

Рис. 2. Структура системы РАС

Добавление к системе РАС сервера телекоммуникации и устройств для сбора данных режима позволяет осуществить системы: телемеханики «НЕВА-ТМ», сбора и передачи информации (ССПИ), обмена технологической информацией с автоматизированной системой системного оператора (СОТИ АССО).

Системы ТМ, ССПИ, СОТИ АССО создаются для сбора информации об оборудовании объекта электроэнергетики, обработки собираемой информации, отображения информации на рабочих местах пользователей систем передачи информации на уровень диспетчерской службы предоставления собираемой информации в другие подсистемы АСУТП объекта.

Система телемеханики обеспечивает высокую скорость, достаточную точность и надежность сбора, передачи информации. Все используемые в системе элементы оборудования рассчитаны на продолжительный режим эксплуатации, работы по обслуживанию и конфигурации выполняются без исключения из работы системы.

Литература

1. АСУ ТП [Электронный ресурс]. – обращение к документу 10.02.2021 г. <https://www.energosoyuz.spb.ru/ru/content/asu-tp> - Загл. с экрана;
2. Стандарт организации ПАО «РОССЕТИ». Требования к технологическому проектированию цифровых подстанций напряжением 110-220 кВ. СТО 34.01-21-004-2019;
3. Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС». Типовые технические требования к организации и производительности технологических ЛВС в АСУ ТП ПС ЕНЭС СТО 56947007- 29.240.10.302-2020.
4. Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС». Типовые технические требования к функциональной структуре автоматизированных систем управления технологическими процессами подстанций Единой национальной электрической сети СТО 56947007- 25.040.40.227-2016.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТОПЛИВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ

Паушкина К.К.

Научный руководитель - доцент Д.О. Глушков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день одной из основных экологических проблем во всем мире являются высокие темпы производства и накопления промышленных и коммунальных отходов. Только на территории Российской Федерации на полигонах уже накоплено и хранится более 94 млрд. т твердых отходов, которые занимают площадь более 150 тыс. гектар [1]. Ежегодно во всем мире производится более 2,1 млрд. т твердых коммунальных отходов [4].

Мусоросжигание – это один из самых эффективных способов утилизации отходов, но проектирование, строительство и эксплуатация технически сложных промышленных объектов являются экономически затратными мероприятиями. Для сжигания твердых коммунальных отходов (ТКО) рационально использовать существующие объекты с развитой инфраструктурой, например, угольные ТЭС и котельные. После модернизации систем топливоприготовления и топливоподачи угольные котлы можно использовать для работы на композиционном жидком топливе, состоящем из отходов углеобогащения (или смеси низкосортного угля с водой), отработанных масел и горючих ТКО (бумага, древесина, пластик, резина). Актуальной задачей для разработки основ технологий применения композиционных топлив на практике является исследование характеристик зажигания и горения одиночных капель перспективных топливных составов при добавлении в небольших количествах (до 20%) типичных ТКО.

Данная работа проводилась с целью экспериментального изучения процессов зажигания и горения одиночных капель группы составов жидких композиционных топлив, отличающихся как дополнительными компонентами из числа типичных горючих ТКО, так и их концентрацией.

Исследование выполнено для трех групп составов композиционного топлива на основе фильтр-кека (ФК). Фильтр-кек – это отход углеобогащения, состоящий из мелкодисперсной (не более 80 мкм) угольной фракции с добавлением воды (массовая концентрация около 50%). Фильтр-кек является экологически опасным отходом, так как при складировании на открытых полигонах вода из него испаряется, и сухая угольная пыль и разносится ветром на огромные площади приводя к осложнению экологических проблем в близлежащих районах.

Для приготовления рассматриваемых в данной работе составов композиционного жидкого топлива использовалась методика [2, 3]. Каждая из основных горючих фракций ТКО (пластик, резина, древесина, картон) измельчалась при помощи мельницы до дисперсности менее 140 мкм. Далее готовились три группы топливных составов. Первые две группы составов получались при перемешивании ФК и ТКО с разной концентрацией последнего (10 и 20%). Третья группа составов состояла из ФК, ТКО и отработанного турбинного масла (70% - 20% - 10%). Также эксперименты проводились с базовыми составами: ФК без добавления каких-либо компонентов, смесь 90% ФК и 10% отработанного турбинного масла (без добавления ТКО).

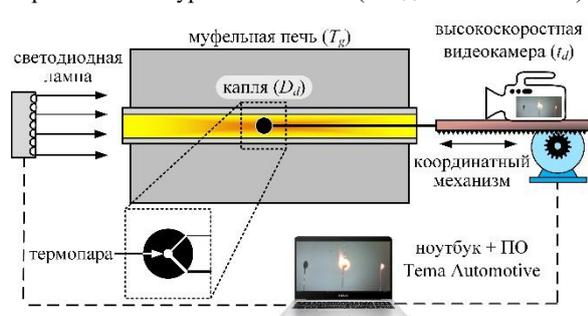


Рис. 1. Схема экспериментального стенда

Зажигание и горение одиночных капель композиционных топлив, сгенерированных электронным дозатором Finnpiptette Novus, исследованы с использованием экспериментального стенда на рис. 1. При идентичных начальных условиях проводились циклы из 5–7 экспериментов. Основным элементом стенда (рис. 1) является муфельная печь Loiplf50/500-1200, во внутреннюю прогретую (T_g) полость которой вводилась капля топлива на держателе. Перемещение капли производилось при помощи координатного механизма СПШ20-23017/2000Z. Процессы прогрева, зажигания и горения регистрировались высокоскоростной видеокамерой Phantom V411. Посредством отслеживания в алгоритме Threshold (ПО Tema Automotive) светимости капли во времени регистрировались времена задержки зажигания (t_d) каплей (случайные погрешности для серий экспериментов – менее 10%, систематические погрешности – менее 3%).

В результате экспериментальных исследований с использованием высокоскоростной видеорегистрации выделена совокупность стадий взаимодействия одиночной капли топливной композиции с разогретым воздухом: инертный прогрев, испарение воды с приповерхностного слоя, термическое разложение твердых горючих компонентов (уголь и ТКО), смешение горючих газов и паров с окислителем, воспламенение и выгорание газовой смеси, прогрев твердого остатка, его гетерогенное зажигание и горение.

В результате проведенных измерений были построены (рис. 2) области гарантированных времен задержки зажигания топливных композиций в условиях, приближенным к реальным условиям в топках котлов – T_g варьировалась от 600 до 1000 °С. Минимальные значения времен задержки зажигания характерны для высоких температур окружающего воздуха и составляют порядка 3 с; максимальные, соответственно, типичны для низких температур и достигают 25 с. Кроме того, для всех групп составов были построены температурные тренды процесса взаимодействия капель с разогретым окислителем (рис. 3): температура в центре капли достигает максимальных значений в 1300 °С при сжигании составов, содержащих 10% отработанного масла, что положительно влияет на снижение концентраций диоксинов и фуранов в дымовых газах [5].

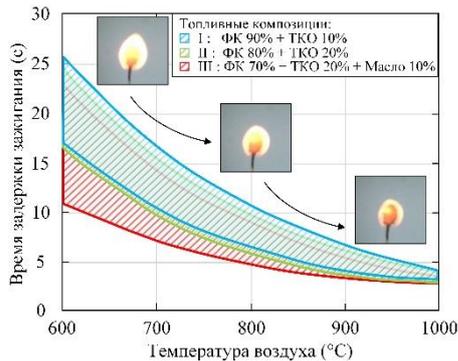


Рис. 2. Области (выделены цветом) времен задержки зажигания для трех групп составов композиционного жидкого топлива

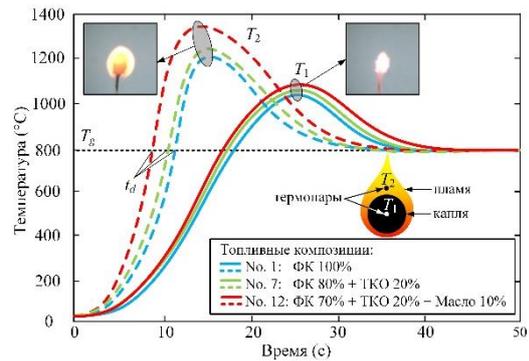


Рис. 3. Изменение температуры каплей начальным диаметром 2 мм разных составов композиционного жидкого топлива в течение индукционного периода при $T_g=800\text{ }^\circ\text{C}$

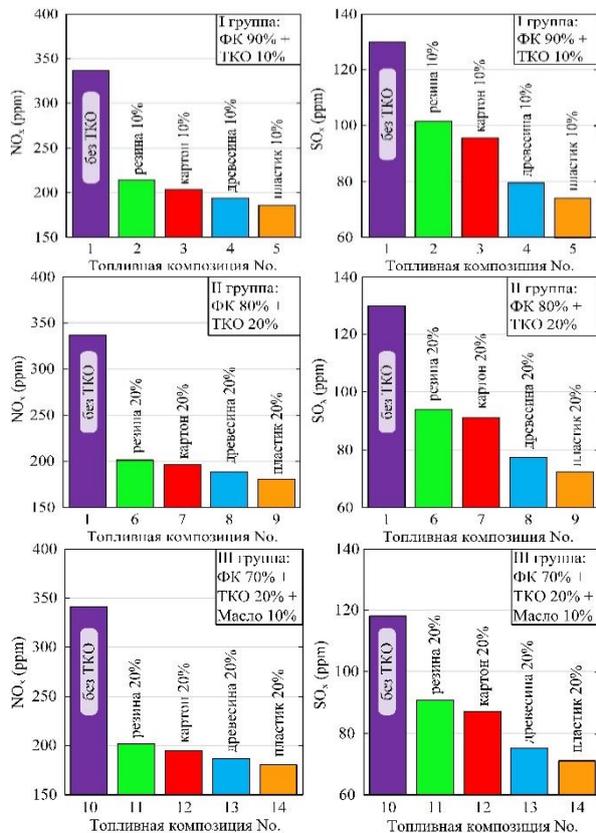


Рис. 4. Нормированные (по теплоте сгорания ФК) концентрации NO_x и SO_x в газообразных продуктах сгорания для трех групп составов композиционного жидкого топлива

Анализ состава продуктов сгорания с помощью газоанализатора Testo 340, который монтировался на стенде (рис. 1) вместо видеокамеры. Концентрации оксидов углерода при сжигании топлива с компонентами ТКО отличаются менее существенно по сравнению с оксидами азота и серы и составляют: CO_2 – 16–18%, CO – не более 370 ppm. При добавлении в состав композиционного топлива разных ТКО наибольшие отличия концентраций NO_x составляет 50% (150 ppm), SO_x – 40% (50 ppm). Такие отличия являются существенными, т.к. максимальные концентрации NO_x и SO_x в продуктах сгорания исходного ФК составляют 340 ppm и 130 ppm, соответственно. Для составов с 20%-й добавкой ТКО концентрации NO_x и SO_x меньше на 5–10% по сравнению с соответствующими составами при 10%-й добавке ТКО. В случае добавления в топливо отработанного масла концентрации NO_x и SO_x больше на 18–22% и на 10–12% по сравнению с соответствующими составами без добавления горючей жидкости. Т.о., чем больше ТКО в составе композиционного топлива, тем меньше в газообразных продуктах сгорания оксидов серы и азота по сравнению с чистым ФК без ТКО. Ухудшение экологических характеристик, связанное с добавлением отработанных масел, не превышает предельно допустимые концентрации выбросов загрязняющих веществ котлов для сжигания твердого топлива. Резюмируя вышесказанное, можно утверждать, что полученные результаты являются основой для разработки экономически, энергетически и экологически эффективных технологий утилизации твердых коммунальных отходов с выработкой энергии при путем сжигания в составе композиционных топлив в топках котлов.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18-43-700001 p_a.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mnr.gov.ru/docs/>.
2. Glushkov, D. Co-combustion of coal processing waste, oil refining waste and municipal solid waste: Mechanism, characteristics, emissions [Text] / D. Glushkov, K. Paushkina, D. Shabardin // Chemosphere. – 2020. – V. 240. – Article number. 124892. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.124892.
3. Glushkov, D. Influence of organic coal-water fuel composition on the characteristics of sustainable droplet ignition [Text] / D. Glushkov, D. Shabardin, P. Strizhak, K. Vershinina // Fuel Processing Technology. – 2016. – V. 143. – P. 60–68. DOI: 10.1016/j.fuproc.2015.11.014.
4. Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 – Washington, DC: World Bank, 2018. – 274 p.
5. Tugov, A. Experience of using municipal solid waste in the energy industry (An Overview) [Text] / A. Tugov // Thermal Engineering. – 2015. – V. 62(12). – P. 853–861. DOI: 10.1134/S0040601515120125.