

**УДК 662.749.2**

И.А. АВГУСМАНОВ, студент гр. ТЭБ-211 (КузГТУ)  
Е.А. ЕРЕМЕЕВ, студент гр. ТЭБ-231 (КузГТУ)  
Научный руководитель К.Ю. УШАКОВ, к.т.н., доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ ЗАЖИГАНИЯ  
ВОДО-УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА**

В Указе о национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года одной из национальной целью определено экологическое благополучие, которое в реалиях нашей страны невозможно без рационального природопользования. К способам увеличения рациональности природопользования можно относить способы использования вторичных энергетических ресурсов или отходов различных производств. К таковым относятся шлам и кека обогатительных фабрик. Это сырьё имеет относительно высокие зольность и влажность, которые не позволяют его присоединить к общему энергетическому концентрату фабрик. Поскольку шлам и кека являются как правило вторичным продуктом угольного обогатительного производства, то они могут быть использованы в виде топлива, что может способствовать сокращению затрат на производство тепловой и электрической энергий. В настоящей работе предлагается рассмотреть возможность использования кека в качестве основы для водо-угольного топлива (далее – ВУТ). Целью данного исследования является экспериментальное установление параметров горения ВУТ.

Экспериментальные исследования проводились на установке, представленной на рисунке 1, по следующей методике: ВУТ в виде капли помещается на спираль; затем специальной выдвижным штативом вносится в камеру сгорания, в это же время включается запись камеры (это момент начала отсчета) в тот момент как образец только попал в печь; по истечению установленного времени нахождения образца в печи, штатив выдвигается обратно, затем осуществляется внешний осмотр образца (измеряется диаметр остатка) и по записи смотрится время начала горения и конца, также определяется объём загруженной капли по её остатку.

В исследовании использовался для ВУТ из кека с рабочей влажностью  $W_P = 45 \%$ . Класс крупности кека  $\leq 4$  мм. Скорость ввода образца в зону горения максимально возможная. Продолжительность выдержки образца в камере сгорания: 40 сек. Настройка камеры: количество кадров в секунду – 500 fps, время записи камеры  $\approx 40$  сек. Исследования процесса воспламенения и горения проводились при температурах 600, 700, 800,

900 °С. В рамках исследования были установлены при каких температурах воспламеняется ВУТ, время его воспламенения и продолжительность горения. Результаты сведены в таблице 1.



Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – высокоскоростная камера;  
2 – камера сгорания (муфельная печь); 3 – платформа с держателем;  
4 – шаговый двигатель; 5 – ПК для видео/фотофиксации

Таблица 1

Сводная таблица результатов исследования

Образец	$t_{\text{печь}} = 600^{\circ}\text{C}$			$t_{\text{печь}} = 700^{\circ}\text{C}$			$t_{\text{печь}} = 800^{\circ}\text{C}$			$t_{\text{печь}} = 900^{\circ}\text{C}$		
	Начало горения с	Конец горения с	Объём образца $\text{мм}^3$	Начало горения с	Конец горения с	Объём образца $\text{мм}^3$	Начало горения с	Конец горения с	Объём образца $\text{мм}^3$	Начало горения с	Конец горения с	Объём образца $\text{мм}^3$
ВУТ ( $W^p = 45\%$ )	Закоковался		113,1	Закоковался		113,1	16,15	23,004	179,59	9,62	14,55	113,1

По итогу экспериментальных исследований установлено, что при температуре в печи 600°С и 700°С ВУТ не воспламеняется, при 800°С горение началось через 16,15 секунд с момента попадания образца в печь,

длительность горения 6,854 с.; при 900°C горение началось через 9,62 секунды, длительность горения 4,93 с. Тем самым для организации сжигания ВУТ необходимо достижение температуры в топке не ниже 900°C.

Пример определения временных значений начала воспламенения и продолжительности горения с использованием высокоскоростной камеры представлен на рисунке 2.

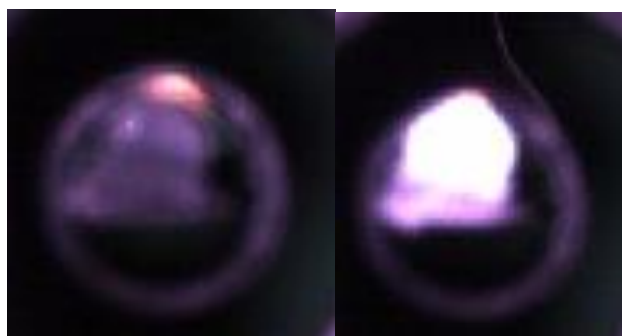


Рис. 2. Характерные кадры горения образцов ВУТа: слева – начало воспламенения образца при 800 °C; справа – завершение процесса горения образца при 800 °C

В ходе проведения исследования была установлена температура воспламенения ВУТ, период горения и время задержки зажигания, что даёт понимание в каких условия можно использовать данное топливо. Так ВУТ из представленного кека может быть использовано в промышленном котельном агрегате с условием поддержания температуры в топке не ниже 900°C, то есть с использованием дополнительной подсветки

В ходе исследования выбрана двухуровневая структура системы сбора и обработки данных процесса диагностики тиристорных преобразователей напряжения электропривода буровой лебедки на базе двигателей постоянного тока. Сигнал с датчиков тока, напряжения и температуры нижнего уровня обрабатывается блоками верхнего уровня. Передача данных осуществляется с использованием технологии тегов. Сигнализация о предельном режиме работы, который приводит к отказу тиристора, обеспечивается воспроизведением речевого звукового сигнала. Воспроизведение возможно с использованием портала web-контроля. Направление дальнейших исследований связано с построением терминологической системы для синтеза голосовых сообщений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта № 075-03-2024-082/2 от 15.02.2024 г. (FZES-2024-0001).

Список литературы:

1. Указ о национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года.

Информация об авторах:

Авгусманов Иван Алексеевич, студент группы ТЭб-211, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, iavgusmanov@mail.ru

Еремеев Егор Артемович, студент группы ТЭб-231, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, erem.eg@mail.ru.

Ушаков Константин Юрьевич, к.т.н., доцент каф. теплоэнергетики, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории катализа и преобразования углеродсодержащих материалов с получением полезных продуктов, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, ushakovkju@kuzstu.ru.