

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Шмакова Андрея Геннадьевича

«Механизм и кинетика химических процессов в пламенах с добавками химически активных ингибиторов и пламегасителей», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.3.17 - химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Природные и техногенные пожары приносят огромный материальный ущерб и экологический вред, приводят к человеческим жертвам. Аномальная жара в 2021 году повлекла за собой самые разрушительные в истории метеонаблюдений лесные пожары во многих регионах мира, в том числе и России. По данным спутниковых наблюдений дым от лесных пожаров достиг даже Северного полюса. Поэтому диссертационная работа Шмакова А.Г., посвященная поиску новых эффективных огнетушащих веществ и исследованию физико-химических механизмов их воздействия на горение различных углеводородных топлив, является чрезвычайно **актуальной** и злободневной.

В работе представлены комплексные экспериментальные и расчетные исследования по влиянию небольших добавок фосфор- и металлсодержащих добавок на скорость и концентрационные пределы горения предварительно перемешанных смесей водорода, синтез-газа и углеводородов ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ) с  $\text{O}_2/\text{N}_2(\text{Ar})$ , на условия гашения диффузионных пламен, на химическую и тепловую структуру предварительно перемешанных и диффузионных пламен. Обнаружено, что все изученные фторорганические соединения (ФОС) примерно одинаково уменьшают скорость горения метана и пропана. Причем эффективность исследованных ФОС как пламегасителей выше, чем  $\text{CF}_3\text{Br}$ , но ниже, чем  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ . На основе численного моделирования с использованием детальных кинетических механизмов выявлены причины ингибирующей эффективности ФОС и  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ . Разработаны и протестированы скелетные механизмы различной сложности для описания горения водородно- и метановоздушных смесей с добавкой триметилфосфата. Эти реакционные механизмы могут быть использованы для моделирования процесса тушения пожаров с помощью ФОС. Проведены исследования влияния добавок различных газов на горение струй водорода, истекающих из микросопел в воздух. Выполнен поиск наиболее эффективных смесевых огнетушащих составов на основе химических ингибиторов и инертных разбавителей. Найден оптимальный состав смесей с точки зрения взаимного усиления пламегасящей эффективности. Проведены натурные эксперименты по тушению модельных очагов пожаров с помощью аэрозолей растворов калийсодержащих соединений.

**Достоверность** результатов диссертационной работы обусловлена комплексными экспериментальными и расчетными исследованиями с использованием выверенных методик и программ, а также согласованием результатов, полученных автором диссертационной работы, с результатами других ученых. **Практическая значимость** работы очевидна.

Автореферат написан четко и понятно. По автореферату имеются следующие **замечания**.

1. Из автореферата не ясно, как осуществлялся контроль количества ФОС в горючих смесях на установке с плоской горелкой (Рис. 1).

2. В работе нет информации об экологичности исследуемых химических ингибиторов горения и требованиях к их хранению.

Диссертация представляет собой законченную научную работу, в которой лабораторные и натурные эксперименты объединены с численными исследованиями. Работа выполнена на высоком научном уровне. Полученные результаты обладают новизной и представляют научный и практический интерес. Перечисленные замечания являются незначительными и не влияют на высокую оценку работы Шмакова А.Г.

Считаю, что диссертационная работа "Механизм и кинетика химических процессов в пламенах с добавками химически активных ингибиторов и пламегасителей" соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, в том числе отвечает критериям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в ред. Постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 № 335, от 02.08.2016 № 748, от 29.05.2017 № 650, от 28.08.2017 № 1024, от 01.10.2018 № 1168, от 20.03.2021 № 426, от 11.09.2021 № 1539), а ее автор, Шмаков Андрей Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктор химических наук по специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Савельев Александр Михайлович



Кандидат технических наук

специальность 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника

начальник сектора "Физическая химия горения перспективных топлив"

отдела "Неравновесные физико-химические процессы в газовых потоках"

Государственный научный центр, федеральное автономное учреждение  
«Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»  
111116, Россия, Москва, ул. Авиамоторная, 2

Тел. 8(495) 361-64-68,

Электронная почта: [amsavelev@ciam.ru](mailto:amsavelev@ciam.ru)

15.01.2022

Согласен на включение моих персональных данных в документы,  
связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись Савельева А.М. заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета Государственного научного центра,  
федерального автономного учреждения «Центральный институт авиационного  
моторостроения имени П.И. Баранова»

15.01.2022



Исакова Наталья Петровна