

Высокие экологические характеристики при использовании водоугольного топлива, приготовленного из фильтр-кеков и низкосортного угля, характеризуется несколькими аспектами. С одной стороны, дымовые газы при использовании водоугольного топлива содержат крайне низкое количество оксидов серы и азота [7] в сравнении с пылеугольными котлами. С другой стороны использование фильтр-кеков в качестве топлива существенно сокращает проблемы связанные с их хранением и переработкой. Стоит также отметить, что фильтр-кеки по своим параметрам представляют собой практически готовое водоугольное топливо с оптимальным размером твердых частиц (менее 200 мкм).

Приготовление топливных составов с добавлением различных жидких горючих компонент позволяет существенно улучшить характеристики суспензий, такие как теплота сгорания, время задержки зажигания и полного сгорания. При использовании в качестве таких компонент отходов нефтяного происхождения так же решается задача безопасной и экономически целесообразной утилизации таких веществ с получением тепловой и электрической энергии. Основными горючими веществами органического происхождения для создания органоводоугольных топлив являются отработанные моторные и турбинные масла, мазут, продукты химической промышленности и другие подобные.

Литература

1. Kontorovich AE, Epov MI, Eder LV. Long-term and medium-term scenarios and factors in world energy perspectives for the 21st century, Russian Geology and Geophysics. 2014;55(5-6):534–43.
2. Xu M, Zhang J, Liu H, Zhao H, Li W. The resource utilization of oily sludge by co-gasification with coal. Fuel 2014;126:55–61.
3. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 4, April-2014.
4. Hui Wang, Xiumin Jiang, Minxiao Zhang, Yufeng Ma, Hui Liu, Shaohua Wu, A new fluidization-suspension combustion technology for coal water slurry // Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. – 2010. – V. 49. – I. 10. – P. 1017-1024.
5. Glushkov D.O., Syrodoy S.V., Zakharevich A.V., Strizhak P.A. Ignition of promising coal-water slurry containing petrochemicals: Analysis of key aspects // Fuel Processing Technology. 2016. V. 148. P. 224–235.
6. D. O. Glushkov, S. Yu. Lyrshchikov, S. A. Shevyrev, P. A. Strizhak Burning Properties of Slurry Based on Coal and Oil Processing Waste // Energy Fuels, 2016, 30 (4), pp 3441–3450.
7. Wenying Chen, Ruina Xu. Clean coal technology development in China // Energy Policy. 2010. V. 38. No. 5. P. 2123–2130.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЗАЖИГАНИЯ СУСПЕНЗИОННЫХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

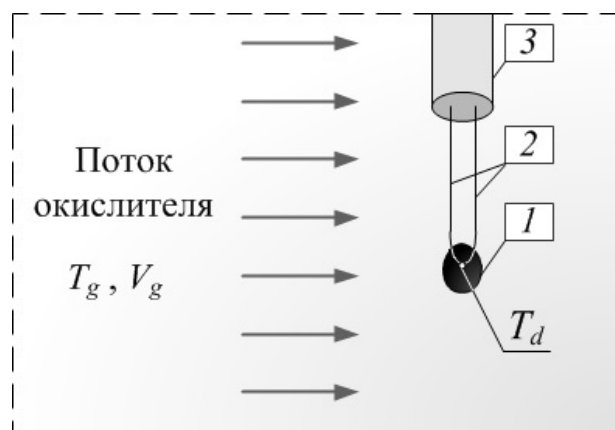
К.Ю. Вершинина

Научный руководитель д.ф.-м.н. П.А. Стрижак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Вовлечение отработанных и не востребуемых нефтепродуктов (масел, шламов) и отходов обогащения углей в энергетический сектор является важным шагом для утилизации широкой группы промышленных отходов и расширения топливной базы генерирующих предприятий. Реализация этого подхода возможна путем приготовления и сжигания в энергетических котлах водоугольных [1] и органоводоугольных топливных суспензий [3]. Особый интерес представляет перспектива низкотемпературного зажигания (температура окислителя на этапе инициирования горения не более 1000 К) [4], позволяющего использовать композиционное жидкое топливо как на этапе прогрева топочной камеры, так и в основном цикле работы котельного агрегата.

Цель работы – экспериментальное установление характеристик низкотемпературного зажигания капель



жидких композиционных топлив на основе отходов углеобогащения и отработанных нефтепродуктов.

В качестве компонентов органоводоугольных топлив использовались отходы обогащения (фильтр-кеки) углей марок К, Д и Г, отработанные турбинное, автомобильное масла, мазут. Экспериментальный стенд и методика проведения эксперимента, вычисления и регистрации исследуемых параметров аналогичны используемым в [2]. Капля топлива на спае малоинерционной платиновой термопары помещалась в поток разогретого воздуха (рис. 1). Начальный радиус капли (R_d) варьировался в диапазоне 0.5–1.5 мм. Температура и скорость движения потока окислителя варьировались в диапазонах 600–1000 К и 0.5–2 м/с.

Рис. 1. Внешний вид капли органоводоугольного топлива на спае малоинерционной термопары:
1 – капля органоводоугольного топлива, 2 – термопара, 3 – керамическая изоляция

Эксперименты позволили установить механизм зажигания капли органоводоугольного топлива и выделить следующие его стадии: инертный прогрев капли, испарение влаги, испарение жидкого горючего компонента и термическое разложение органической части угля, газофазная реакция окисления летучих и паров жидкого горючего компонента в разогретом воздухе, прогрев и гетерогенное зажигание коксового остатка.

В табл. 1 приведены значения минимальных температур окислителя, достаточных для устойчивого зажигания капель органоводоугольных топлив разных составов. Определяющими параметрами на стадии зажигания являются свойства как самого фильтр-кека, так и жидкого нефтепродукта. Установлено, что снижению пороговых температур зажигания способствует использование в суспензии фильтр-кеков с низкой зольностью, высоким содержанием летучих, а также жидких горючих компонентов с низкими температурами вспышки, зажигания и теплотой парообразования. Эти параметры твердого и жидкого горючих компонентов являются определяющим при прогреве органоводоугольного топлива, испарении и газофазном зажигании смеси паров и летучих. Как показали эксперименты, суспензии на основе отработанных моторного и турбинного масел характеризуются меньшими пороговыми температурами зажигания по сравнению с органоводоугольными топливами на основе мазута.

Таблица 1

Минимальные (пороговые) температуры зажигания одиночных капель органоводоугольного топлива на основе влажных отходов углеобогащения (фильтр-кеков) разных марок и жидких горючих нефтепродуктов ($R_d \approx 1$ мм; $V_g \approx 2$ м/с)

Жидкий горючий компонент	Фильтр-кек		
	Фильтр-кек каменного угля марки К	Фильтр-кек каменного угля марки Д	Фильтр-кек каменного угля марки Г
Отработанное автомобильное масло (10% масс.)	≈ 790 К	≈ 760 К	≈ 807 К
Отработанное турбинное масло (10% масс.)	≈ 825 К	≈ 780 К	≈ 820 К
Мазут (10% масс.)	≈ 830 К	≈ 805 К	≈ 850 К

Фильтр-кеки в исходном виде представляют водоугольную суспензию. Установлено, что для улучшения характеристик такой суспензии возможно использовать добавки жидких нефтепродуктов, а также обогащенного угля. В первую очередь, такие добавки приводят к увеличению теплоты сгорания суспензии. Кроме того, для составов на основе фильтр-кеков установлено снижение инерционности зажигания при увеличении массовой концентрации обогащенного угля (рис. 2, а). Установленные зависимости (рис. 2, а) можно объяснить влиянием соотношения тепловых эффектов фазовых переходов и реакций окисления при изменении концентрации компонентов органоводоугольного топлива. Теплота эндотермического фазового перехода (испарения) более чем в десять раз превышает аналогичный параметр для термического разложения органической части угля. Как следствие, с ростом концентрации обогащенного угля расходуется меньше энергии, аккумулированной каплей органоводоугольного топлива в течение инертного нагрева, на инициирование процесса горения. Наряду с этим возрастает концентрация летучих в окрестности капли органоводоугольного топлива, что ведет к ускорению зажигания газовой смеси, прогрева и гетерогенного зажигания коксового остатка.

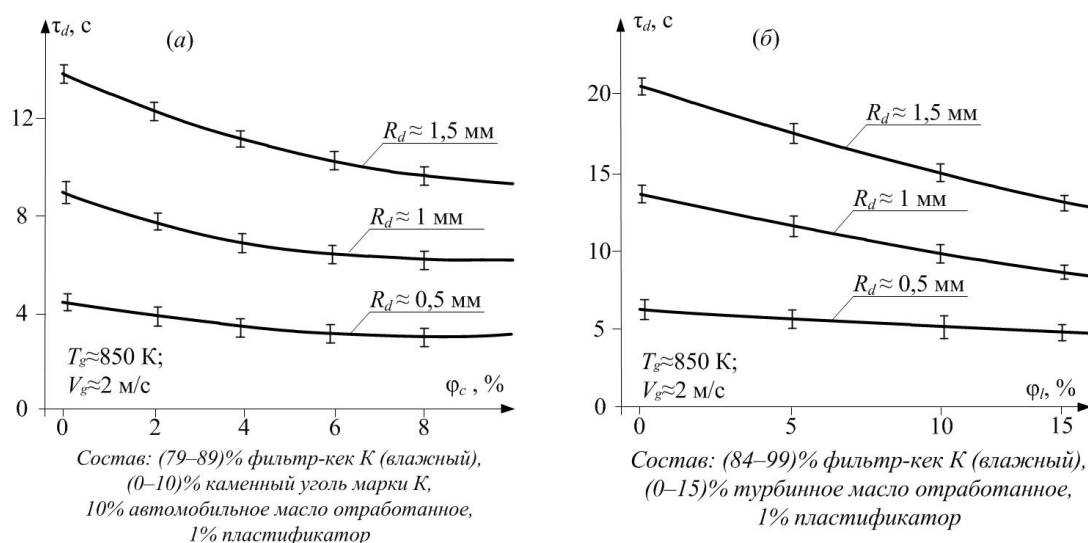


Рис. 2. Влияние массовой концентрации обогащенного угля марки К (а) и жидкого горючего компонента (б) на времена задержки зажигания одиночных капель органоводоугольного топлива

Снижению инерционности гетерогенного зажигания углерода фильтр-кека способствует также добавление в суспензию жидкого горючего нефтепродукта. Кривые, представленные на рис. 1, б иллюстрируют снижение времени задержки зажигания при увеличении концентрации отработанного турбинного масла в составе органоводоугольного топлива на основе отхода обогащения коксующегося угля. За счет горения паров жидкого горючего компонента в смеси с летучими и воздухом происходит интенсивный прогрев коксового остатка и его последующее гетерогенное зажигание.

В результате выполненных исследований установлена возможность устойчивого зажигания органоводоугольных топлив на основе отходов обогащения каменных углей и отработанных нефтепродуктов в диапазоне температур внешней газовой среды 790–850 К. Показано, что добавление жидких горючих нефтепродуктов и обогащенных углей приводит к снижению инерционности зажигания композиционных жидких топлив на основе отходов обогащения углей.

Исследования выполнены за счет средств гранта Российского Научного Фонда (проект № 15–19–10003).

Литература

1. Баранова М.П., Кулагина Т.А., Лебедев С.В. Сжигание водоугольных суспензионных топлив из низкометаморфизованных углей // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2009. – № 9. – С. 24–27.
2. Вершинина К.Ю., Глушков Д.О., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Отличия характеристик зажигания водоугольных суспензий и композиционного жидкого топлива // Химия твердого топлива. – 2016. – № 2. – С. 21–33.
3. Горлов Е.Г. Композиционные водосодержащие топлива из углей и нефтепродуктов // Химия твердого топлива. – 2004. – № 6. – С. 50–61.
4. Glushkov D.O., Kuznetsov G.V., Vysokomornaya O.V. Numerical research of heat and mass transfer during low-temperature ignition of a coal particle // Thermal Science. – 2015. – V. 19, № 1. – P. 285–294.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

А.С. Виноградов, Н.М. Космынина

Научный руководитель доцент Н. М. Космынина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время предприятия нефтегазового комплекса имеют большое и сложное энергохозяйство. В связи с удаленностью потребителей, находящихся вдали от централизованных источников электроэнергии (мощные тепловые, атомные электростанции, крупные узлы преобразования и распределения электроэнергии) повышенными требованиями по надежности энергоснабжения большое распространение получили дизельные электростанции.

Дизельные электростанции – это объединённые конструктивно генератор и дизельный двигатель. Они предназначены для использования в качестве автономного источника электроэнергии; для резервирования сетей ответственных потребителей, таких как заводы, цеха с непрерывными циклами производства. В этих случаях электростанция включается в работу только при отключении основной линии электропитания. Дизельные электростанции используются и в качестве постоянного источника тока для бесперебойной подачи электроэнергии. Примером таких объектов могут служить удаленные поселки, буровые установки, промысловые компрессорные и насосные станции, установки подготовки нефти, компрессорные и насосные станции магистральных трубопроводов [4].

В состав ДЭУ входят: двигатель, генератор, комплектное устройство автоматического управления, состоящее из шкафа управления (ШУДГ) и шкафа автоматики вспомогательного (ШАВ).

Принцип работы заключается в преобразовании механической энергии в электрическую. Топливо в дизельном двигателе воспламеняется. Вырабатываемая при этом энергия расширения газов преобразуется в механическую энергию вращения коленвала при помощи кривошипно-шатунного механизма. Ротор генератора при вращении возбуждает электромагнитное поле, которое в свою очередь создает в обмотке генератора индукционный переменный ток, подаваемый на выход потребителю.

Классификация и характеристика дизельных электростанций приведена в таблице 1[2,4]

Таблица 1

Характеристика дизельных электростанций

Конструктивные элементы	Охлаждение
генератор	Воздухом
синхронный	Водой
асинхронный	
двигатель	
Системы обеспечения	Агрегатность
подачи топлива	Один источник электроэнергии
подачи воздуха	Несколько источников электроэнергии
автоматического управления и контроля	