

ТЕПЛОФИЗИКА И ГИДРОДИНАМИКА

УДК 544.452.1

DOI: 10.17223/00213411/68/5/11

Особенности зажигания микрочастиц бурого угля лазерным излучением с различной структурой*Б.П. Адуев¹, И.Ю. Лисков¹, А.Ю. Митрофанов¹, Д.Р. Нурмухаметов^{1,2}¹ Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия² Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Рассмотрены особенности зажигания углей с использованием различных режимов работы лазеров: непрерывного излучения иттербиевого лазера ($\lambda = 1070$ нм), импульсного излучения неодимового лазера ($\lambda = 1064$ нм), работающего в режиме свободной генерации ($\tau_n = 120$ мкс) и режиме модуляции добротности ($\tau_n = 12$ нс). Показано значительное различие в кинетических, спектральных и энергетических характеристиках зажигания микрочастиц бурого угля в трех использованных режимах.

Ключевые слова: лазерное излучение, уголь, зажигание, горение, кинетика свечения, нестационарная спектроскопия пламени.

Введение

Лазерное излучение получило практическое применение для воздействия на энергетические материалы, например, для инициирования светочувствительных оптических детонаторов штатных взрывчатых веществ [1], определения состава минеральных включений в различных марках углей с использованием метода лазерной искровой спектроскопии (LIBS) [2, 3]. В перспективе лазерное излучение может быть применено для розжига топлива в котлах без применения мазута, как это осуществляется с помощью плазмотрона [4, 5].

Лазерное излучение применяется для исследования характеристик инициирования химических реакций в энергетических материалах, например, таких как тетранитропентаэритрит, гексоген [6] или ископаемые угли [7, 8].

Используются как лазеры непрерывного действия (преимущественно CO_2 [9, 10], полупроводниковые [11, 12]), так и импульсные лазеры (преимущественно неодимовые и рубиновые) [13–15].

Применение импульсных лазеров в сочетании с регистрирующей времяразрешающей оптико-электронной аппаратурой позволяет изучать процессы на начальных стадиях и делать выводы о механизмах зажигания энергетических материалов [8].

В литературе рассматриваются характеристики зажигания углей различными типами лазеров без учета особенностей структуры лазерного излучения, что может привести к неоднозначной интерпретации результатов.

В связи с этим в настоящей работе рассмотрены различия в характеристиках зажигания микрочастиц углей на примере угля марки 2Б лазерами непрерывного действия и импульсными лазерами, работающими в режимах свободной генерации и модулированной добротности.

1. Образцы и методика**1.1. Материалы**

Зажигание частиц углей лазерами различных типов будет рассмотрено на примере бурого угля (марка Б, группа 2Б).

Процедура подготовки образцов состояла в следующем. Крупные куски угля при помощи пестика измельчались в ступке, затем производился помол в шаровой мельнице АГО-2, просеивание через сита с различным размером ячеек. Фракция с размером $d \leq 200$ мкм отбиралась для технического анализа, фракция с размерами $d \leq 63$ мкм – для изготовления экспериментальных образцов.

* Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ УУХ СО РАН (проект № 124041100056-6).