

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль 03.06.01 Физика и астрономия, 01.04.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника

Школа Инженерная школа энергетики

отделение НОЦ И.Н. Бутакова

Научный доклад об основных результатах подготовленной  
научно-квалификационной работы

Тема научного доклада
Зажигание гелеобразных и гидратизированных топлив

УДК 662.758.046.4

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A7-11	Гайдукова Ольга Сергеевна		21.05.2021

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ	Коротких Александр Геннадьевич	д.ф.-м.н., доцент		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры	Заворин Александр Сергеевич	д.т.н., профессор		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ	Стрижак Павел Александрович	д.ф.-м.н., профессор		

На сегодняшний день спрос на энергию растет, а запасы полезных ископаемых истощаются. Альтернативные источники энергии позволяют решить эту проблему и обеспечить ресурсную безопасность и снабдить чистой энергией. Гелеобразное топливо и газовые гидраты являются одними из перспективных нетрадиционных источников энергии.

Интерес в изучении газовых гидратов находит следующие направления: добыча природного газового гидрата, процесс производства газового гидрата, транспортировка и характеристики процесса горения и зажигания.

Гелеобразное топливо включает в себя преимущества твердых и жидких топлив. Оно характеризуется небольшой стоимостью, более экологически чистыми показателями, высокими энергетическими характеристиками.

Механизмы и характеристики горения газовых гидратов и гелеобразного топлива существенно отличаются от традиционных (жидких и твердых) видов топлива. Но только благодаря масштабным исследованиям такого вида топлива, можно добиться коммерциализации в больших энергетических масштабах.

Таким образом изучение процесса горения гелеобразного и гидратизированного топлива является актуальной задачей и представляет интерес для топливной базы на территориях с экстремальными низкими температурами.

Целью данной работы является экспериментальное и теоретическое исследование закономерностей горения гидратизированных и гелеобразных топлив в условиях типичных для ракет, двигателей и других энергетических приложений.

В ходе работы разработаны экспериментальные стенды для исследований процесса зажигания и горения гелеобразного топлива при радиационном нагреве и гидратизированного топлива при конвективном, радиационном, кондуктивном и локальном нагреве горячей частицей. Экспериментально определены минимальные температуры начала зажигания топлива, времена задержки зажигания гидратизированного и гелеобразного топлива. На основании экспериментального исследования разработаны физические и математические модели инициирования процессов зажигания газовых гидратов при трех типичных схемах нагрева (кондуктивной, конвективной и радиационной).

Для гелеобразного топлива минимальная температура начала зажигания составила 873 К. В результате экспериментального исследования определены времена задержки зажигания при разных начальных температурах топлива (188–233 К), которые составили 0.8–9 с, в зависимости от начальной температуры и компонентного состава топлива.

В результате математического моделирования были установлены времена задержки зажигания в диапазонах соответствующие перспективным энергетическим приложениям.

Исследовано влияние предэкспоненциального множителя и энергии активации на времена задержки зажигания газовых гидратов. При повышении энергии активации времена задержки зажигания увеличиваются, вследствие уменьшения скорости горения и снижения потока метана.

Увеличение предэкспоненциального множителя реакции окисления паров горючего приводит к повышению скорости реакции и снижению времени задержки зажигания. Наличие плато характеризуется увеличением теплового потока, приводящего к критическому значению скорости диссоциации, выше которого время задержки зажигания становится постоянным.

Определены предельные плотности тепловых потоков, приводящих к зажиганию гидратизированного топлива при разных видах теплообмена. И области устойчивого зажигания газовых гидратов при изменении степени черноты и коэффициента теплообмена.

В результате выполненного исследования разработан новый подход к изучению процессов зажигания и горения перспективных, альтернативных источников энергии (гидратизированного и гелеобразного топлива). Разработаны физические и математические модели процесса инициирования зажигания газовых гидратов. Рассмотрено влияние основных параметров на характеристики и закономерности зажигания и горения гелеобразного и гидратизированного топлива.