

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТЕПЛООБМЕНА
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЖИГАНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ**

Вершинина К.Ю.

Научный руководитель: Глушков Д.О., к.ф.-м.н.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: dmitriyog@tpu.ru

**INFLUENCE OF HEAT TRANSFER CONDITIONS
ON IGNITION CHARACTERISTICS OF COAL DUST**

Vershinina K.Yu.

Scientific Supervisor: Glushkov D.O., Candidate of Physico-mathematical Sciences
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: dmitriyog@tpu.ru

The experimental research was carried out to define ignition characteristics for brown coal dust particles with sizes of 80 microns. The research was executed in conditions of conductive and convective methods of energy supply. Ignition delay times were determined in the temperature range from 670 K to 870 K. The experimental results can be used to develop predictive models of fire hazard for technological processes using pulverized coal.

Использование угольной пыли в качестве топлива на ТЭС для производства электрической и тепловой энергии связано с риском возникновения очагов нерегламентированных возгораний и взрывов [1, 2]. При свободном доступе воздуха и повышенных температурах создаются условия для возможного выполнения критериев зажигания угольной пыли. На ТЭС подобные условия могут выполняться в системах топливоподготовки, а также при контакте частиц угольной пыли с недостаточно изолированными нагретыми поверхностями технологического оборудования. В связи с этим интерес представляет исследование физико-химических процессов, протекающих при нагревании частиц угольной пыли конвективным (поток разогретого воздуха) и кондуктивным (при контакте с разогретой поверхностью) способами.

Целью работы является экспериментальное исследование характеристик зажигания угольной пыли при кондуктивном и конвективном нагреве. В качестве объекта исследования выбран бурый уголь Таловского месторождения. Размер частиц угля в полидисперсной смеси образца не превышал 80 мкм.

На рис. 1 приведена схема стенда №1, используемого для реализации кондуктивного способа нагрева. При проведении экспериментов образцы угольной пыли помещались на поверхность металлической пластины (сталь) (рис. 2а), для нагрева которой использовалась система индукционного нагрева 1 и 2. Для водяного охлаждения силовых элементов генератора и индукционной катушки, изготовленной из медной трубки, служит чиллер 3. Измерение и поддержание заданной температуры поверхности стальной пластины осуществлялось при помощи инфракрасного пирометра 4. Видеофиксация быстротекущих процессов в окрестности поверхности пластины в течение индукционного периода осуществлялась высокоскоростной видеокамерой 5. Сохранение и обработка видеозаписи при помощи специализированного программного обеспечения «Phantom Camera Control» выполнялась на персональном компьютере 6. Время задержки зажигания t_d определялось по видеозаписи и отсчитывалось до появления пламени.

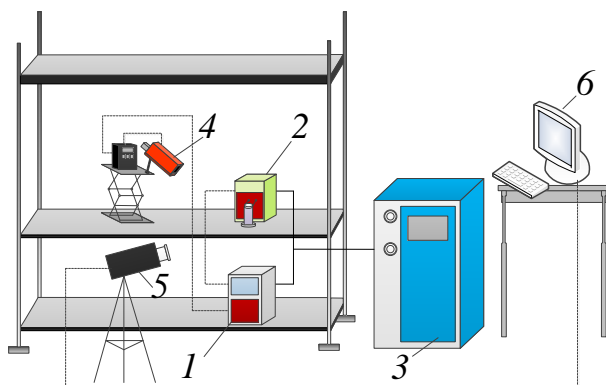
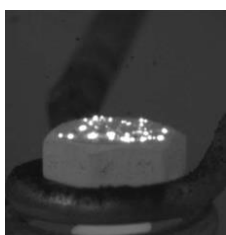


Рис. 1. Схема стенда №1: 1 – генератор; 2 – индукционный нагреватель; 3 – чиллер; 4 – инфракрасный пирометр; 5 – высокоскоростная видеокамера; 6 – персональный компьютер.



а



б

Рис. 2. Зажигание угольной пыли при кондуктивном (а) и конвективном нагреве (б)

Для исследования процесса зажигания угольной пыли при конвективном нагреве использовался стенд №2 (рис. 3).

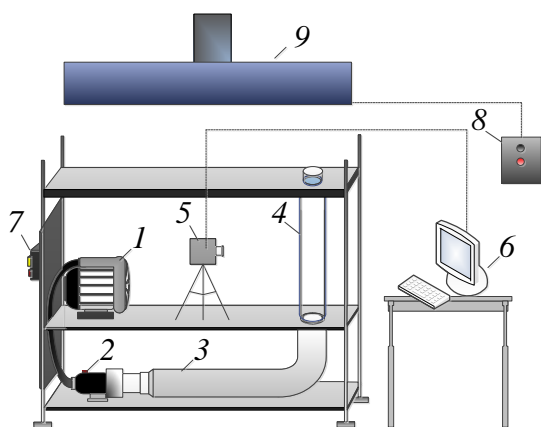


Рис. 3. Схема стенда №2: 1 – вентилятор высокого давления; 2 – воздушонагреватель; 3 – канал подачи прогретого воздуха; 4 – полый стеклянный цилиндр; 5 – высокоскоростная видеокамера; 6 – персональный компьютер; 7 – пульт управления нагревательной установкой; 8 – пульт управления вытяжной вентиляцией; 9 – вытяжная вентиляция.

В ходе эксперимента вентилятор высокого давления 1 нагнетал воздух с температурой окружающей среды на вход воздушонагревателя 2. Затем нагретый воздух проходил через канал 3 с тепловой изоляцией и подавался в полый стеклянный цилиндр 4, куда помещались образцы исследуемого топлива (рис. 2б). Видеофиксация быстропротекающих процессов внутри цилиндра 4 осуществлялась высокоскоростной видеокамерой 5. Сохранение и обработка видеозаписи при помощи специализированного программного обеспечения «Phantom Camera Control» выполнялась на персональном компьютере 6. После стабилизации температуры в канале 3 частицы угольной пыли помещались в полость стеклянного цилиндра 4. В момент ввода образца в газовый поток начиналась

видеофиксация процесса. Время задержки зажигания t_d определялось по видеозаписи и отсчитывалось до появления пламени.

Результаты экспериментов по зажиганию частиц пыли бурого угля представлены рис. 4 в виде зависимости времен задержки зажигания от температуры в условиях кондуктивного и конвективного нагрева в диапазоне температур от 670 К до 870 К.

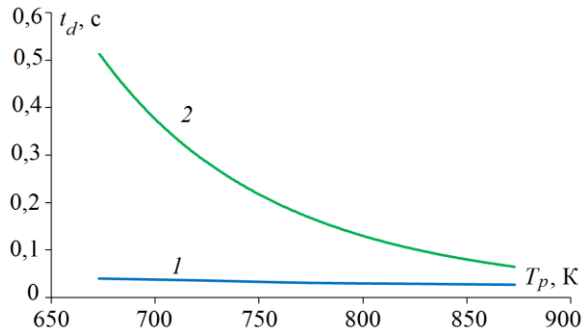


Рис. 4. Зависимости времен задержки зажигания частиц бурого угля от температуры пластины (1) и воздуха (2)

Видно, что зажигание частиц угля на поверхности пластины (рис. 4, кривая 1) характеризуется малым индукционным периодом – воспламенение частиц во всём рассматриваемом температурном диапазоне происходило за короткий промежуток времени, не превышающий 0,04 с.

При нагреве потоком воздуха (рис. 4, кривая 2) наблюдался более длительный процесс воспламенения частиц угольной пыли (по сравнению с нагревом на горячей пластине), что особенно выражено при температурах воздуха не более 750 К. В этом случае времена задержки зажигания превысили 0,25 с.

Экспериментальные исследования позволили установить, что процессы теплообмена протекают более интенсивно при кондуктивном нагреве частиц угольной пыли. Несмотря на это, оба способа подвода тепла привели к быстрому воспламенению частиц (t_d не более 0,6 с в диапазоне температур от 670 К до 870 К). Полученные данные о временах задержки зажигания частиц бурого угля могут быть использованы при оценке потенциальной опасности процесса нагрева угольной пыли в условиях реального технологического процесса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-03-31304 мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Захматов В.Д. Угроза государственной программе по энергетической независимости Украины – переводу газовых электростанций на угольную пыль // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22. – № 8. – С. 63–69.
2. R.C. Carini, K.R. Hules. Prevention, Detection, and Control of Coal Pulverizer Fires and Explosions. – Electric Power Research Institute, 2000. – 284 p.