

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАДЕРЖКИ ЗАЖИГАНИЯ ДИСПЕРГИРОВАННЫХ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

А.А. Толокольников, А.В. Губин, С.А. Янковский
Томский политехнический университет
anton.tolokolnikov1@gmail.com

Введение

Современные тенденции развития энергетической промышленности [1] направлены на увеличение доли выработки электрической и тепловой энергии путем использования возобновляемых источников энергии. Однако, устойчивая стоимость традиционных энергоносителей (газ, уголь, нефть) позволит сохранить им значительную долю в мировом балансе [2]. Применение биомассы, как иницирующей добавки в составе топливной смеси на основе традиционных углей является перспективным направлением развития энергетики в целом. Для стран, обладающих значительными лесными ресурсами, применение отходов лесопромышленных комплексов и применение лесных горючих материалов, является значительным энергетическим потенциалом на длительную перспективу [3].

С точки зрения развития угольной энергетики, совместное сжигание биомассы с углем [4] позволит снизить выбросы оксидов азота и серы, а также летучей золы, образующихся при сжигании твердых топлив.

Условия и характеристики зажигания смесевых топлив на основе широко распространённых углей и диспергированных отходов лесопиления (с содержанием древесной компоненты до 50 %) требуют углубленных исследований.

Подготовка топлива

Формирование смесевых топливных гранул актуально с точки зрения совместной утилизации мелкодисперсных угольных шламов и диспергированных отходов лесопромышленных производств.

Приготовление таких топлив осуществлялось методом холодного прессования под усилием гидравлического ручного пресса. Метод холодного прессования исключает затраты энергии на предварительную осушку твердых топливных смесей, их подогрев или дополнительное спекание. Твердотопливные смеси в различных концентрациях помещались в матрицу со сквозным отверстием диаметром 8 мм. Прессование осуществлялось пуансоном соответствующего диаметра, закрепленным на гидравлическом механизме пресса, давление осуществлялось с усилием 2 тонны метрической системой единиц.

Методика экспериментальных исследований

Методика экспериментальных исследований по изучению характеристик зажигания твердых смесевых топлив включает в себя экспериментальный стенд, подразумевающий собой слоевое сжигание топлива в печи в условиях интенсивного радиационного нагрева.

Для осуществления данной задачи предварительно сформированные топливные гранулы помещались в разогретую печь (диапазон температур от 600 °С до 800 °С с шагом 100 °С, колебания температуры внутри печи не превышали 1 – 2 °С). Размещение топливной гранулы в камере сгорания печи должно производиться без значительных температурных потерь.

Первичный экспериментальный стенд, принципиальная схема которого представлена на рисунке 1, включал в себя трубчатую печь на подвижной платформе с закрепленной с одной стороны подставкой для размещения высокочастотной видеокамеры для видеофиксации процесса задержки зажигания топливной гранулы.

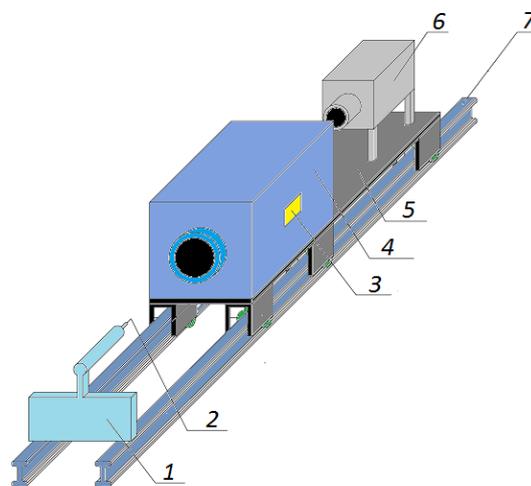


Рис. 1. Первичная экспериментальная установка по определению времен задержки зажигания смесевых топлив. 1 – Фиксатор; 2 – Образец; 3 – Табло управления; 4 – Высокотемпературная печь 5 – Подвижная площадка; 6 – Высокоскоростная камера, 7 – Пути для передвижения подвижной площадки

С противоположной стороны печи установлен держатель, на который помещалась топливная гранула. Посредством ручного перемещения подвижной платформы с печью на держатель с топливной навеской, производилась видеофиксация момента воспламенения топлива. Задержкой зажигания являлось время от попадания пластинки с топливной

гранулой в фокус камеры до появления свечения, характеризующего процесс воспламенения.

В процессе экспериментальных исследований на данном стенде выявлен значительный вклад конвективного теплообмена горячего воздуха с окружающей средой в камере сгорания в момент движения печи, что приводило к падению температуры и увеличению задержки зажигания топливной гранулы.

Для решения данной проблемы, процесс подачи топлива в камеру сгорания оптимизирован посредством использования автоматического координатного механизма.

Доработанный экспериментальный стенд, представленный на рисунке 2, который представляет собой установленную на неподвижной платформе терморегулируемую печь и автоматическое координатное устройство, закрепленное на специализированной модульной раме. Также на данной раме закреплена высокоскоростная камера.

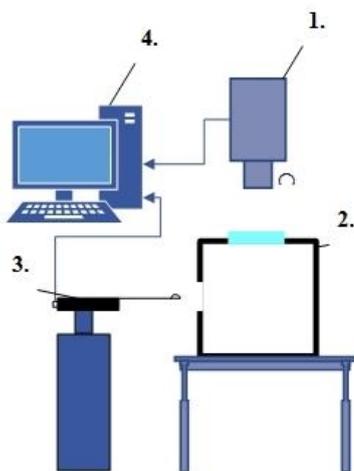


Рис. 2. Экспериментальная установка по определению времен задержки зажигания смесевых топлив с координатным устройством.

- 1 – Скоростная видеокамера, 2 – Регулируемая по температуре камера сгорания,
- 3 – Платформа координатного механизма для подачи навески топлива в камеру сгорания. 4 – Персональный компьютер

Координатное устройство помещает держатель с топливной гранулой в камеру сгорания. Устройство представляет собой систему платформ, приводимых в движение посредством специализированного программного обеспечения, установленного на персональном компьютере (рисунок 3).

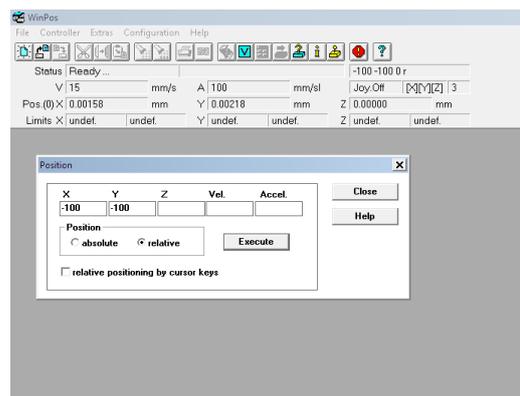


Рис. 3. Интерфейс программы

Данный метод исключает конвективную составляющую теплообмена нагретого в камере сгорания воздуха, так как печь неподвижна. Дополнительными преимуществами данного метода являются:

1. Повышение точности обработки результатов. Так как координатное устройство движется с равномерной скоростью, что позволяет достаточно точно определить момент появления в фокусе камеры топливной гранулы;
2. Ускорение процесса проведения экспериментальных исследований;
3. Возможность проведения экспериментальных исследований усилиями одного человека;

Заключение

Оптимизация подачи топлива с помощью автоматизированного координатного устройства позволяет проводить высокоточные экспериментальные исследования задержки зажигания твердых топливных смесей в режиме интенсивного радиационного нагрева без отвода тепла из камеры сгорания потоками воздуха.

Список использованных источников

1. World-Energy-Issues-Monitor / Registered in England and Wales // Published by the World Energy Council 2017.
2. Супранов В. М., Изюмов М. А., Росляков П. В. Исследование возможности работы котла ТПЕ-208 энергоблока № 1 Смоленской ГРЭС на непроектных углях // Теплоэнергетика. — 2011. — № 1. — С. 44–54.
3. Рыбников А.И., Гецов Л.Б., Можайская Н.В., Пигрова Г.Д., Дашунин Н.В. Оценка экономической эффективности внедрения энергосберегающих технологий в сфере теплоснабжения. // Теплоэнергетика. — 2012. — № 3. — С. 70–78.
4. Янковский С.А. Эффективность применения композитных топлив из угля и древесины в промышленной энергетике / Янковский С.А., Кузнецов Г.В. // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. — 2017. Т. 23. - №3. — С. 29 – 36.