаются многие мировые угледобывающие предприятия [1,2].

Для многих ТЭС уголь доставляется с удаленных месторождений, что приводит к увеличению стоимости энергоресурсов более чем в 2,5 раза [1]. При сжигании энергетических твердых топлив с применением устаревших технологий производства тепла и электроэнергии происходит интенсивное выделение загрязняющих веществ [1 – 3].

Основные современные методы снижения вредных выбросов, образующихся при эксплуатации угольных ТЭС, разработаны достаточно давно [3]. Одним из решений экологической проблемы угольной энергетики может стать создание смесевых топлив на основе угля и древесины [3].

Экспериментальная ТЭС на смесевом топливе и в дальнейшем получившая статус самой мощной из генераторов, полностью работающих на угле и биотопливе (пеллетах) является станция Ironbridge расположенная в графстве Шропшир, Великобритания [4].

Для исследования возможности факельного сжигания в энергетических котлах топливных смесей на основе угля и биомассы необходимо изучить поведение измельченных частиц угля и древесины в потоке подаваемого горелкой в котлоагрегат смесевых топлив. С помощью традиционных камер видеофиксации исследовать такие процессы невозможно из-за отсутствия качественных изображений витающих частиц смеси угля и древесины, решением этой проблемы является использование высокоскоростных камер.

Подготовка топлива

Подготовка исследуемого топлива проводилась в соответствии с ГОСТ 10742-71 с последующим просеиванием в соответствии с ГОСТ 3306-88. Размер частиц исследуемых порошков угля составил менее 80 мкм, а древесины менее 200 мкм [5].

Полученные измельченные образцы угля марки 2Б и отходов деревообрабатывающего производства, загружались в оцинкованный барабан планетарной мельницы Pulverisette 6 с шарообразными мелющими телами диаметром 5 мм в массовом соотношении 1:1. После загрузки и установки барабана в мельницу проводился процесс смешения в течение 7 минут при скорости вращения 500 об/мин [5,6].

Методика экспериментальных исследований

Методика экспериментальных исследований по распылению смесевых топлив включает в себя экспериментальный стенд, подразумевающий возможность распыления под давлением мелкодисперсного топлива и последующая фиксация высокоскоростной камерой процессов распыла частиц. Экспериментальный стенд представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Лабораторная установка по исследованию видео и фотофиксации распыла топливных смесей.

Во время проведения исследований были определены оптимальные параметры настроек камеры для фиксации факела распыла топливных смесей. На рисунке 2 представлен кадр видеосъемки с частотой 500 кадров в секунду. На этом рисунке частицы угля и древесины имеют не четкие выраженные границы и определить витание частиц угля и древесины возможность отсутствует.

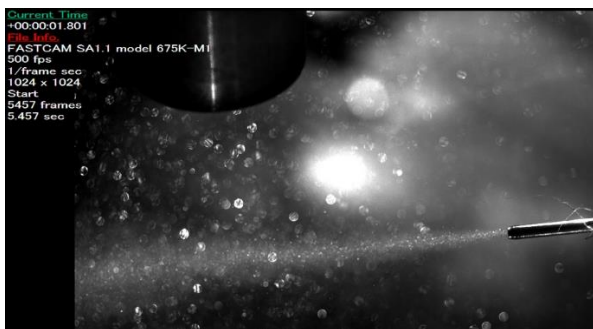


Рис. 2. Изображение потока частиц смешанного топлива при 500 кадров в секунду

На рисунке 3 представлен кадр видеосъемки с частотой 1000 кадров в секунду.

На этом рисунке четко различимы частицы угля и древесины. На кадре четко видно, как взаимодействуют топливные частицы между собой в исследуемом потоке.

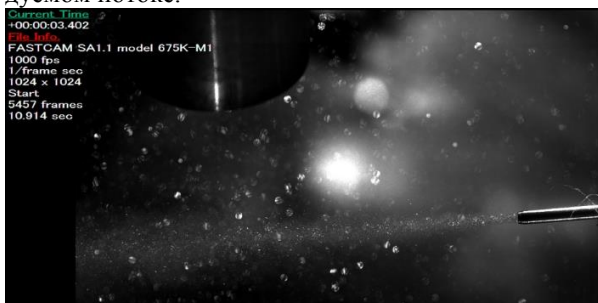


Рис. 3. Изображение потока частиц смешанного топлива при 1000 кадров в секунду.

Заключение

Представлена и обоснована необходимость использования высокоскоростной камеры для исследования поведения измельченных частиц смешанных топлив на основе угля и отходов деревообрабатывающих производств в потоке при их совместно распылении с целью обоснования возможности совместного сжигания новых энергетических топлив.

Список использованных источников

1. Долгушин И.А. Исследование и совершенствование схемы ТЭС с котлом ЦКС для повышения эффективности и улучшения экологических показателей: дис. канд. техн. наук: 05.14.14. - М., 2014. - 166 с.
2. Termuehlen H., Empsperger W. Clean and efficient coal fired power plants. New York: ASME Press; 2003 <https://www.asme.org>.
3. Федюхин А.В. Разработка комбинированной выработки тепловой и электрической энергии на основе исследования процессов пиролиза и газификации биомассы: дис. канд. техн. наук: 05.14.14. - М., 2014. - 157 с.
4. Ратнер С.В. «Зеленые» проекты энергетических компаний: экономические аспекты // Дайджест финансы. 2014. №2, С. 22-28.
5. Jankovskiy S., Luzhkovoj D., Larionov K., Matveeva A. Research of heating rates influence on layer coal gasification of krasnogorsky and borodinsky coal deposit // MATEC Web of conferences ser. "Smart grids 2015" 2015. С. 01026
6. Niu Z., Liu G., Yin H., Wu D., Zhou C. Investigation of mechanism and kinetics of non-isothermal low temperature pyrolysis of perhydrous bituminous coal by in-situ FTIR // Fuel. - 2016. - V.172. - P.1-1