

**О ЗАЖИГАНИИ КАПЕЛЬ ЖИДКИХ КОМПОЗИТНЫХ ТОПЛИВ  
В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

**Т.Р. Валиуллин**

Научный руководитель профессор П.А. Стрижак

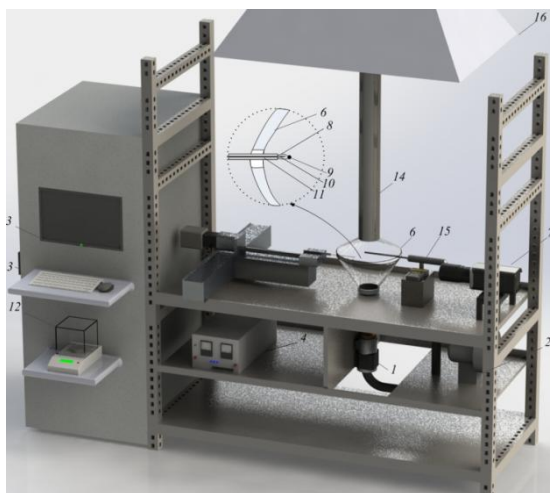
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В последние десятилетия в качестве перспективных водоугольных (ВУТ) [1] рассматриваются органоводоугольные топливные (ОВУТ) суспензии, полученные на основе нефтей и продуктов их переработки, различных горючих жидкостей и углей, объемы которых ежегодно растут [8]. Создание технологий энергоэффективного и экологически чистого сжигания ВУТ и ОВУТ позволит утилизировать в промышленных масштабах многочисленные отходы. Объемы использования угля к 2020 году могут значительно увеличиться, что приведет к существенному возрастанию отходов [2, 3].

Целью исследования является определение условий и интегральных характеристик зажигания жидких композиционных топлив (ОВУТ) при температурах менее 1000 К в потоке окислителя, достаточны для эффективного сжигания в теплоэнергетических установках в условиях низких температур [4, 5].

Одно из перспективных направлений определения интегральных характеристик процессов сжигания ОВУТ – зажигание одиночных капель в режиме витания в специализированной камере сгорания, изготовленной из оптически прозрачного кварцевого стекла. Эксперименты проводились с использованием стенда, схема которого приведена на рис. 1.

Используемый экспериментальный метод по определению интегральных характеристик зажигания капель ОВУТ, соответствует наиболее приближенным процессам, которые протекают в реальных теплоэнергетических установках.



*Рис.1. Схема экспериментального стенда: 1 – воздухонагреватель; 2 – нагнетатель; 3 – пульт управления; 4 – блок питания и управления координатного механизма; 5 – координатный механизм; 6 – камера сгорания; 7 – высокоскоростная видеокамера; 8 – нихромовая нить; 9 – капля топливной композиции; 10 – режущий элемент; 11 – металлические полые стержни; 12 – весы; 13 – персональный компьютер; 14 – гофрированный термоизолированный канал; 15 – цифровой измеритель температуры (в комплекте с хромель-алюмелевой термопарой); 16 – вытяжная вентиляция.*

В процессе проведения экспериментов регистрировались параметры: температура ( $T_g$ ) и скорость движения ( $V_g$  на входе в камеру сгорания, т.е. в ее нижней цилиндрической части) воздуха (окислителя); размер (радиус  $R_d$ ) и масса ( $m_d$ ) капли топливной композиции; время введения капли в камеру до сброса ( $\tau_m$ ); время задержки зажигания ( $\tau_d$ ). Для проведения экспериментов использовались уголь марки «Б2», кек «К», отработанное моторное и турбинное масло. Результаты экспериментальных исследований по определению времени задержки зажигания ОБУТ представлены на рис. 2 и рис. 3.

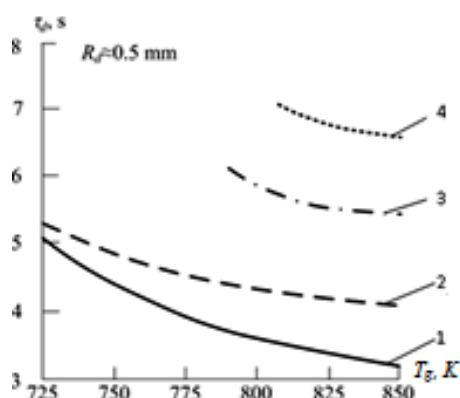


Рис.2. Зависимость времени окислителя при впитании в камере сгорания задержки зажигания капель ОБУТ от температуры

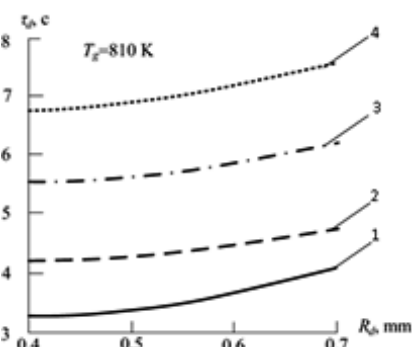


Рис.3. Зависимость времени задержки зажигания капель ОБУТ от их размера при впитании их в камере сгорания.

В условиях режима впитания капли регистрировалось снижение времени задержки зажигания по сравнению с наиболее распространённым подходом к определению характеристик зажигания и горения [6, 7]. Установлено, что, в среднем, сокращение времени задержки зажигания (при сравнении этих режимов) составляло от 0,5 с до 4 с, а также диапазоны температур зажигания и горения от 700 К до 1000 К.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект 15-19-10003).

#### Литература

1. Горлов Е.Г. Композиционные водосодержащие топлива из углей и нефтепродуктов // Химия твердого топлива. 2004. № 6. С. 50–61.
2. BP Statistical Review of World Energy. 2015. <http://www.bp.com>.
3. Coal Information. International Energy Agency. 2015. <http://www.iea.org/>
4. Glushkov D.O., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Low-Temperature Ignition of Coal Particles in an Airflow // Russian Journal of Physical Chemistry B. 2015. V. 9. № 2. P. 242–249.
5. Glushkov D.O., Strizhak P.A., 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.
6. Glushkov D.O., Shabardin D.P., Strizhak P.A., Verzhinina K.Yu. Influence of organic coal-water fuel composition on the characteristics of sustainable droplet ignition // Fuel Processing Technology. 2016. V. 143. P. 60–68.
7. Kijo-Kleczkowska A. Combustion of coal-water suspensions. Fuel 2011;90(2):865–77.

**СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ.  
СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ  
АРКТИКИ**

---

8. Kontorovich A.E., Epov M.I., Eder L.V. Long-term and medium-term scenarios and factors in world energy perspectives for the 21st century // Russian Geology and Geophysics. 2014. V. 55. № 5-6. P. 534–543.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ СОХРАНЕНИЯ ПОНИЖЕННЫХ  
ТЕМПЕРАТУР ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ В СЛЕДЕ КАПЕЛЬНОГО ПОТОКА**

**И.С. Войтков**

Научный руководитель профессор П.А. Стрижак

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

**Ведение**

Тщательный подход к вопросам пожарной безопасности на промышленных предприятиях обусловлен, прежде всего, тем, что развитие промышленности неизбежно сопровождается ростом числа пожаров и возгораний на производствах, которые зачастую приводят к самым катастрофическим последствиям. Сегодня все больше ужесточаются правила и требования к персоналу, вводятся в эксплуатацию современные системы автоматического пожаротушения на базе микропроцессорных комплексов, предлагаются разнообразные методы ликвидации возгораний и подачи тушащих составов в зону пожара, одним из самых распространенных из которых является использование распыленной воды при локализации и ликвидации возгораний [2-4]. Тем не менее, до настоящего времени не получено достоверной экспериментальной информации о диапазонах изменения температур продуктов сгорания при воздействии на них капельным потоком, а также значениях характерных времен сохранения пониженных (относительно начальных) температур продуктов сгорания в следе последнего.

Цель настоящей работы – экспериментальное исследование динамики изменения температуры продуктов сгорания в следе капельного потока при его движении в пламени.

**Экспериментальный стенд и методы исследований**

При проведении исследований использовался экспериментальный стенд (рис.1, а) для диагностики двухфазных газо-, парожидкостных потоков, работающий на базе панорамных оптических методов «Particle Image Velocimetry» (PIV) и «Shadow Photography» (SP). Для регистрации температур газовой среды ( $T_g$ ) в следе капельного потока применялся измерительный комплекс «National Instruments». По основным элементам установка аналогична использованной в экспериментах [1].

В ходе проведения каждого эксперимента внутренняя полость цилиндра (горелки) предварительно наполнялась керосином в количестве 250 мл. Инициировалось его зажигание. В трех по высоте цилиндра точках размещались термомпары. Осуществлялся распыл воды во внутреннюю полость цилиндра и проводилась непрерывная регистрация температуры продуктов сгорания. Данные сохранялись на персональном компьютере, где впоследствии выполнялась их обработка и определение характерных значений перепада температур ( $\Delta T_g$ ), а также времен ( $\tau$ ) сохранения пониженных (относительно начальных) температур продуктов сгорания в следе капельного потока. Параметр  $\tau$  представлял временной интервал от начала снижения температуры продуктов сгорания до момента полного восстановления ее первоначального значения. Погрешность определения значений времен  $\tau$  не превышала 1 с.